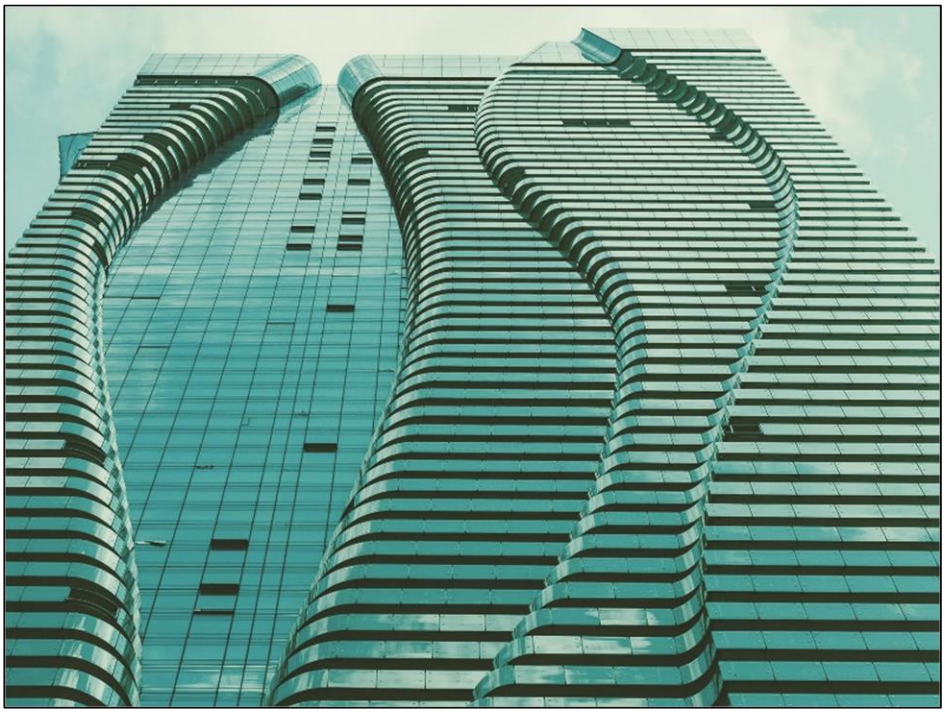
©1991-2019 Inter-CAD Kft.
Toate drepturile rezervate.



AXISVM X5

MANUAL DE UTILIZARE

Scopul sistemului de proiectare este uşurarea calculelor în proiectare. Utilizarea programului nu reduce răspunderea utilizatorului. Calculele trebuie efectuate cu grija necesară precum şi cu respectarea întru totul a normelor legale, a normelor de calcul şi a standardelor în vigoare.

™ Toate mărcile şi numele de produse sunt mărci înregistrate ale producătorilor respectivi.

INTER-CAD Ltd. îşi rezervă dreptul de modificare a produsului fără anunţ prealabil.

CUPRINS

1. NOUTĂŢI ÎN VERSIUNEA X5 11

2. UTILIZAREA SISTEMULUI 15

2.1. CERINŢELE HARDWARE 15
2.2. INSTALARE, LANSARE, SCHIMBARE DE VERSIUNE, CAPACITATE, LIMBĂ 15
2.3. CUM SĂ ÎNCEPEM 23
2.4. ÎMPĂRŢIREA ECRANULUI 24
2.5. FOLOSIREA TASTATURII, A MAUSULUI ŞI A CURSORULUI 25
2.6. TASTE *RAPIDE* 26
2.7. MENIUL RAPID 31
2.8. FERESTRE DE DIALOG 31
2.9. TABELE 32
2.10. EDITORUL DE BREVIAR DE CALCUL 39
2.10.1. Instrumentele editorului de breviar de calcul 42
2.10.2. Breviar de calcul 42
2.10.3. Editare 44
2.10.3.1. Generarea breviarului pe baza unui șablon 45
2.10.3.2. Editarea șablonului 46
2.10.3.3. Generarea breviarului cu ajutorul filtrelor 50
2.10.4. Desene 50
2.10.5. Biblioteca de imagini 50
2.10.6. Tastele rapide ale bibliotecii de imagini şi de desene 51
2.10.7. Editorul de texte 51
2.11. NIVELURI 52
2.12. MANAGERUL DE FOLII 52
2.13. BIBLIOTECA DE DESENE 52
2.14. SALVARE ÎN BIBLIOTECA DE DESENE 52
2.15. EXPORT ÎN FORMAT 3D PDF 52
2.16. BARA DE INSTRUMENTE 53
2.16.1. Selectare 54
2.16.2. Mărire, micşorare 56
2.16.3. Vederi, reprezentare în perspectivă 57
2.16.4. Modul de reprezentare 59
2.16.5. Codarea culorilor 61
2.16.6. Copierea obiectelor 63
2.16.6.1. Copiere 63
2.16.6.2. Rotire 65
2.16.6.3. Oglindire 66
2.16.6.4. Scalare 66
2.16.7. Planuri de lucru 67
2.16.8. Axe 68
2.16.9. Linii de ghidare 70
2.16.10. Instrumente pentru editare 72
2.16.11. Cote, linii de cote, inscripţii 73
2.16.11.1. Linie de cotă perpendiculară 73
2.16.11.2. Linie de cotă aliniată 76
2.16.11.3. Cotarea unghiurilor 76
2.16.11.4. Cotare lungime arc 77
2.16.11.5. Cotare raza arc 77
2.16.11.6. Cote de nivel, cote de înălţimi 77
2.16.11.7. Ferestre de text 78
2.16.11.8. Ferestre de rezultate 80
2.16.11.9. Text izolinie 82
2.16.11.10. Cote pentru fundaţii 82
2.16.12. Editarea foliilor de fundal 82
2.16.13. Redenumire/renumerotare 84
2.16.14. Detalii 85
2.16.15. Secţiuni 87

2.16.16. Bara virtuală ... 91
2.16.17. Căutare ... 93
2.16.18. Opţiuni de reprezentare ... 93
2.16.19. Setări ... 99
2.16.20. Informaţii ... 101
2.17. TASTE RAPIDE ... 102
2.18. PALETE DE INFORMAŢII ... 103
2.18.1. Paleta de Informaţii ... 103
2.18.2. Paleta de coordonate ... 103
2.18.3. Codarea culorilor ... 103
2.18.4. Paleta de culori ... 103
3. BARA DE MENIU ... 107
3.1. MENIUL FIŞIER ... 107
3.1.1. Nou ... 107
3.1.2. Versiuni anterioare ... 108
3.1.3. Deschide ... 109
3.1.4. Salvare ... 110
3.1.5. Salvare cu nume ... 110
3.1.6. Exportare ... 110
3.1.6.1. Exportare în DXF ... 111
3.1.6.2. Exportare în IFC ... 111
3.1.6.3. Exportul modelului în Revit ... 112
3.1.6.4. Exportare în Tekla Structures ... 116
3.1.6.5. Exportare în Nemetschek Allplan ... 116
3.1.6.6. Exportare în AxisVM ... 117
3.1.6.7. Exportare în alte aplicații ... 117
3.1.7. Import ... 118
3.1.7.1. Importul fișierelor DXF – modul DXF ... 118
3.1.7.2. Importul fișierelor IFC– modul IFC ... 119
3.1.7.3. Importul fișierelor Revit RAE – modul REV ... 121
3.1.7.4. Importul fișierelor PDF ... 127
3.1.7.5. Importul fișierelor AXS ... 127
3.1.7.6. Importul fișierelor create cu alte aplicații ... 128
3.1.8. Proiectare parametrică ... 128
3.1.8.1. Plugin Grasshopper/Rhinoceros ... 129
3.1.8.2. Plugin Dynamo/Revit ... 129
3.1.9. Legătura integrată Tekla Structures-AxisVM – Modulul TI ... 130
3.1.10. Antet ... 133
3.1.11. Setarea imprimantei ... 133
3.1.12. Imprimare ... 133
3.1.13. Tipărire dintr-un fişier ... 136
3.1.14. Biblioteca cu modele ... 136
3.1.15. Biblioteca de materiale ... 137
3.1.16. Biblioteca de secţiuni ... 143
3.1.16.1. Editorul grafic de secţiuni ... 147
3.1.17. Bibliotecă caracteristicilor de resort ... 159
3.1.18. Ieşire ... 161
3.2. MENIUL EDITARE ... 162
3.2.1. Înapoi (Undo) ... 162
3.2.2. Din nou (Redo) ... 162
3.2.3. Repetarea ultimei comenzi ... 162
3.2.4. Selectează totul ... 163
3.2.5. Revenire la selecția anterioară ... 163
3.2.6. Copiere ... 163
3.2.7. Inserare ... 163
3.2.8. Setările pentru copiere/inserare ... 163
3.2.9. Ştergere ... 164
3.2.10. Tabele ... 165
3.2.11. Editorul de breviar de calcul ... 165

3.2.12. Salvarea imaginilor şi a tabelelor de dimensionare ... 166
3.2.13. Masa elementelor ... 166
3.2.14. Asamblarea elementelor structurale ... 167
3.2.15. Dezasamblarea elementelor structurale ... 167
3.2.16. Convertirea încărcărilor de suprafaţă distribuite pe bare ... 167
3.2.17. Convertirea elementelor de tip bară şi nervură în elemente de suprafaţă ... 167
3.2.18. Convertirea elementelor îmbinării metalice în elemente de suprafaţă ... 168
3.2.19. Convertirea încărcărilor de pe panourile de încărcare selectate în încărcări individuale ... 168
3.2.20. Convertirea referinţelor automate ... 168
3.3. MENIUL OPŢIUNI ... 168
3.3.1. Opţiuni de reprezentare ... 169
3.3.2. Setări ... 169
3.3.3. Managerul de folii ... 170
3.3.4. Niveluri ... 171
3.3.5. Axe ... 174
3.3.6. Linii de ghidare ... 174
3.3.7. Standard ... 174
3.3.8. Unităţi de măsură ... 175
3.3.9. Gravitaţia ... 176
3.3.10. Reducerea rigidităţii ... 176
3.3.11. Preferinţe ... 177
3.3.12. Scurtături ... 190
3.3.13. Limba ... 192
3.3.14. Limba de documentare ... 192
3.3.15. Bare de instrumente în pozitia implicită ... 192
3.3.16. Ferestre de dialog în poziţie implicită ... 193
3.4. AFIŞARE ... 193
3.5. PLUGIN-URI ... 194
3.6. MENIUL FERESTRE ... 195
3.6.1. Editorul de proprietăţi ... 195
3.6.2. Palete ... 196
3.6.3. Imagine de fundal ... 196
3.6.4. Împărţire orizontală ... 197
3.6.5. Împărţire verticală ... 198
3.6.6. Închide ... 198
3.6.7. Schimbarea dimensiunii textului din etichete ... 198
3.6.8. Împiedicarea suprapunerii etichetelor ... 199
3.6.9. Biblioteca de desene ... 199
3.6.9.1. Exportarea vederilor în fişier 3D PDF - modul PDF ... 200
3.6.10. Salvare în biblioteca de desene ... 201
3.7. MENIUL HELP ... 202
3.7.1. Conţinut ... 202
3.7.2. Ghiduri ... 202
3.7.3. AxisVM Home Page ... 202
3.7.4. AxisVM update de pe internet ... 202
3.7.5. Despre program ... 203
3.7.6. Despre ediţia curentă ... 203
3.8. BARA CU INSTRUMENTELE STANDARD ... 203
3.8.1. Nou ... 203
3.8.2. Deschide ... 203
3.8.3. Salvează ... 203
3.8.4. Imprimare ... 203
3.8.5. Generare fişier 3D PDF ... 204
3.8.6. Înapoi ... 204
3.8.7. Din nou ... 204
3.8.8. Managerul de folii ... 204
3.8.9. Niveluri ... 204
3.8.10. Căutare în tabel ... 205
3.8.11. Editorul de breviar de calcul ... 205

3.8.12. Biblioteca de desene 205
3.8.13. Salvarea în biblioteca de desene 205
4. INTRODUCEREA DATELOR 207
4.1. GEOMETRIA 207
4.2. SUPRAFAŢA DE LUCRU 208
4.2.1. Împărţirea ecranului în ferestre 208
4.3. SISTEME DE COORDONATE 209
4.3.1. Sistemul de coordonate cartezian 209
4.3.2. Sisteme de coordonate speciale (cilindric şi sferic) 210
4.4. PALETA DE COORDONATE 211
4.5. CAROIAJUL ECRANULUI DE LUCRU (GRID) 212
4.6. PASUL CURSORULUI 212
4.7. INSTRUMENTE AJUTĂTOARE DE EDITARE 213
4.7.1. Aura cursorului 213
4.7.2. Introducerea coordonatelor de la tastatură 214
4.7.3. Măsurarea distanţelor 214
4.7.4. Unghiuri fixate 214
4.7.5. Fixarea coordonatei 216
4.7.6. Intersectare automată 216
4.8. INSTRUMENTE ÎN EDITORUL GEOMETRIC 217
4.8.1. Nod 217
4.8.2. Linia 217
4.8.3. Arc de cerc 218
4.8.4. Divizare orizontală 219
4.8.5. Divizare verticală 219
4.8.6. Împărţire în patrulatere, împărţire în triunghiuri 220
4.8.7. Divizare linie 221
4.8.8. Intersecţie 222
4.8.9. Ştergere nod 222
4.8.10. Ştergere noduri intermediare 222
4.8.11. Extinderea liniilor până la alte linii, plane 222
4.8.12. Tăierea liniilor după alte linii, plane 223
4.8.13. Extinderea liniilor până la punctul de intersecție 224
4.8.14. Perpendicular transversal 224
4.8.15. Tăierea modelului cu un plan 224
4.8.16. Tăiere semispaţiu 224
4.8.17. Trasarea liniei de intersecţie a domeniilor 224
4.8.18. Îndepărtarea liniilor și noduilor inutile 225
4.8.19. Verificarea reţelei 225
4.8.20. Suprafaţă 226
4.8.21. Modificare, transformare 226
4.8.22. Ştergere 228
4.9. ELEMENTE 229
4.9.1. Materiale 229
4.9.2. Secţiuni 231
4.9.2.1. Import din biblioteca 231
4.9.3. Caracteristici de resort 233
4.9.4. Desenarea obiectelor 234
4.9.5. Definire directă reazeme 236
4.9.6. Domeniu 236
4.9.6.1. Definire domeniu normal 237
4.9.6.2. Domenii mixte 240
4.9.6.3. Domeniul cu goluri 241
4.9.6.4. Domeniul casetat 241
4.9.6.5. Domeniu cu matrice de rigiditate personalizată 242
4.9.6.6. Domenii XLAM – modul XLM 244
4.9.7. Gol 245
4.9.8. Operaţii cu domenii 246
4.9.9. Elemente liniare 247

4.9.10. Elemente de suprafaţă ... 257
4.9.11. Reazem nodal ... 260
4.9.12. Reazem liniar ... 263
4.9.13. Reazem de suprafaţă ... 265
4.9.14. Articulaţie pe muchie ... 265
4.9.15. Corp rigid ... 266
4.9.16. Diafragmă ... 266
4.9.17. Resort ... 267
4.9.18. Elementul de contact ... 268
4.9.19. Element de legătură ... 269
4.9.20. Grade de libertate nodale ... 273
4.9.21. Referinţe ... 275
4.9.22. Generarea schemei statice din model arhitectural – modul IFC ... 278
4.9.23. Modificare ... 281
4.9.24. Ştergere ... 281
4.10. ÎNCĂRCĂRI ... 282
4.10.1. Ipoteze şi grupuri de încărcări ... 282
4.10.2. Combinaţii de încărcări ... 289
4.10.3. Forţe concentrate în noduri ... 293
4.10.4. Forţe concentrate pe bare ... 294
4.10.5. Forţe concentrate pe domeniu sau panou de încărcare ... 296
4.10.6. Încărcări distribuite pe bare şi nervuri ... 297
4.10.7. Încărcări uniform distribuite pe muchie ... 298
4.10.8. Încărcare liniară pe domeniu sau panou de încărcare ... 300
4.10.9. Încărcări uniform distribuite pe suprafaţă ... 302
4.10.10. Încărcare de suprafaţă independentă de reţea ... 303
4.10.11. Încărcare de suprafaţă distribuită pe elemente de linie ... 306
4.10.12. Panouri de încărcare ... 307
4.10.13. Încărcare din zăpadă – modul SWG ... 309
4.10.14. Încărcare din vânt – modul SWG ... 315
4.10.15. Încărcări tip lichid ... 323
4.10.16. Încărcări din greutate proprie ... 324
4.10.17. Variaţie de lungime ... 324
4.10.18. Forţă de tensionare ... 324
4.10.19. Încărcări date de variaţie de temperatură pe elemente de bară ... 325
4.10.20. Încărcări date de variaţia de temperatură pe elemente plane ... 325
4.10.21. Cedare de reazem ... 326
4.10.22. Linii de influenţă ... 327
4.10.23. Calculul seismului – modul SE1 ... 328
4.10.23.1. Calculul încărcării seismice conform Eurocod 8 ... 329
4.10.23.2. Calcul seism conform STAS (P100-2013) ... 335
4.10.24. Încărcări Pushover – modul SE2 ... 340
4.10.25. Imperfecţiunea globală ... 343
4.10.26. Tensionare – modul PS1 ... 344
4.10.27. Încărcări mobile ... 352
4.10.27.1. Încărcări mobile pe elemente de linie ... 352
4.10.27.2. Încărcări mobile pe domenii ... 354
4.10.28. Incărcări dinamice (pentru analiza de tip time-history) – modul DYN ... 355
4.10.29. Acţiuni asupra elementelor liniare expuse la foc – modul SD8 ... 358
4.10.30. Efect de foc asupra elementelor din lemn - modul TD8 ... 365
4.10.31. Împarte încărcările în cazuri de încărcare separate ... 368
4.10.32. Mase nodale ... 369
4.10.33. Modificare ... 369
4.10.34. Ştergere ... 369
4.11. REŢEA ... 370
4.11.1. Generare reţea ... 370
4.11.1.1. Generare reţea pentru elementele liniare ... 370
4.11.1.2. Generare reţea pentru domenii ... 371
4.11.2. Îndesirea reţelei de elemente finite ... 373

4.11.3. Verificare reţea ... 374
4.11.4. Ștergerea rețelei ... 374
5. ANALIZĂ ... 375
5.1. STATICĂ ... 377
5.2. ANALIZA MODALĂ ... 382
5.2.1. Analiza vibrațiilor cauzate de pași ... 384
5.3. DINAMICĂ ... 386
5.4. STABILITATE ... 388
5.5. ELEMENTE FINITE ... 389
5.6. ETAPELE UNEI ANALIZE ... 391
5.7. MESAJE DE EROARE ... 392
6. REZULTATE ... 393
6.1. STATICĂ ... 393
6.1.1. Valori minime şi maxime ... 399
6.1.2. Animaţie ... 400
6.1.3. Reprezentare diagrame ... 401
6.1.4. Curbe de capacitate Pushover ... 404
6.1.4.1. Curbe de capacitate conform Eurocode 8 ... 405
6.1.4.2. Spectrul de răspuns acceleraţie-deplasare (ADRS) ... 406
6.1.4.3. Deplasările de nivel ... 407
6.1.5. Tabele cu rezultate ... 408
6.1.5.1. Rezultate pe secțiune ... 409
6.1.6. Deplasări ... 409
6.1.6.1. Calculul săgeții totale (wtot) a plăcilor de beton armat ... 411
6.1.6.2. Deplasarea relativă ... 411
6.1.7. Viteza nodurilor ... 413
6.1.8. Accelerația nodurilor ... 413
6.1.9. Eforturi în elemente de zăbrea sau bară ... 413
6.1.10. Solicitări pe nervură ... 416
6.1.11. Eforturile barei virtuale ... 417
6.1.12. Eforturi în elemente de suprafaţă ... 418
6.1.13. Reacţiuni ... 420
6.1.14. Solicitări pentru elemente de legătură linie-linie şi articulaţii pe muchie ... 422
6.1.15. Forțele interne ale elementului de tip resort ... 422
6.1.16. Deformația barelor, nervurilor și zăbrelelor ... 422
6.1.17. Deformația barelor, nervurilor și zăbrelelor în punctul de tensiune ... 424
6.1.18. Deformația elementelor de suprafață ... 424
6.1.19. Tensiunea elementelor de suprafață ... 426
6.1.20. Deformații ale elementului de tip resort ... 427
6.1.21. Tensiunea barelor, nervurilor și zăbrelelor ... 427
6.1.22. Eforturi unitare în elemente de suprafaţă ... 431
6.1.23. Rezultate neliniare ale elementului de tip resort ... 433
6.1.24. Linii de influenţă ... 434
6.1.25. Încărcări neechilibrate ... 435
6.2. STABILITATE ... 436
6.3. ANALIZA MODALĂ ... 436
6.4. DINAMICĂ ... 438
6.5. ARMARE ... 438
6.5.1. Calculul parametrilor de armare și calculul armăturii pentru elemente plane – modul RC1 ... 438
6.5.1.1. Calculul armăturii ortogonale x/y conform Eurocodului 2 ... 443
6.5.1.2. Calculul armării înclinate conform Eurocod 2 și SIA 262 ... 445
6.5.2. Aria de armătură efectivă ... 446
6.5.2.1. Armări efective pentru suprafeţe şi domenii ... 447
6.5.2.2. Armare independentă de reţea ... 449
6.5.3. Parametri de armare a grinzilor (încovoiere pe o direcție) ... 450
6.5.4. Parametri de armare a stâlpilor (încovoiere pe două direcții) ... 454
6.5.5. Analiza neliniară a grinzilor și stâlpilor din beton armat ... 458
6.5.6. Analiza neliniară a plăcilor din beton armat ... 459

6.5.7. Calculul deschiderii fisurilor ... 461
6.5.7.1. Analiza conform STAS ... 461
6.5.7.2. Analiza conform Eurocod 2 ... 462
6.5.8. Determinarea forţei tăietoare capabile pentru plăci şi învelitoare ... 462
6.5.8.1. Analiza conform STAS ... 463
6.5.8.2. Analiza conform Eurocod 2 ... 463
6.5.9. Armarea stâlpilor – modul RC2 ... 464
6.5.9.1. Calculul excentricităților ... 469
6.5.9.2. Verificare conform MSZ (Încovoiere cu forță axială) ... 472
6.5.9.3. Verificare conform Eurocod 2 (Încovoiere cu forță axială) ... 473
6.5.9.4. Verificarea stâlpului la forța tăietoare și la torsiune ... 475
6.5.9.5. Proiectare de capacitate: calcularea valorii de proiectare a forței de forfecare în conformitate cu Eurocode și SIA ... 477
6.5.10. Dimensionare armare grindă – modul RC2 ... 479
6.5.10.1. Etapele dimensionării grinzilor ... 480
6.5.10.2. Verificarea armăturii calculate din grinzi ... 482
6.5.10.3. Verificarea armăturii efective din grinzi ... 485
6.5.10.4. Dimensionare armare grindă conform STAS ... 487
6.5.10.5. Dimensionare armare grindă conform Eurocod 2 ... 490
6.5.11. Verificare la străpungere – modul RC3 ... 492
6.5.11.1. Verificarea la străpungere conform Eurocod 2 ... 496
6.5.11.2. Verificarea la străpungere conform STAS ... 497
6.5.12. Dimensionarea fundaţiilor conform Eurocod 7 – modul RC4 ... 499
6.5.12.1. Dimensionarea fundaţiilor izolate ... 499
6.5.12.2. Dimensionarea fundaţiilor continue ... 511
6.5.13. Proiectarea pereților și a nucleelor din beton armat – modulul RC5 ... 512
6.5.13.1. Definirea armării peretelui/nucleului ... 516
6.5.13.2. Verificare armare perete/nucleu ... 519
6.5.13.3. Calculul excentricității ... 520
6.5.13.4. Rezultate ... 523
6.6. DIMENSIONAREA ELEMENTELOR DIN OŢEL ... 526
6.6.1. Verificarea barelor de oţel conform STAS ... 526
6.6.2. Verificarea barelor de oţel conform Eurocod 3 – modul SD1 ... 531
6.6.2.1. Parametrii de proiectare pentru SLU ... 537
6.6.2.2. Parametrii de proiectare SLS ... 544
6.6.2.3. Diagrame și calcule de proiectare ... 545
6.6.3. Verificarea barei de oțel la incendiu – modul SD8 ... 547
6.6.4. Optimizarea secțiunilor metalice – modul SD9 ... 555
6.6.5. Verificare îmbinare cu şuruburi ... 558
6.7. PROIECTARE ELEMENTELOR DIN LEMN ... 562
6.7.1. Verificarea barelor de lemn conform Eurocode 5 – modul TD1 ... 562
6.7.2. Proiectarea la foc a grinzilor de lemn – modulul TD8 ... 572
6.7.3. Optimizarea secțiunilor din lemn – modul TD9 ... 576
6.8. DIMENSIONAREA DOMENIILOR XLAM – MODUL XLM ... 577
7. PROGRAMAREA SISTEMULUI DE PROGRAME AXISVM – MODUL COM ... 581
8. AXISVM VIEWER ŞI VIEWER EXPERT ... 583
9. EXEMPLE SIMPLE ... 585
9.1. CADRU PLAN - ANALIZA STATICĂ DE ORDINUL I ... 585
9.2. CADRU PLAN - ANALIZA STATICĂ DE ORDINUL II ... 586
9.3. CADRU PLAN - ANALIZA DE STABILITATE ... 587
9.4. CADRU PLAN - ANALIZA MODALĂ DE ORDINUL I ... 588
9.5. CADRU PLAN - ANALIZA MODALĂ DE ORDINUL II ... 589
9.6. ŞAIBĂ - ANALIZA STATICĂ DE ORDINUL I ... 590
9.7. PLACĂ SIMPLU REZEMATĂ PE CONTUR- ANALIZA STATICĂ DE ORDINUL I ... 591
9.8. PLACĂ ÎNCASTRATĂ PE CONTUR- ANALIZA STATICĂ DE ORDINUL I ... 592
10. BIBLIOGRAFIE ... 593

Această pagină este lăsată intenţionat goală.

1. Noutăţi în versiunea X5

General

Nume implicite personalizabile pentru modele noi, cazuri de încărcare și grupuri de încărcare	3.3.11 Preferinţe
Shortcut-urile pot fi alocate la Formă deformată, Afișați piese nevizibile în gri (consultați Meniu. Vedeți categoria) și mai multe comenzi de control de rotație (consultați categoria butoanelor de viteză).	3.3.12 Scurtături
Dimensionarea automată a rețelelor structurale (gridlines)	2.16.9 Linii de ghidare
Opțiunile de etichetare pot fi setate și pentru desene de bibliotecă	2.16.18 Opţiuni de reprezentare 3.6.9 Biblioteca de desene

Editare

Secțiuni C, L and T cu pereți groși parametrizate	
Poligoanele de contur și de gaură din secțiuni transversale cu pereți groși pot fi editate sau șterse	3.1.16.1 Editorul grafic de secţiuni

BIM și conectivitate

Îmbunătățirea exportului de armare către IFC, incluzând acum etrierii de la stâlpi și grinzi	3.1.6.2 Exportare în IFC
Import/export de pereți țuguiați/îngustați către IFC (conexiune Open BIM)	3.1.6.2 Exportare în IFC 3.1.7.2 Importul fișierelor IFC– modul IFC
Exportul pereților și plăcilor excentrice către IFC, inclusiv armarea	3.1.6.2 Exportare în IFC
Exportul de elemente selectate din Revit către AxisVM	3.1.7.3 Importul fișierelor Revit RAE – modul REV
Urmărirea modificărilor fluxului de lucru între Revit și AxisVM (conexiune Close BIM)	3.1.7.3 Importul fișierelor Revit RAE – modul REV
Plugin pentru a importa structuri parametrice generate în Grasshopper	3.1.8.1 Plugin Grasshopper/Rhinoceros
Plugin pentru a importa structuri parametrice generate în Dynamo	3.1.8.2 Plugin Dynamo/Revit

Elemente

Secțiuni transversale compozite	3.1.6.2 Exportare în IFC
Rigiditate și rezistență personalizate pentru eliberări ale capătului grinzii în fiecare direcție	4.9.9 Elemente liniare
Articulații plastice pe capetele grinzii sunt disponibile și pe direcția x și direcția y	
Tip nou de element resort cu comportare plastică și histereză pentru analiză nonliniară și dinamică	3.1.17 Bibliotecă caracteristicilor de resort
Reazem liniar în direcția de referință	4.9.11 Reazem nodal
Materiale de beton de clasă înaltă	4.9.1 Materiale

Încărcări

*Curbe parametrice de foc definite de utilizator pentru proiectarea oțelului (modulul **SD8**)*	6.6.3 Verificarea barei de oțel la incendiu – modul SD8
*Proiectarea la foc a structurilor din lemn în conformitate cu EC5 (modulul **TD8**)*	6.7.2 Proiectarea la foc a grinzilor de lemn – modulul TD8
*Editor nou, opțional, de geometrie a tendoanelor utilizând segmente de arc liniare, circulare sau parabolice (modulul **PS1**)*	4.10.26 Tensionare – modul PS1

Analiză

Punctul de aplicare este calculat pentru încărcări dezaxate	6.1.25 Încărcări neechilibrate

Rezultate

Listele dropdown care afișează cazuri/combinații de încărcare, componente de rezultate și moduri de afișare a rezultatelor pe fereastra principală și în dialogurile de proiectare sunt redimensionabile direct.	6.1 Statică
Este mai ușor să se compare combinațiile critice, deoarece identificatorul lor numeric poate fi afișat	3.3.11 Preferinţe
Componenta nouă de rezultat α derivată din forțele de reazem prezintă raportul forțelor orizontale și verticale	6.1.13 Reacţiuni
Noile componente principale ale forței de suprafață: an1, an2, am1, am2, avRz	6.1.12 Eforturi în elemente de suprafaţă

Dimensionare

Parametri de armare de suprafață: Acoperirea de beton poate fi specificată și pentru stratul secundar (interior) de armare	6.5.1 Calculul parametrilor de armare și calculul armăturii pentru elemente plane – modul RC1
Limitarea deschiderii fisurii pentru calculul armăturii de suprafață poate fi definită atât pentru axa barelor de armătură (wk, max) cât și pentru fibra extremă de beton (wk2, max)	6.5.1 Calculul parametrilor de armare și calculul armăturii pentru elemente plane – modul RC1
*Diametrul barelor laterale poate fi definit pentru grinzile de beton armat (modulul **RC2**)*	6.5.3 Parametri de armare a grinzilor (încovoiere pe o direcție)
Distanța efectivă a etrierilor definită de utilizator pentru grinzi de beton armat	6.5.10 Dimensionare armare grindă – modul RC2
*Analiza la străpungere în funcție de armătura calculată/efectivă sau cu un procent personalizat de armare (**RC3** modul)*	6.5.11 Verificare la străpungere – modul RC3
*Proiectarea tălpii/blocului fundației pentru combinații seismice (modulul **RC4**)*	6.5.12 Dimensionarea fundațiilor conform Eurocod 7 – modul RC4
*Proiectarea tălpii/blocului fundației pentru tălpi/blocuri circulare (modulul **RC4**)*	6.5.12 Dimensionarea fundațiilor conform Eurocod 7 – modul RC4
*Proiectarea pereților și nucleelor din beton armat – **Nou modul RC5***	6.5.13 Proiectarea pereților și a nucleelor din beton armat – modulul RC5

*Proiectare aproximativă a secțiunilor din oțel U și C împotriva flambajului torsional lateral pentru încovoiere în planul de simetrie (modulul **SD1**)*	6.6 Dimensionarea elementelor din oţel
*Îmbunătățirea detecției reazemelor laterale pentru metoda AutoMcr (modulul **SD1**)*	6.6 Dimensionarea elementelor din oţel
*Proiectarea la foc a structurilor din lemn – **Nou modul TD8***	6.7.2 Proiectarea la foc a grinzilor de lemn – modulul TD8

Documentare

Tabele noi sunt disponibile în șabloanele de raport (clase de armătură din oțel, parametrii seismici, factori de masă modală, încărcări din foc, parametrii de încărcăre din zăpadă)	2.10.3.1Generarea breviarului pe baza unui șablon

Această pagină este lăsată intenţionat goală.

2. Utilizarea sistemului

2.1. Cerinţele hardware

Configuraţia recomandată

8 GB memorie RAM

50 GB spaţiu liber pe HDD

Monitor 17 '' (rezoluție minimă 1920x1080)

Procesor cu două sau mai multe nuclee, peste 2 GHz

Mouse sau alt dispozitiv

Sistem de operare Windows 10 – 64 de biți

Configuraţia minimă

2 GB memorie RAM

10 GB spaţiu liber pe HDD

Monitor 15 ' (rezoluție minimă 1024x768)

Procesor nimim 2 GHz

Mouse sau alt dispozitiv

Sistem de operare Windows 7

Sisteme de operare suportate

Windows 10, Windows 8, Windows 7, Windows Server 2008
Sunt suportate parțial sistemele de operare: Windows Vista, Windows XP/ SP3, Windows Server 2003/SP1

Accesare memoriei în cazul versiuniler pe 32 și pe 64 de biţi

Este foarte important să avem acces la cât mai multă memorie, deoarece accelerează durata analizei considerabil.
Versiunea pe **64 de biți a programului AxisVM X5** rulează doar pe siteme de operare pe 64 de biți. Are acces direct la memoria fizică, astfel nu sunt necesare setări suplimentare.
Versiunea pe **32 de biți a programului AxisVM1 X5** ruleaza atât pe sisteme de operare pe 32 de biți cât și pe 64 de biți. Are acces direct la memoria fizică de până la 2GB.

Hard-disc

Numărul maxim al nodurilor structurii analizate depinde de spaţiul liber al hard-discului

2.2. Instalare, lansare, schimbare de versiune, capacitate, limbă

Protecţia programului

Sistemul de programe este protejat de o cheie de protecţie care se poate conecta la portul paralel (portul imprimantei) sau portul USB. Conectaţi cheia de protecţie la calculator numai după instalarea programului pentru că unele sisteme de operare încearcă să recunoască cheia de protecţie, ceea ce poate împiedica instalarea programului.
Programul necesar se instalează automat, dar dacă utilizatorul nu are drepturi de administrator (pentru sistemele de operare bazate pe Windows NT) instalarea se poate efectua ulterior manual.

În cazul cheii de protecţie individuală

Dacă ați descărcat aplicația de instalare de pe site-ul nostru web, rulați-o. În caz contrar, introduceți DVD-ul de instalare AxisVM în unitatea DVD. Programul Startup începe automat dacă opțiunea de redare automată (autoplay) este activată. Dacă redarea automată nu este activată, faceți clic pe butonul Start și selectați Run ... Deschide programul Startup.exe pe DVD-ul dumneavoastră AxisVM. Selectați AxisVM X5 Setup și urmați instrucțiunile.
Instalaţi programul, apoi conectaţi cheia de protecţie la calculator.

În cazul cheii de reţea

În cazul cheii de protecţie de reţea în general programul şi cheia nu se află pe acelaşi calculator dar pentru funcţionarea cheii, driverul trebuie instalat şi pe calculatorul la care este ataşată cheia.
Programul AxisVM este livrat cu cheia de reţea Sentinel SuperPro (1), dar utilizatorii mai vechi pot să utilizeze cheia NetSentinel (2). Pentru instalarea driverului urmăriţi instrucţiunile de mai jos:

Cheia **Sentinel SuperPro:**

Dacă aveți un DVD de instalare rulați Startup.exe și alegeți Reinstalați/Reinstall driverul. Dacă ați descărcat pachetul de instalare de pe site-ul web, programul de configurare Sentinel Superpro 7.6.9 poate fi găsit în folderul Sentinel din folderul de instalare AxisVM.

Cuplaţi cheia de protecţie pe portul de imprimantă sau pe portul USB al unui calculator din reţea. După instalare, programul se va lansa la fiecare pornire a sistemului.

Accesarea mai rapidă a cheii de rețea

Serverul de licență pornește automat la pornirea calculatorului.

La pornirea programului AxisVM, acesta automat caută licențe disponibile în rețea verificând fiecare calculator care are instalat Sentinel SuperPro Server, indiferent dacă este atașată sau nu cheie de protecție. Acest lucru poate încetini procesul de căutare.

Pentru îmbunătățirea conexiunii este recomandată crearea unui mediu NSP_HOST pe calculatorul utilizatorului, specificând adresa de IP al calculatorului care are cheia atașată, ex.: NSP_HOST = 192.168.0.23

În cazul în care există mai multe calculatoare cu cheie atașată, se pot defini mai multe medii NSP_HOST1,...., NSP_HOST5. Se pot defini maxim 5 astfel de medii.

☞ ***Programul se poate rula pe un calculator numai dacă programul SuperPro Server rulează pe calculatorul la care este ataşată cheia de protecţie. Dacă programul SuperPro Server se opreşte, se opreşte şi programul AxisVM.***

Pregătirea instalării AxisVM pe Macintosh

Mac-urile au un număr mic de programe profesionale de analiză structurală pe piață, majoritatea programelor suportă doar Windows.

Dacă doriți să rulați AxisVM pe Mac, iată câteva modalități de a face acest lucru:

1. Calculator virtual (fără rebooting)

Vă recomandăm să utilizați un program care crează un calculator virtual, în mod ideal *Parallels* sau *VMWare Fusion*, pentru a rula aplicațiile Windows pe un Mac. Acestea vă permit să instalați Windows și alte sisteme de operare pe un calculator Mac, folosind un calculator virtual. Windows va crede că rulează pe un calculator real, dar veți avea nevoie de o licență Windows. Dacă aveți deja o cheie de licență, puteți descărca gratuit fișierul de instalare Windows și instalați-l pe calculatorul virtual.

Ambele programe oferă versiune gratuită și contra-cost.

2. Boot Camp (dual rebooting)

Apple Boot Camp vă permite să instalați Windows alături de MacOS pe Mac. Numai un singur sistem de operare poate rula simultan, deci va trebui să reporniți Mac-ul pentru a comuta între macOS și Win-dows. Dezavantajul utilizării *Boot Camp* este că nu puteți rula simultan sistemele MacOS și Windows. Deci, trebuie să reporniți caculatorul de fiecare dată când doriți să treceți între MacOS și Windows.

Similar cu calculator virtual, utilizarea Boot Camp-ului necesită, de asemenea, o licență Windows.

3. Remote Desktop

Dacă aveți deja sistem de operareWindows, aveți posibilitatea să ignorați complet rularea Windows-ului pe Mac. Puteți utiliza Remote Desktop pentru a accesa calculatorul cu Windows de pe Mac.

După instalarea Windows-ului, sistemul Mac este gata să instaleze AxisVM sub Windows.

☞ ***Pentru a rula AxisVM pe Mac, aveți nevoie de un fișier de licență de rețea AxisVM!***

Instalare pentru sistemele de operare Vista, Windows 7, Windows 8 și Windows 10:

- după instalarea programului AxisVM, daţi clic pe icoana programului cu butonul din dreapta a mausului
- din meniul rapid alegeţi *Properties*
- în fereastra de dialog apărută pe pagina Compatibilitate selectati opţiunea Run as administrator

În mod implicit programul este instalat în directorul

C:\AxisVM_X5

iar exemplele în subdirectorul

C:\AxisVM_X5\EXEMPLE

Aceste setări din timpul instalării se pot modifica după preferinţa utilizatorului.
Programul se poate instala și în modul în care se instala și până acum, în directorul C:\Program Files\AxisVM_X5 (In cazul sistemelor de operare pe 64 de biţi C:\Program Files (x86)\AxisVM_X5). În acest caz trebuie setat ca **AxisVM.exe, AxisVM_x64.exe, \LTBeam\LTBeam.exe** și **\IDTFConverter\DTFConverter.exe** să ruleze cu drepturi de administrator (Run as administrator). Faceţi clic dreapta pe aceste fişiere, selectaţi Properties, în fereastra Compatibility la Privilege level activaţi Run as administrator. Trebuie verificat ca utilizatorul să aibe drepturi de scriere în directorul **C:\Program Files\AxisVM_X5**. Acesta se poate seta în fereastra mai sus amintită la secțiunea Security (utilizatorii care au drepturi de administrator au și dreptul de scriere pe directorul respectiv).

Versiunea 32/64 biți

În cazul sistemelor de operare pe 64 de biți, utilizatorul are posibilitatea de a instala versiunea pe 32 sau pe 64 de biți a programului.
Prin instalarea versiunii pe 64 de biţi se copiază și versiunea pe 32 de biţi pe hard disc, dar nu se crează iconiţă pe desktop. Dacă modulul x64 nu face parte din configuraţie, se va lansa versiunea pe 32 de biți.
În cazul sistemelor de operare pe 32 de biți se instalează doar versiunea pe 32 de biți a programului.

☞ ***Pe un sistem de operare pe 32 de biți este posibilă rularea doar a versiunii pe 32 de biți.***

☞ ***Nu se recomandă instalarea programului în directorul c:\Program Files deoarece programul instalat in acest director poate fi lansat doar cu drepturi de administrator și pot apărea erori la rularea unor aplicații, ca de exemplu generatorul de 3D PDF.***

Instalare silențioasă

Programul poate fi instalat folosind linia de comandă. Programul pentru Setup acceptă parametri opționali din linia de comandă. Acest lucru poate fi util administratorilor de sistem, cât și pentru alte programe care apelează programul Setup.
Două exemple tipice sunt arătate mai jos considerând versiunile de 32 și 64-bit:
În cazul versiunei de 64-bit:
setup.exe /VERYSILENT /SUPPRESSMSGBOXES /NORESTART /Dir="C:\AxisVMX4" lang=nl NoIcons=0 types=64bits Tasks=extensions1,extensions2

În cazul versiunei de 32-bit:
setup.exe /VERYSILENT /SUPPRESSMSGBOXES /NORESTART /Dir="C:\AxisVMX4" lang=nl NoIcons=0 types=32bits Tasks=extensions1,extensions2

Instalarea (setup-ul) programului AxisVM este realizat de Inno Setup installer. Cei mai importanți parametri opționali din linia de comandă sunt listați mai jos. Pentru mai multe informații, vedeți Inno Setup help.

/SP-

Disables the This will install... Do you wish to continue? prompt at the beginning of Setup. Of course, this will have no effect if the DisableStartupPrompt [Setup] section directive was set to yes.

/SILENT, /VERYSILENT

Instructs Setup to be silent or very silent. When Setup is silent the wizard and the background window are not displayed but the installation progress window is. When a setup is very silent this installation progress window is not displayed. Everything else is normal so for example error messages during installation are displayed and the startup prompt is (if you haven't disabled it with DisableStartupPrompt or the '/SP-' command line option explained above).

If a restart is necessary and the '/NORESTART' command isn't used (see below) and Setup is silent, it will display a Reboot now? message box. If it's very silent it will reboot without asking.

/SUPPRESSMSGBOXES

Instructs Setup to suppress message boxes. Only has an effect when combined with '/SILENT' and '/VERYSILENT'.

The default response in situations where there's a choice is:

- Yes in a 'Keep newer file?' situation.
- No in a 'File exists, confirm overwrite.' situation.
- Abort in Abort/Retry situations.
- Cancel in Retry/Cancel situations.
- Yes (=continue) in a DiskSpaceWarning/DirExists/DirDoesntExist/NoUninstallWarning/ExitSetupMessage/ConfirmUninstall situation.
- Yes (=restart) in a FinishedRestartMessage/UninstalledAndNeedsRestart situation.

5 message boxes are not suppressible:

- The About Setup message box.
- The Exit Setup? message box.
- The FileNotInDir2 message box displayed when Setup requires a new disk to be inserted and the disk was not found.
- Any (error) message box displayed before Setup (or Uninstall) could read the command line parameters.
- Any message box displayed by [Code] support function MsgBox.

/LOG

Causes Setup to create a log file in the user's TEMP directory detailing file installation and [Run] actions taken during the installation process. This can be a helpful debugging aid. For example, if you suspect a file isn't being replaced when you believe it should be (or vice versa), the log file will tell you if the file was really skipped, and why.

The log file is created with a unique name based on the current date. (It will not overwrite or append to existing files.)

The information contained in the log file is technical in nature and therefore not intended to be understandable by end users. Nor is it designed to be machine-parseable; the format of the file is subject to change without notice.

/LOG="filename"

Same as /LOG, except it allows you to specify a fixed path/filename to use for the log file. If a file with the specified name already exists it will be overwritten. If the file cannot be created, Setup will abort with an error message.

/NOCANCEL

Prevents the user from cancelling during the installation process, by disabling the Cancel button and ignoring clicks on the close button. Useful along with '/SILENT' or '/VERYSILENT'.

/NORESTART

Instructs Setup not to reboot even if it's necessary.

/LANG=language

Specifies the language to use. language specifies the internal name of the language as specified in a [Languages] section entry.

When a valid /LANG parameter is used, the Select Language dialog will be suppressed.

/DIR="x:\dirname"

Overrides the default directory name displayed on the Select Destination Location wizard page. A fully qualified pathname must be specified.

/GROUP="folder name"

Overrides the default folder name displayed on the Select Start Menu Folder wizard page. If the [Setup] section directive DisableProgramGroupPage was set to yes, this command line parameter is ignored.

/NOICONS

Instructs Setup to initially check the Don't create a Start Menu folder check box on the Select Start Menu Folder wizard page.

/TYPE=type name

Overrides the default setup type.

If the specified type exists and isn't a custom type, then any /COMPONENTS parameter will be ignored.

/COMPONENTS="comma separated list of component names"

Overrides the default component settings. Using this command line parameter causes Setup to automatically select a custom type. If no custom type is defined, this parameter is ignored.

Only the specified components will be selected; the rest will be deselected.

If a component name is prefixed with a "*" character, any child components will be selected as well (except for those that include the dontinheritcheck flag). If a component name is prefixed with a "!" character, the component will be deselected.

This parameter does not change the state of components that include the fixed flag.
Example:
Deselect all components, then select the "help" and "plugins" components:
/COMPONENTS="help,plugins"
Example:
Deselect all components, then select a parent component and all of its children with the exception of one:
/COMPONENTS="*parent,!parent\child"

/TASKS="comma separated list of task names"

Specifies a list of tasks that should be initially selected.

Only the specified tasks will be selected; the rest will be deselected. Use the /MERGETASKS parameter instead if you want to keep the default set of tasks and only select/deselect some of them.

If a task name is prefixed with a "*" character, any child tasks will be selected as well (except for those that include the dontinheritcheck flag). If a task name is prefixed with a "!" character, the task will be deselected.
Example:
Deselect all tasks, then select the "desktopicon" and "fileassoc" tasks:
/TASKS="desktopicon,fileassoc"
Example:
Deselect all tasks, then select a parent task and all of its children with the exception of one:
/TASKS="*parent,!parent\child"

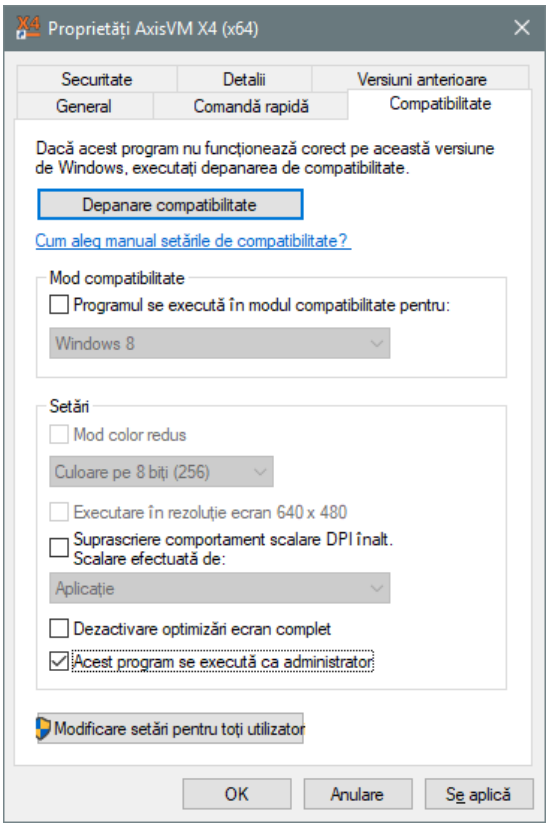
Rezolvarea problemelor

Pogramul de instalare crează iconița AXISVMX5 pe desktop.
Rulați programul apăsând clic stânga de două ori pe iconță.
În funcție de setările de securitate poate să apară o avertizare de securitate. Alegeți butonul da și continuați rularea programului.
În cazul în care programul nu pornește, trebuie să setați drepturile de administrator:

- Apăsați clic dreapta pe iconiță
- Selectați proprietăți (properties) din meniu
- În fereastra de afișare căutați compatibilitate (compatibility) și bifați rularea programului ca administrator (run as administrator)

În cazul în care rulați programul cu drepturi de administrator deja, și nu pornește, verificați următoarele:

1. **În cazul în care apare un cod de eroare,** trebuie să verificați dacă cheia de hardware este conectată bine; în cazul cheii de USB, trebuie să aibă LED-ul lumină verde.
2. **În cazul în care nu apare niciun cod de eroare,** iar programul tot nu pornește, este posibil să fie blocat de un program de antivirus instalat pe calculator.



Rularea aplicațiilor complementare

Puteți utiliza aplicații complementare pentru AxisVM create de alți dezvoltatori sau chiar de dumneavoastră. Pentru rularea acestor aplicații serverul AxisVM COM trebuie să fie înregistrat în regiştri Windows. Dacă ați instalat AxisVM cu drepturi de administrator, această înregistrare a fost efectuată automat. Dacă înregistrarea a eşuat, puteți rula *!Register_AxisVM.bat* (pe sisteme de operare pe 32 de biți) sau *!Register_AxisVM_x64.bat* (pe sisteme de operare pe 64 de biți) cu drepturi de administrator.

☞ ***Aplicaţiile pe 32 de biţi rulează versiunea programului pe 32 de biţi şi sunt compatibile doar cu aceasta. Aplicaţiile pe 64 de biţi pot fi utilizate doar pe versiunea programului pe 64 de biţi.***

Alarme false de virus

Unele programe de antivirus pot da alarme false de virus la instalare. Este cauzat de algoritmi heuristice de detectare a activităților de tip virus. Acești algoritmi pot detecta oprearea protecției speciale ale AxisVM si trimit alarme false. În aceste cazuri puteți face următoarele:

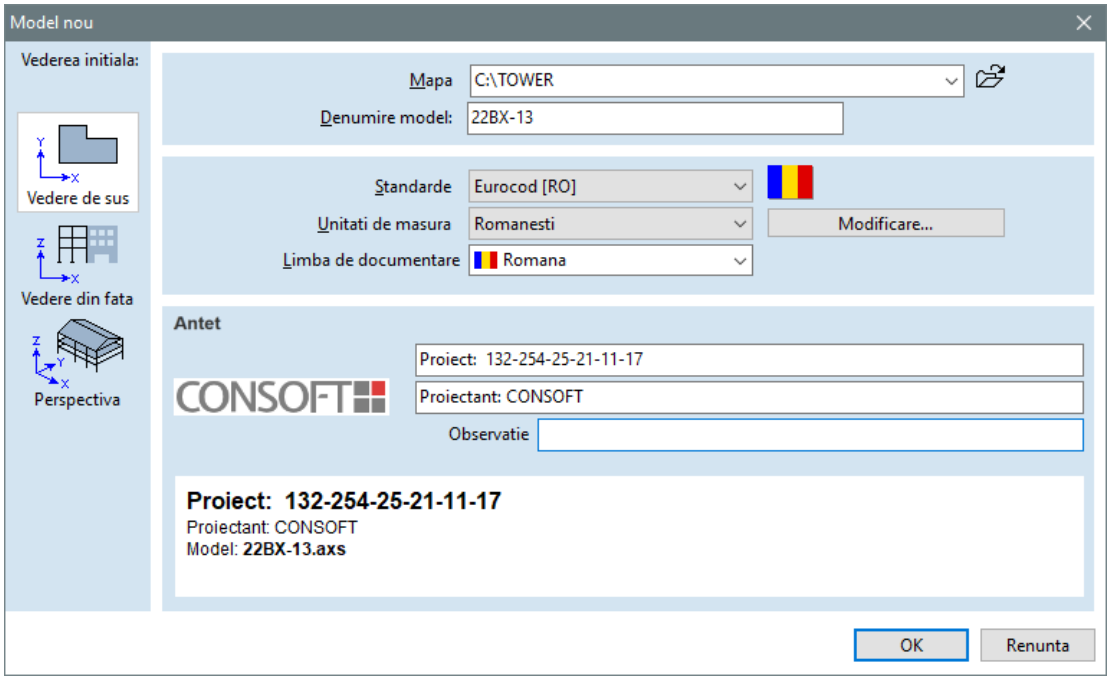
- ***Dacă antivirusul pune fişierul AxisVM.exe în carantină, recuperaţi fişierul***
- ***Adăugaţi fişierul AxisVM.exe la excepţii (fişiere neverificate de program)***
- ***Reduceţi sensibilitatea verificării heuristice în setările antivirusului***

Pagina VirusTotal oferă verificare cu 47 de programe antivirus.

Pornirea programului

Programul de instalare genereaza icoana AxisVM X4 pe desktop.

La pornirea programului se afisează o fereastră de informare (3.7.5 Despre program) iar după ce dispare, apare o fereastră de pornire care ajută la crearea unui model nou sau la deschiderea unui existent. Cu opţiunea "***La pornire să fie afişată această fereastră***" deselectată, ferastra de pornire nu va mai fi afişată. Fereastra de pornire se poate folosi din nou dacă selectăm opţiunea "***Utilizare fereastra de deschidere***" din meniul ***Optiuni/Preferinte/Siguranta datelor***.



Lansarea AxisVM În mod de siguranță

AxisVM.exe (versiunea pe 32 de biți) și ***AxisVM_x64.exe*** (versiunea pe 64 de biți) pot fi lansate în modul de siguranță, introducând *axisvm.exe /SAFE* sau *axisvm_x64.exe /SAFE* în linia de comandă.
Se recomandă pornirea programului AxisVM în modul de siguranță în următoarele cazuri: (1) probleme cu placa video sau driverul acesteia, (2) dacă sunt detectate probleme cu procesorul calculatorului (3) dacă AxisVM se blochează în încercarea de a restaura un fișier deteriorat (4) dacă apar erori din cauza unor aplicații complementare

Schimbarea versiunii (upgrade)

Cine dispune de o versiune mai veche de AxisVM, poate efectua instalarea în modul amintit mai sus. Se recomandă instalarea sistemului de programe într-un subdirector nou.

Convertirea modelelor mai vechi

Modelele create cu versiunile anterioare ale programului sunt recunoscute şi încărcate automat, iar salvarea se face conform versiunii noi.
Din meniul ***Fişier/Salveaza ca***, modelul poate fi salvat în formatele versiunilor anterioare ale programului.

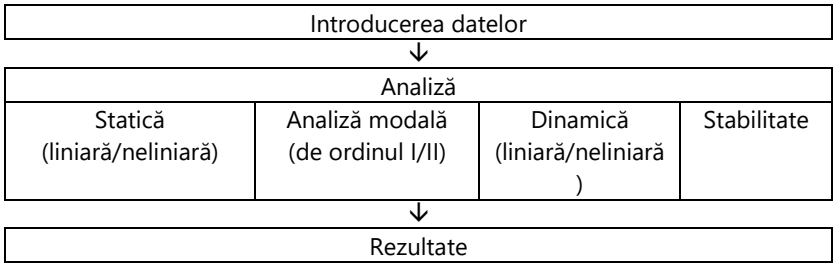
Extensii de fișiere

	Tipul fișierului	Tipul programului	Poate fi deschis *Standard*	*Viewer*	*Academic*	*Trial*	*Light*
A fost creat...	.axs/.axe	***Standard***	Da	Da	Da	Da	**DNE**
	.axv/.axw	***Viewer***	*Nu*	Da	*Nu*	*Nu*	*Nu*
	.axs/.axe	***Academic***	**WM**	Da	Da	**WM**	**DNE**
	.axs/.axe	***Trial***	Da	Da	Da	Da	**DNE**
	.axd/.axr	***Light***	Da	Da	Da	Da	Da

WM apare un filigran pe documentele listate
DNE depinde de numarul elementelor în model

Structurare, capacitatea programului

În sistemul de programe AxisVM analiza structurilor se poate efectua în trei etape, în unul sau mai multe cicluri.



Mărimea maximă a modelului este determinată de mărimea memoriei virtuale care la rândul ei este determinată de capacitatea hard-discului.

Limitările modelului de calculat sunt următoarele:

Varianta profesională:

Parametru		Maxim
Noduri		Nelimitat
Tipuri de materiale		Nelimitat
Elemente	zăbrea	Nelimitat
	bară	Nelimitat
	nervură	Nelimitat
	şaibă	Nelimitat
	placă	Nelimitat
	învelitoare	Nelimitat
	reazem	Nelimitat
	corp rigid	Nelimitat
	diafragma	Nelimitat
	arc	Nelimitat
	contact	Nelimitat
	de legătură	Nelimitat
Ipoteze de încărcare		Nelimitat
Combinaţii		Nelimitat
Moduri de vibraţii		Nelimitat

Varianta limitată:

Parametru		Maxim
Noduri		Nelimitat
Tipuri de materiale		Nelimitat
Elemente	numai zăbrea	500
	bară+zăbrea+nervură *	250
	nervură+pe perimetrul	1500
	şaibă+placă+învelitoare	2000
	reazem	Nelimitat
	corp rigid	Nelimitat
	diafragma	Nelimitat
	arc	Nelimitat
	contact	Nelimitat
	de legătură	Nelimitat
Ipoteze de încărcare		Nelimitat
Combinaţii		Nelimitat
Moduri de vibraţii		Nelimitat

***** În ipoteza în care modelul conţime bară şi/sau nervură

2.3. Cum să începem

Cea mai bună metodă de a descoperi AxisVM este de a construi un model simplu, de a-l analiza și de a evalua rezultatele.
Etapele construirii modelelor sunt descrise în tutorialul AxisVM Step by Step.

Introducerea datelor se face în trei etape bine determinate:

Geometrie În prima etapă se poate desena geometria structurii sau se poate încărca din alte programe CAD o reţea de linii (în plan şi spaţiu). În program există posibilitatea de a crea imediat elemente (stâlp, grindă, perete, placă).

Elemente În etapa a doua dacă am definit numai linii, se definesc materialele, secţiunile, elementele finite şi reazemele modelului, obţinându-se schema statică a structurii.

Încărcări În etapa a treia, pe structura deja definită, se introduc încărcările în diferite ipoteze, după care se fac combinaţiile şi grupările de încărcări.

Puteți găsi în detaliu pașii construirii modelului în tutorialul AxisVM Step by Step pus la dispoziție din meniul Help. Acest tutorial ajută la construirea și analizarea structurilor simple.

- Model Grindă
- Model Cadru
- Model Placă
- Model Membrană (cu mesh parametric)
- Model Membrană (cu domenii)
- Model Shell

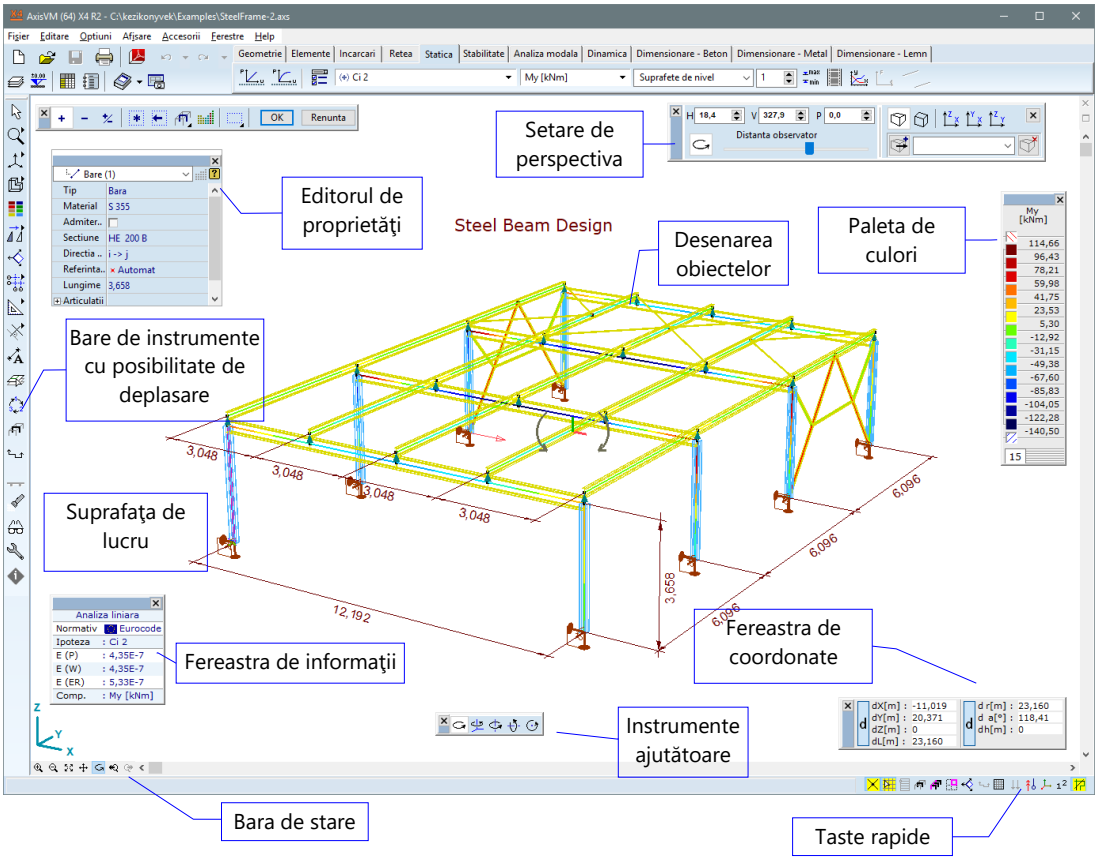
AxisVM Step by Step (pentru utilizatorii avansați) ghidează utilizatorul prin analiza dinamică și seismică a două modele avansate.
Tutoriale video în limba engleză pentru modelele de exemplu pot fi găsite aici:
https://www.youtube.com/channel/UCJoC3PkFc8XK4hGZ-1dUzuw
Folosind aceste etape se pot introduce cu uşurinţă şi modele mai complexe.
Pentru învăţarea programului se recomandă citirea cel puţin o dată a manualului de utilizare.
Capitolul 11 se gasesc noutăţile în versiunea noua a programului.
Utilizarea sistemului conţine informaţii generale privind utilizarea programului iar în celelalte capitole sunt descrise meniurile de introducere a datelor şi analiza rezultatelor.
După câştigarea experienţei în utilizarea programului se recomandă recitirea manualului de utilizare, deoarece unele informaţii doar atunci se vor clarifica.

2.4. Împărţirea ecranului

Conţinutul ecranului de lucru

În bara de titlu a ferestrei de lucru se găsesc numele directorului şi a modelului curent.
Sub linia de titlu a ferestrei se află bara de meniuri a programului. În partea centrală a ecranului se găseşte suprafaţa de desenare care se poate împărţi în ferestre. Dimensiunea şi poziţia ferestrelor se poate modifica după preferinţa utilizatorului cu comenzile din meniu sau icon-uri. În partea dreaptă din jos se găsesc *Tastele rapide*. **Vezi...** 2.17 Taste rapide
În partea stângă a ecranului se găsesc butoanele cu funcţiile accesibile din orice etapă de lucru a programului.
În linia inferioară a ferestrei de lucru se găseşte rândul cu informaţiile referitoare la funcţiile curent activate (bara de stare).

***



Navigare în meniu

Cu tasta **[Alt]** se poate naviga în bara de meniu.

Modelul

Datele de intrare şi rezultatele unei structuri le denumim în continuare model. Pentru fiecare model nou se alege un nume care poate fi un şir de caractere (litere şi cifre). Ulterior prin acest nume poate fi identificat modelul. În funcţie de sistemul de operare folosit, anumite caractere nu pot fi utilizate la denumirea modelului.

Programul stochează datele modelului în două fişiere:

- *numemodel*.**AXS** - datele de intrare ale structurii
- *numemodel*.**AXE** - rezultatele analizelor.

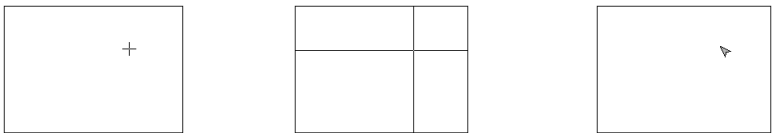
Din fişierul de intrare se pot obţine oricând, cu un timp de execuţie mai mult sau mai puţin extins, rezultatele analizei structurii. În majoritatea cazurilor este suficientă numai arhivarea fişierului de intrare.

2.5. Folosirea tastaturii, a mausului şi a cursorului

Suport complet Unicode
Unicode este formatul standard de codificare şi interpretare a datelor binare în format text, având drept ţel final să cuprindă toate caracterele din toate limbile globului. Este proiectat pentru ca oricărei litere (caracter) din orice limbă, de pe orice platformă de hardware sau software să îi corespundă un număr unic şi echivoc. Standardul Unicode reprezintă implementarea specificaţiilor ISO/IEC 10646, publicate prima dată în 1993 de către organizaţia ISO. Începând cu versiunea 11 programul foloseşte formatul Unicode aproape pentru toate fişierele de tip text. AxisVM X5 oferă asistenţă Unicode completă.
Suport teme Windows
Toate ferestrele apar în concordanţă cu tema selectată din Windows.

Cursorul În funcţie de comenzile programului, cursorul poate avea diferite forme:

cruce | cruce (mărire şi micşorare) | săgeată



Pe diferite obiecte cursorul îşi schimbă forma.
Vezi detaliat... 4.7.1 Aura cursorului

Lângă cursorul aşezat pe diferitele obiecte ale modelului, în funcţie de meniul utilizat, apar următoarele informaţii:

GEOMETRIE	coordonata nodului, lungimea liniei
ELEMENTE	elementul finit, lungime, masă, referinţă, gradele de libertate nodale, reazem, material, secţiune transversală
ÎNCĂRCĂRI	încărcarea pe elementul finit, masă nodală
REŢEA	parametrii de retea
STATICĂ	deplasare nodală, efort, tensiune, reacţiune
ANALIZĂ MODALĂ	valori vector propriu
DINAMICĂ	deplasare, acceleraţie, viteză, solicitare, tensiune, reacţiune
STABILITATE	valori vector propriu
ARMARE	aria necesară de armătură, armarea efectivă deschiderea fisurilor, verificare armare stâlp, dimensionare armare grindă, dimensionare fundaţie izolată
STRUCTURĂ METALICĂ	deplasări, forţe interne, valorile eforturilor unitare şi a eficienţelor
DIMENSIONARE LEMN	deplasări, forţe interne, rezultate factor de utilizare și rezistențe

Taste speciale ***Mişcarea cursorului*** se poate realiza uşor cu *mausul* sau cu următoarele *taste speciale:*

Taste de navigare, 🖱 — Mişcarea cursorului în planul curent

[Ctrl] + Taste de navigare, 🖱 — Mişcarea cursorului în planul curent cu pasul reglat de multiplicatorul **[Ctrl]**

[Shift]+ +[↑][↓][←][→], 🖱 — Miscarea cursorului în planul curent pe direcţiile cu unghiurile n·Δα, α unic sau α +n·90°

[Home] [End] — Mişcarea cursorului în direcţie perpendiculară pe planul curent

[Esc], 🖱 — Întreruperea funcţiei, revenire la un meniu superior.
Este echivalentă cu un clic cu butonul drept al mausului.

[Enter] [Space] 🖱 buton stâng — **Tastele de comandă**.
Se utilizează la executarea comenzilor alese din meniu sau la alegerea elementelor prin clic cu butonul stâng al mausului.

[Alt]	Activarea meniului principal
[Tab]	Deplasarea între ferestrele de dialog şi în interiorul lor.
[Alt]	Comutarea între zona de desen şi meniu
[+] [-]	Mărire/micşorare. Centrul măririi/micşorării este poziţia actuală a cursorului
[Insert] sau **[Alt]+[Shift]**	Mută originea desenului în poziţia actuală a cursorului
scroll	Înainte : mărire, Înapoi : micşorare, Apăsare şi mişcarea mausului : deplasarea desenului
	Centrul de mărire şi micşorare poziţia actuală a cursorului
butonul din dreapta	Afişarea meniului rapid. **Vezi...** 2.7 Meniul rapid

2.6. Taste *rapide*

Pot fi definite scurtături pentru operațiuni uzuale, comenzi de pe bara de instrumente, opțiuni din meniu. Setările implicite în AxisVM13 sunt prezentate mai jos. Scurtăturile comenzilor de pe bara de instrumente principală sunt dependente de fereastră, aceeași scurtătură poate avea funcții diferite în diferite ferestre (*Geometrie, Elemente, Incarcari* etc.).

Comenzi generale
- Deschide ..... Ctrl+O
- Salvează ..... Ctrl+S
- Imprimare ..... Ctrl+P
- Inapoi (undo) ..... Alt+BkSp
- Din nou (redo) ..... Shift+Alt+BkSp
- Managerul de folii F11
- Niveluri F7
- Căutare în tabel F12
- Editor de breviar de calcul F10
- Biblioteca de desene F6
- Salvare în biblioteca de desene F9
- Ștergere ..... Del
- Setarea originii relative ..... Ins
- Ipoteza de încărcare anterioară ..... Ctrl+PgUp
- Ipoteza de încărcare următoare ..... Ctrl+PgDn

Bara de iconițe
- Selectare ..... S
- Codificarea culorilor ..... Shift+C
- Translatie / Copiere ..... Shift+T
- Rotire ..... Shift+R
- Oglindire ..... Shift+M
- Scalare ..... Shift+S
- Linii de cote ..... Ctrl+Alt+D
- Modificarea foliei de fundal ..... Ctrl+Alt+E
- Detaliu ..... Shift+P
- Secțiune ..... Shift+Ctrl+X
- Căutare F3
- Opțiuni de reprezentare ..... Ctrl+Y
- Informații ..... Shift+I
- **Vederi**
  - Apropiere ..... Ctrl+ü
  - Îndepărtare ..... Shift+Ctrl+ü
  - Model întreg ..... Ctrl+W
  - Deplasare ..... Ctrl+M
  - Rotire ..... Ctrl+R
  - Vedere din față ..... Ctrl+1
  - Vedere laterală ..... Ctrl+3
  - Vedere de sus ..... Ctrl+2
  - Perspectivă ..... Ctrl+4
  - Reprezentare în linii ..... Alt+F5
  - Reprezentare cu suprafețe ..... Alt+F6
  - Reprezentare randată ..... Alt+F7
  - Textură ..... Alt+F8
- **Linii de ghidare**
  - Axe ..... Shift+G
  - Perpendicular ..... Alt+V

Paralel ..... Alt+P
Bisector ..... Alt+B
Punct de împărțire ..... Alt+M
Intersecția a două drepte ..... Alt+I

Bara de instrumente

[Geometrie] ..... Shift+F1
[Elemente] ..... Shift+F2
[Încărcări] ..... Shift+F3
[Rețea] ..... Shift+F4
[Statică] ..... Shift+F5
[Stabilitate] ..... Shift+F6
[Analiză modală] ..... Shift+F7
[Dinamică] ..... Shift+F8
[Dimensionare - Beton] ..... Shift+F9
[Dimensionare - Metal] ..... Shift+F10
[Dimensionare - Lemn] ..... Shift+F11

Geometrie

Nod ..... N
Linie L
Poligon ..... P
Dreptunghi ..... R
Arc ..... A
Arc prin trei puncte ..... B
Divizare orizontală ..... H
Divizarea liniilor ..... D
Intersectare automată I

Elemente

Material ..... Shift+Ctrl+M
Secțiune ..... Shift+Ctrl+C
Definire directă obiecte F4
Definire directă reazeme F5
Domeniu ..... D
Gaură ..... H
Elemente liniare L
Reazem nodal ..... T
Reazem liniar ..... U
Element de legătură nod-nod I
Element de legătură linie-linie..... J

Încărcări

Ipoteze și grupuri de încărcări..... L
Combinații de încărcări C
Încărcări nodale ..... N
Încărcări concentrate le bară ..... B
Încărcări concentrate le domeniu ..... A
Încărcare pe elemente liniare ..... J
Încărcare pe muchie ..... E
Încărcare liniară pe domeniu I
Încărcare distribuită pe suprafață ..... H
Încărcare distribuită pe domeniu ..... D
Încărcare de suprafață distribuită pe zăbrele/bare/nervuri ... K
Panou de încărcare ..... P
Încărcare din zăpadă ..... O
Încărcare din vânt ..... W
Încărcare cu lichide ..... F
Greutate proprie ..... G
Definire încărcare liniară mobilă ..... T

Rețea

Generare rețea ..... G

Statică

Analiză statică liniară L
Analiză statică neliniară ..... N
Parametri de afișare a rezultatelor ..... D
Valori Min, Max ..... Ctrl+X
Animație ..... A

Stabilitate

Analiză de stabilitate L
Parametri de afișare a rezultatelor ..... D
Valori Min, Max ..... Ctrl+X
Animație ..... A

Analiză modală

Analiză modală L
Parametri de afișare a rezultatelor ..... D
Valori Min, Max ..... Ctrl+X
Animație ..... A

Dynamic

Dynamic analysis L

Parametri de afișare a rezultatelor ..... D
Valori Min, Max ..... Ctrl+X
Animație ..... A
Dimensionare - Beton
Parametri de armare ..... P
Armare efectivă ..... T
Parametri de afișare a rezultatelor ..... D
Valori Min, Max ..... Ctrl+X
Animație ..... A
Armare stâlpi C
Armare grinzi ..... B
Verificare la străpungere placă ..... U
Dimensionare fundație izolată ..... F
Dimensionare fundație continuă..... I
Dimensionare - Metal
Parametri de proiectare ..... P
Parametri de afișare a rezultatelor ..... D
Valori Min, Max ..... Ctrl+X
Calculul îmbinării ..... J
Calculul îmbinării ..... K
Optimizarea secțiunilor metalice ..... O
Dimensionare - Lemn
Parametri de proiectare ..... P
Parametri de afișare a rezultatelor ..... D
Valori Min, Max ..... Ctrl+X
Animație ..... A

Meniu
Fișier
Deschide ..... Ctrl+O
Salvează ..... Ctrl+S
Imprimare ..... Ctrl+P
Ieșire ..... Ctrl+Q
Editare
Înapoi (undo) ..... Alt+BkSp
Din nou (redo) ..... Shift+Alt+BkSp
Selectează tot ..... Num *
Copiere ..... Ctrl+C
Inserare ..... Ctrl+V
Ștergere ..... Del
Căutare în tabel F12
Editor de breviar de calcul F10
Biblioteca de desene F6
Salvare în biblioteca de desene F9
Greutăți F8
Asamblarea elementelor structurale ..... Shift+A
Dezasamblarea elementelor structurale ..... Shift+B
Inversarea sistemului de coordonate local..... Ctrl+E
Opțiuni
Simboluri grafice ..... Ctrl+Y
Selector ..... Ctrl+D
Managerul de folii F11
Niveluri F7
Linii de ghidare ..... Ctrl+G
Axe ..... Shift+G
Scurtături ..... Ctrl+K
Preferințe
Fonturi ..... Shift+Alt+F
Analiza ..... Shift+Alt+B
Afișare
Vedere din față ..... Ctrl+1
Vedere de sus ..... Ctrl+2
Vedere laterală ..... Ctrl+3
Perspectivă ..... Ctrl+4
Mai sus cu un nivel ..... PgUp
Mai jos cu un nivel ..... PgDn
Mărire ..... Ctrl+ü
Micșorare ..... Shift+Ctrl+ü
Model întreg ..... Ctrl+W
Deplasare ..... Ctrl+M
Rotire ..... Ctrl+R
Reprezentare în linii ..... Alt+F5
Reprezentare cu suprafețe ..... Alt+F6
Reprezentare randată ..... Alt+F7
Textură ..... Alt+F8
Ferestre

```
    Editor de proprietăți ..... Shift+Alt+P
    Info ..... Shift+Alt+I
    Codificarea culorilor ..... Shift+Alt+C
    Coordonate ..... Shift+Alt+K
    Legenda de culori ..... Shift+Alt+L
    Încărcare imagine de fundal ..... Ctrl+B
    Împărțire orizontală ..... Shift+H
    Împărțire verticală ..... Shift+V
    Închide fereastra ..... Ctrl+F4
    Micșorarea textului în etichete ..... Ctrl+Alt+I
    Mărirea textului în etichete ..... Ctrl+Alt+O
    Biblioteca de desene ..... F6
    Salvare în biblioteca de desene ..... F9
  Help
    Conținut ..... F1
Comenzi rapide
  Intersectare automată ..... Ctrl+I
  Rețea EF activată/dezactivată ..... M
  Reprezentarea exclusivă a elementelor selectate .. Ctrl+F
  Reprezentare încărcarilor activată/dezactivată ... Ctrl+L
Opțiuni de reprezentare a rezultatelor
  Inactiv ..... Ctrl+F5
  Diagramă ..... Ctrl+F6
  Izolinii ..... Ctrl+F7
  Suprafețe de nivel ..... Ctrl+F8
  Secțiune ..... Ctrl+F9
  Suprafețe de nivel 3D ..... Ctrl+F10
  Diagramă + valori medii ..... Ctrl+F11
  Lista cu componentele rezultatelor ..... Q
Coordinate
  X ..... X
  Y ..... Y
  Z ..... Z
  L ..... Shift+Ctrl+L
  R ..... Shift+Ctrl+R
  A ..... Shift+Ctrl+A
  H ..... Shift+Ctrl+H
  B ..... Shift+Ctrl+B
  Plan de lucru temporar ..... Shift+Ctrl+W
  Blocare X[m] : ..... Ctrl+Alt+X
  Blocare Y[m] : ..... Ctrl+Alt+Y
  Blocare Z[m] : ..... Ctrl+Alt+Z
  Blocare L[m] : ..... Ctrl+Alt+L
  Blocare r[m] : ..... Ctrl+Alt+R
  Blocare a[°] : ..... Ctrl+Alt+A
  Blocare h[m] : ..... Ctrl+Alt+H
  Blocare b[°] : ..... Ctrl+Alt+B
  Coordonate relative / globale ..... Shift+D
  Coordonate polare relative / globale ..... Shift+E
```

Taste rapide generale

[Ctrl]+[W]	Desenul întreg
[Ctrl]+[1]	Planul X-Z
[Ctrl]+[2]	Planul X-Y
[Ctrl]+[3]	Planul Y-Z
[Ctrl]+[4]	Perspectivă
[Ctrl]+[P]	Imprimare
[Ctrl]+[A]	Selectare toate elementele
[Ctrl]+[[]	Reluarea vederii anterioare (View Undo)
[Ctrl]+[]]	Reluarea vederii ulterioare (View Redo)
[Ctrl]+[Z]	Înapoi (Undo)
[Shift]+[Ctrl]+[Z]	Din nou (Redo)
[Tab]	Fereastra următoare
[Ctrl]+[R]	Redesenare
[Ctrl]+[Q]	Ieşire din program
[Ctrl]+[C]	Copiere în memorie rapidă
Ctrl+↑	Ipoteza de încărcare anterioară
Ctrl+↓	Ipoteza de încărcare următoare
[Ctrl]+[G]	Linii de ghidare

[Alt]	Salt în meniul principal
[+]	Mărire
[-]	Micşorare
[Ctrl]+[O]	Deschide
[Ctrl]+[S]	Salvare
[Delete]	Şterge elemente şi proprietăţi marcate
[Ctrl]+[D]	Selector
[Ctrl]+[L]	Etichete
[Ctrl]+[Y]	Simboluri
[Ctrl]+[E]	Inversarea direcţiei locale x a barei
[F1]	Help contextual
[F7]	Definirea nivelurilor
[F8]	Greutăţi în funcţie de materiale
[F9]	Adăugare imagine în biblioteca de imagini
[F10]	Editorul de breviar de calcul
[F11]	Managerul de folii
[F12]	Tabele

Taste rapide în tabele

[Ctrl]+[L]	Selectare din baza de date
[Alt]+[F4]	Ieşire
[Ctrl]+[Insert]	Inserare rând nou
[Ctrl]+[Delete]	Ştergere rând activ
[Ctrl]+[A]	Selectarea întregului tabel
[F5]	Salt la un rând dat
[Ctrl]+[D]	Format implicit
[Ctrl]+[Alt]+[F]	Reglare date din coloane
[Ctrl]+[R]	Setare afişare rezultate
[Ctrl]+[G]	Editare secţiune nouă (biblioteca de profile)
[Ctrl]+[M]	Modificare secţiune actuală (biblioteca de profile)
[F1]	Help contextual
[F9]	Adăugare tabel la breviar de calcul
[F10]	Editorul de breviar de calcul

Taste rapide în editorul de breviar de calcul

[Ctrl]+[T]	Inserare text
[Alt]+[B]	Page-break
[Ctrl]+[W]	Export în Fisier RTF
[Ctrl]+[R]	Vizualizare document imprimat
[Ctrl]+[P]	Imprimare
[Delete]	Ștergere

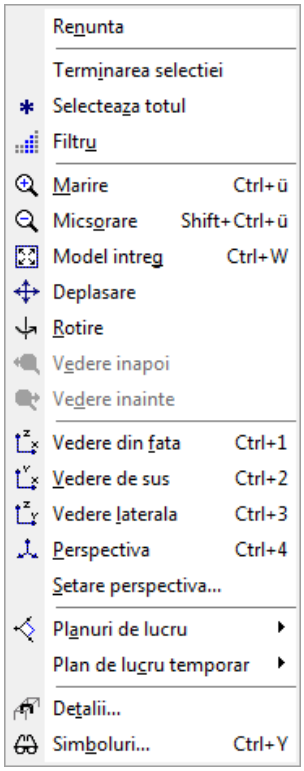
Comenzile rotiței mausului

Rotire înainte	mărire
Rotire înapoi	micșorare
Clic pe rotiță+ mișcare	deplasare
Clic pe rotiță+ ALT+mișcare	rotire
Clic pe rotiță+ CTRL+moșcare	deplasare rapidă

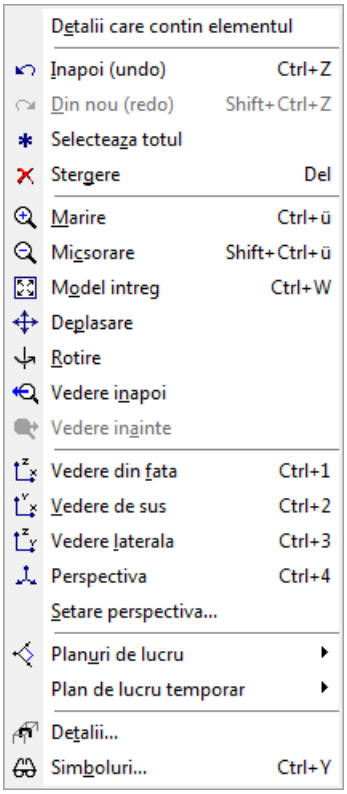
2.7. Meniul rapid

Clic dreapta La apăsarea butonului drept de pe , pe ecran apare meniul rapid. Conţinutul meniului se schimbă în funcţie de comanda activată.

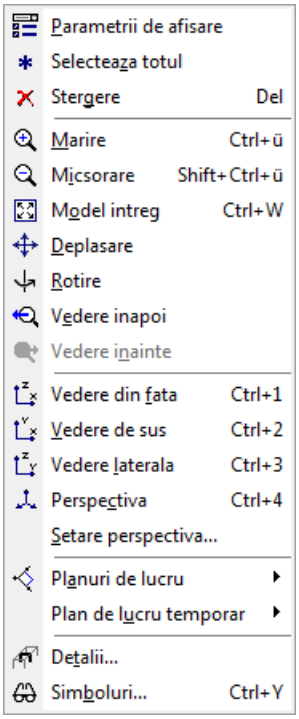
Selectare



Geometrie/Elemente/Incărcări



Rezultate



2.8. Ferestre de dialog

La activarea unei funcţii, de regulă se afişează o fereastră de dialog. Utilizarea acestor ferestre este similară cu utilizarea ferestrelor din aplicaţiile Windows.
Tipul fonturilor folosite în ferestrele de dialog se pot seta în fereastra de dialog Opţiuni/Preferinţe/Fonturi.
Poziţia ferestrelor de dialog se poate schimba. Poziţia schimbată este memorată de către program şi la utilizarea următoare fereastra se afişează pe această poziţie.

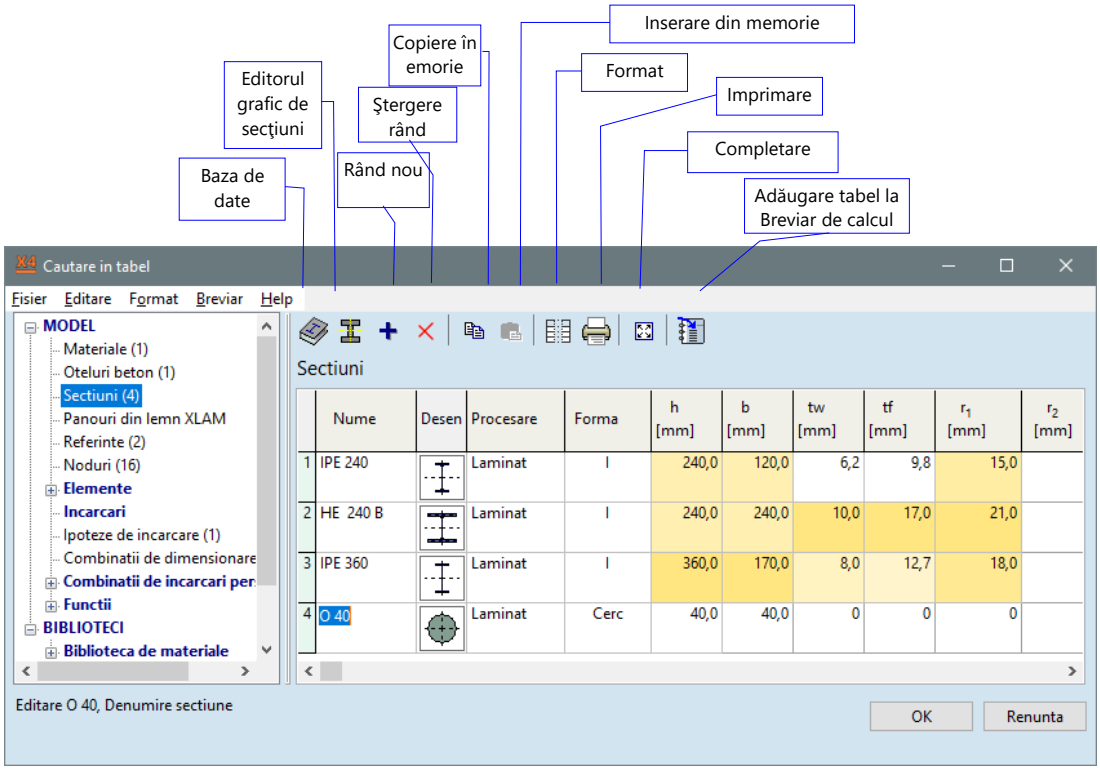
2.9. Tabele

[F12]

Modul de lucru cu tabelele din program este independent de conţinutul acestora. Toate datele de intrare şi rezultatele sunt date şi în tabele, care se pot accesa printr-un clic pe butonul de ***Căutare în tabel*** sau cu tasta **[F12]**. Tabelul dorit se poate alege din structura ierarhică a datelor din partea stânga a ferestrei de dialog (**vezi** *figura de mai jos*). Conţinutul tabelelor se afişează în funcţie de etapa de utilizare a programului (introducere date, rezultate).

☞ ***În tabele apar numai datele conform criteriilor de filtrare. Dacă sunt selectate elemente sau sunt activate detalii, în tabele apar datele referitoare numai la aceste elemente. Criteriile actuale de filtrare sunt afişate în partea stânga de jos a ferestrei de dialog.***

Criteriul actual de filtrare este afişat în titlul tabelului, iar rezultatul filtrării în partea stânga inferioară a ferestrei de dialog.



Sortarea tabelelor după coloane

Tabelele cu datele de intrare și tabelele de rezultate pot fi sortate aproape după toate coloanele. Dacă sortarea este posibilă, culoarea antetului coloanei se va modifica atunci când mergem cu mausul deasupra. Dacă apăsăm clic, culoarea căsuței se transformă în albastru deschis și vor apărea următoarele posibilități de sortare: fără sortare, ascendent, descendent.

Tabelele cu datele de intrare, în cele mai multe cazuri, pot fi sortate după mai multe coloane în același timp. Ex. În tabelul nodurilor dacă facem sortare prima dată după Z, apoi după X, obținem o sortare după Z, iar unde avem aceleași coordonate după Z, sortarea se va face după X. Tabelele de rezultate pot fi sortate doar după o singură coloană (în cazul în care facem o sortare după o altă coloană, sortarea se va face în funcție de primul criteriu).
Dar sunt și aici coloane care pot fi folosite ca primul criteriu (de ex. Sortare prima dată după secțiune transversală, apoi după un component de solicitare, deplasare).

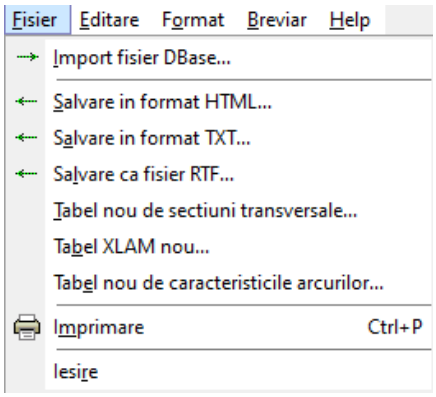
În cazul sortării după mai multe coloane, ordinea sortării poate fi verificată, dacă apăsăm clic dreapta pe antetul coloanei. (sortări după coloane

Codarea culorilor tabelelor

Se poate aplica o codare a culorilor (care se vede doar pe ecran) pentru valori afișate în căsuțele tabelelor. (ex. Grosimea domeniului, secțiunea transversală a barei, lungimea barei, componente de rezultate etc.). A.î. se pot observa mai ușor valorile egale, mai mari sau mai mici.
În cazul tabelelor de rezultate, valorile negative apar cu fundal albastru, iar valorile pozitive cu fundal

roşu.
Valorile în tabele de tip eficienţă sunt afişate cu fundal verde, în cazul în care valoarile se încadrează între limitele date, iar în cazul în care valorile sunt peste limită, sunt afişate cu fundal roşu. Codarea culorilor poate fi dezactivată, vezi *Format/Codarea culorilor*.

Meniul Fişier



Selectare din baza de date **[Ctrl]+[L]**

Dacă este selectat tabelul Materiale, Secţiuni Transversale, Caracteristici de Resort sau Panouri de Lemn XLAM, primul element de meniu permite răsfoirea bibliotecii de materiale încorporate, a bibliotecii cu secţiuni transversale, a bibliotecilor cu caracteristici de resort sau a bibliotecilor cu lemn XLAM.

Încărcarea fişierului DBase

Încarcă în tabel fişierul DBase sub forma nume.dbf. Programul verifică valorile câmpurilor fişierului Dbase. În cazul în care aceste valori nu pot fi scrise în tabel programul afişează un mesaj de eroare.

Salvare într-un fişier DBase

Tabelul se salvează într-un fişier *nume.dbf*. Denumirile câmpurilor în fişierul Dbase sunt create pornind din denumirile coloanelor. Toate câmpurile sunt de tip text.

Salvare într-un fişier HTML

Tabelul se salvează într-un fişier *nume.htm*. Un fişier astfel creat poate fi importat sub formă tabelară de exemplu şi de programul Microsoft Word. Anumite setări ale coloanelor nu pot fi transpuse în fişierul HTLM, astfel acestea se vor seta în editorul de texte.

Salvare într-un fişier de text

Tabelul se salvează într-un fişier *nume.txt* (ASCII).

Salvare într-un fişier RTF

Tabelul se salvează într-un fişier *nume.rtf* cu fişierul şablon actual. Pentru fişierul şablon. Puteţi importa acest fişier în Microsoft Word sau orice alt program de editare a textelor ce recunoaşte fişiere RTF. **Vezi...** 2.10.2 Breviar de calcul

Tabel cu secţiuni nou

Creare tabel nou cu secţiuni, care este salvat în fişierul *nume.sec*. Programul introduce tabelul astfel creat în baza de date a secţiunilor, lângă tabele cu proprietăţi asemănătoare. În tabelul creat se pot stoca profile unice, tipul tabelului influenţeaza numai poziţia în structura tabelului.

Caracteristicile tabelului cu profile...

Se pot modifica parametrii tabelului dat de utilizator (denumirea tabelului, tipul profilului)

Stergearea tabelului cu profile

Se poate şterge tabelul cu profile date de utilizator.

Tabel XLAM nou

Se pot crea tabele unice cu profile laminate XLAM pentru panouri de lemn XLAM.

Redenumirea tabelelor XLAM

În baza de date a panourilor de lemn XLAM, se pot modifica numele tabelelor unice cu profile laminate XLAM.

Ştergerea tabelelor XLAM

În baza de date a panourilor de lemn XLAM, se pot sterge tabelele unice cu profile laminate XLAM.

Nou tabel de caracteristici de

Creează un nou tabel de caracteristici de resort în Biblioteci/Biblioteca de caracteristici de resort.

resort

Redenumește tabel de caracteristici de resort

Dacă în biblioteca de caracteristici de resort este selectat un tabel cu caracteristici de resort, acest element de meniu apare iar numele tabelului poate fi modificat.

Ștergere tabel de caracteristici de resort

Dacă în biblioteca de caracteristici de resort este selectat un tabel cu caracteristici de resort, acest element de meniu apare iar tabelul poate fi șters.

Imprimare

[Ctrl]+[P]

Conţinutul tabelului este tipărit cu imprimanta selectată cu antetul şi observaţia dată.
Activând *Descrierea coloanelor tebelului*,, se va afișa o descrierea a coloanelor sub tabel.

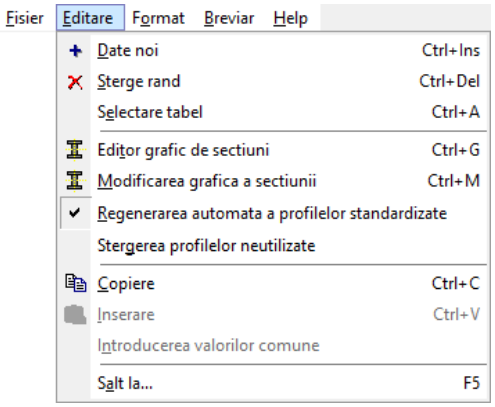
Name: Cross-section name; **Process:** Manufacturing process; **h:** Cross-section height; **b:** Cross-section width; **tw:** Web thickness; **tf:** Flange thickness; r_1, r_2, r_3: Rounding radius; **Ax:** Cross-section area; **Ay, Az:** Shear area; **Ix:** Torsional inertia; **Iy, Iz:** Flexural inertia; **Iyz:** Centrifugal inertia; I_1, I_2: Principal flexural inertia; **α:** Principal directions; **Iω:** Warping constant; $W_{1,el,t}$, $W_{1,el,b}$, $W_{2,el,t}$, $W_{2,el,b}$: Elastic modulus; $W_{1,pl}$, $W_{2,pl}$: Plastic modulus; i_y, i_z: Radius of inertia; **Hy:** Dimension in local y direction; **Hz:** Dimension in local z direction; y_G: y coordinate of the center of gravity; z_G: z coordinate of the center of gravity; y_s: y coordinate of the shear (torsion) center relative to the center of gravity; z_s: z coordinate of the shear (torsion) center relative to the center of gravity; **S.p.:** Stress calculation points;

Ieşire

[Alt]+[F4]

Se închide tabelul, are acelaşi efect ca şi butonul Renunţă.

Meniul Editare



Rând nou

, [Ctrl]+[Insert]

Introducerea unui rând nou în tabel

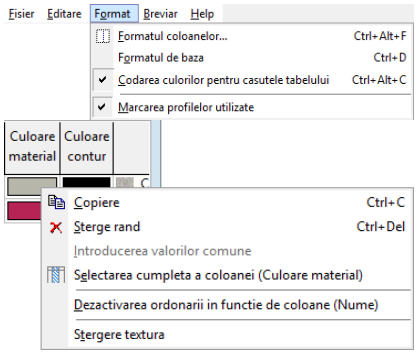
Ştergere rânduri

, Ctrl]+[Delete]

Şterge rândul selectat. Opţiunea se găseşte şi în meniul rapid.

Ştergerea texturilore

Este afişată numai pentru baza de date a materialelor sau tabelul materialelor şi şterge texturiel pentru rândurile selectate. Opţiunea se găseşte şi în meniul rapid.



Selectarea tabelului

[Ctrl]+[A]

Selectează tot conţinutul tabelului

Editor grafic de secţiuni

, [Ctrl]+[G]

Cu ajutorul editorului grafic de secțiuni se pot creea profile noi, care pot fi adăugate în baza de date a secțiunilor.

Modificarea grafica a secţiunii

, [Ctrl]+[M]

Modificarea secţiunilor încărcate din baza de date sau create cu editorul grafic de secţiuni

Generarea automată a

Dacă opţiunea este activată conform parametrilor modificate în tabel se recalculează datele secţiunii.

profilelor tipizate

Ştergerea profilelor neutilizate Se şterg din tabel profilele neutilizate în model.

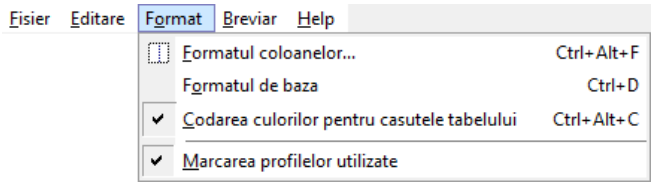
Copiere , **[Ctrl]+[C]** Copierea rândurilor în memoria temporară (clipboard). Opţiunea se găseşte şi în meniul rapid.

Înserare , **[Ctrl]+[V]** Înserarea conţinutului memoriei temporare

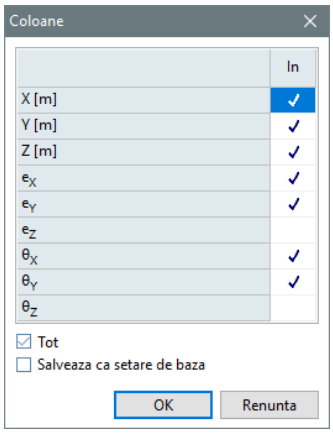
Introducerea valorilor comune În cazul în care căsuţele selectate fac parte dintr-o singură coloană, se poate introduce o valoare comună pentru acestea printr-un clic cu butonul drept al mausului pe acestea şi selectând opţiunea *Introducerea valorilor comune*.
De exemplu: în tabelul *Noduri* selectând coloana coordonatelor Z, se poate da o valoare comună pentru acestea aliniind nodurile într-un singur plan. Opţiunea se găseşte şi în meniul rapid.

Salt la... **[F5]** Salt la un rând dat al tabelului.

Meniul Format Definire date



Activarea afişării coloanelor , **[Ctrl]+[Alt]+[F]**



Puteţi specifica dacă o coloană este sau nu vizibilă prin activarea/dezactivarea căsuţelor. Dacă unele coloane sunt dezactivate, informaţiile din acele coloane apar sub tabel. Activând opţiunea *Salvează ca setare de bază*, modificările efectuate vor deveni setări implicite pentru acel tip de tabel.

Se poate regla modul de afişare a cifrelor în coloane. În lista din partea stângă a ferestrei de dialog apare conţinutul capului de tabel, iar în coloana alăturată se poate selecta coloana care se afişează. În listele de selecţie din partea dreaptă a ferestrei de dialog se poate regla formatul de afişare a conţinutului coloanelor. Se poate alege numărul zecimalelor cu care se afişează cifrele în coloana (ex. -371.6), sau în format exponenţial (-3.716E+02).
La introducerea numerelor reale se poate utiliza numai separatorul de zecimale setat în Windows, în *Start/ Settings/Control Panel/Regional Settings/Number/Decimal symbol*.Lăţimea coloanelor se poate regla prin mişcarea delimitărilor căsuţelor din capul de tabel.

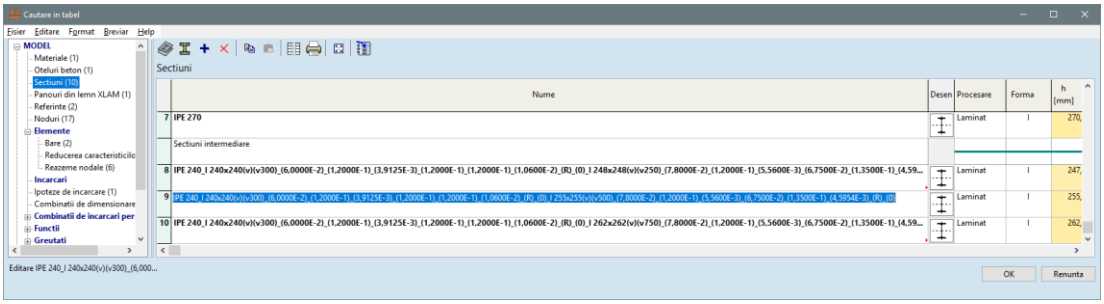
Formatul de bază **[Ctrl]+[D]** Datele în tabel sunt afişate conform formatului implicit inclusiv lăţimea coloanelor.

Unităţi de măsură... **Vezi...** 3.3.8 Unităţi de măsură

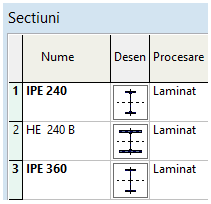
Ordinea ipotezelor de încărcare... Se poate seta ordinea de afişare a ipotezelor de încărcare prin deplasare sau aranjare.
Vezi... 4.10.1 Ipoteze şi grupuri de încărcări

Codarea culorilor tabelelor **Ctrl+Alt+C** Se poate aplica o codare a culorilor (care se vede doar pe ecran) pentru valori afişate în căsuţele tabelelor. Codarea culorilor poate fi activată, sau dezactivată. (vezi *întroducere*)

Secţiuni intermediare Dacă elementele cu secţiune variabilă sunt împărţite, cu aceasta opţiune se pot afişa datele secţiunilor intermediare generate de program la capătul tabelului.



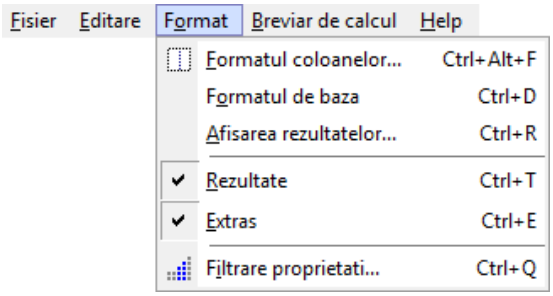
Marcarea profilelor utilizate



Uşurează lucrul cu tabelul seţiunilor. Cu activarea opţiunii *Ştergerea profilelor neutilizate* (**vezi...** 2.9 Tabele/ *Ştergerea profilelor neutilizate*) aceste profile se şterg.

La afisarea rezultatelor meniul format este extins:

Afisare rezultate



Optiuni de reprezentare...
[Ctrl]+[R]

În fereastra de dialog se poate seta modul de afisare a tabelului: tabel detaliat sau numai extras din rezultate.
Vezi detaliat... 6.1.5 Tabele cu rezultate

Rezltate
[Ctrl]+[T]

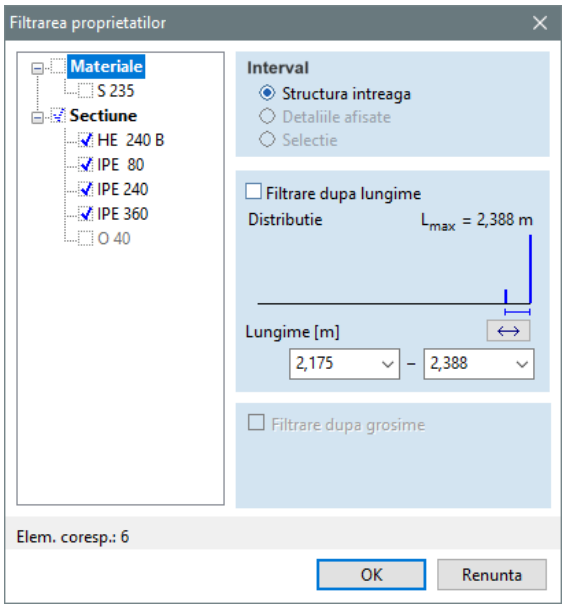
Afişarea rezultatelor în tabel

Extras
[Ctrl]+[E]

Extras din rezultate

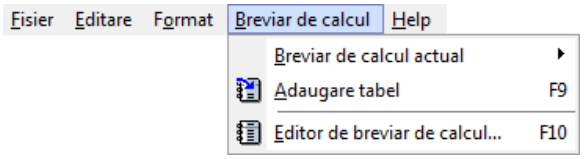
Filtrare proprietăţi

[CTRL]+[Q]



Cu ajutorul filtrului se pot seta proprietăţile elementelor a caror rezultate sunt afişate în tabel. Programul în funcţie de mulţimea iniţială crează tabelul cu rezultate.

Breviar de calcul

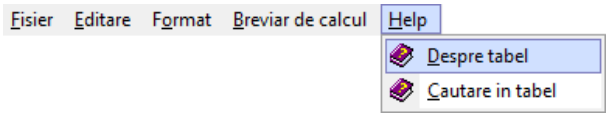


Breviar actual Se poate selecta breviarul de calcul actual în care se va introduce tabelul.
Vezi... 2.10 Editorul de breviar de calcul

Adăugare tabel **, [F9]** Adăugarea tabelului la breviarul de calcul actual. Dacă din structura ierarhică a datelor din partea stânga a ferestrei se selectează un element care conţine mai multe tabele (de exemplu MODEL sau Încărcări) atunci cu această funcţie, tot conţinutul elementului se introduce în breviarul de calcul. În cazul tabelelor cu rezultate dacă acestea conţÎn numai extrasul rezultatelor atunci şi tabelele adăugate vor conţine numai extrasele rezultatelor. **Vezi...** 2.10 Editorul de breviar de calcul

Editor de breviar de calcul... **, [F10]** Pornire Editorul de breviar de calcul

Help



Despre tabel Găsim informaţii despre tabel.

Căutare în tabel Găsim informaţii despre posibilităţile de editare a tabelelor.

Mărime totală În funcţie de numărul rândurilor, se afişează tot tabelul.

☞ ***În tabelele de rezultate dacă în fereastra de Opţiuni de afişare este selectată şi opţiunea de extras, apar şi valorile minime/maxime a rezultatelor. Dacă este selectată numai opţiunea de extras, în tabel apar numai valorile extreme.***

Mişcare, selectare în tabel

[Tab] Deplasarea câmpului activ (modificabil) al tabelului sau defilarea rândurilor din tabel.

Taste de navigare, clic stânga ***La apăsarea simultană a tastei [Shift] cu tastele săgeţilor se pot selecta căsuţe din tabel. Căsuţele tabelului pot fi alese cu butonul stâng ţinut apăsat şi cu deplasarea mausului. Printr-un clic pe capul de coloană se selectează întreaga coloană. Printr-un clic pe capul de rând se selectează întregul rând. Printr-un clic pe prima căsuţă din stânga sus al tabelului se selectează întregul tabel. Căsuţele alese pot fi copiate ca un tabel în clipboard. Dacă este aleasă doar o singură coloană, poate fi dată o valoare comună pentru fiecare căsuţă din coloană. Pentru informaţii suplimentare vezi...*** **Setarea valorilor comune.**

[Home] Salt în prima căsuţă a rândului.

[End] Salt în ultima căsuţă a rândului.

[Ctrl]+[Home] Salt în prima căsuţă a tabelului.

[Ctrl]+[End] Salt în ultima căsuţă a tabelului.

[Page Up] Defilarea tabelului în sus. Cu ţinut apăsat pe clic stânga pe partea superioară a barei de defilare se ajunge la acelaşi efect.

[Page]+[Down] Defilarea tabelului în jos. Cu ţinut apăsat pe clic stânga pe partea inferioară a barei de defilare se ajunge la acelaşi efect.

[Ctrl]+[→] Defilare în tabel spre dreapta sau salt la căsuţa următoare. Poate fi utilizată doar în cazul tabelelor cu mai multe coloane decât cele vizualizate deodată. Cu ţinut apăsat pe partea dreaptă al barei de defilare se ajunge la acelaşi efect.

[Ctrl]+[←] Defilare în tabel spre stânga sau salt la căsuţa următoare. Poate fi utilizată doar în cazul tabelelor cu mai multe coloane decât cele vizualizate deodată. Cu ţinut apăsat pe partea stângă al barei de defilare se ajunge la acelaşi efect.

[Enter] Terminarea introducerii datelor în căsuţa aleasă (modificabilă). Se activează automat căsuţa următoare a coloanei sau la capătul coloanei prima căsuţă din coloana următoare.
Printr-un clic în oricare căsuţă, aceasta devine activă.

[Esc] Întreruperea introducerii datelor în căsuţa activă. În căsuţă va rămâne valoarea iniţială.
Printr-un clic dreapta /**Renunţă** se ajunge la aceeaşi efect.

Ok Ieşire din tabel cu salvare.

Renunţă Ieşire din tabel fără salvare.

2.10. Editorul de breviar de calcul

[F10]

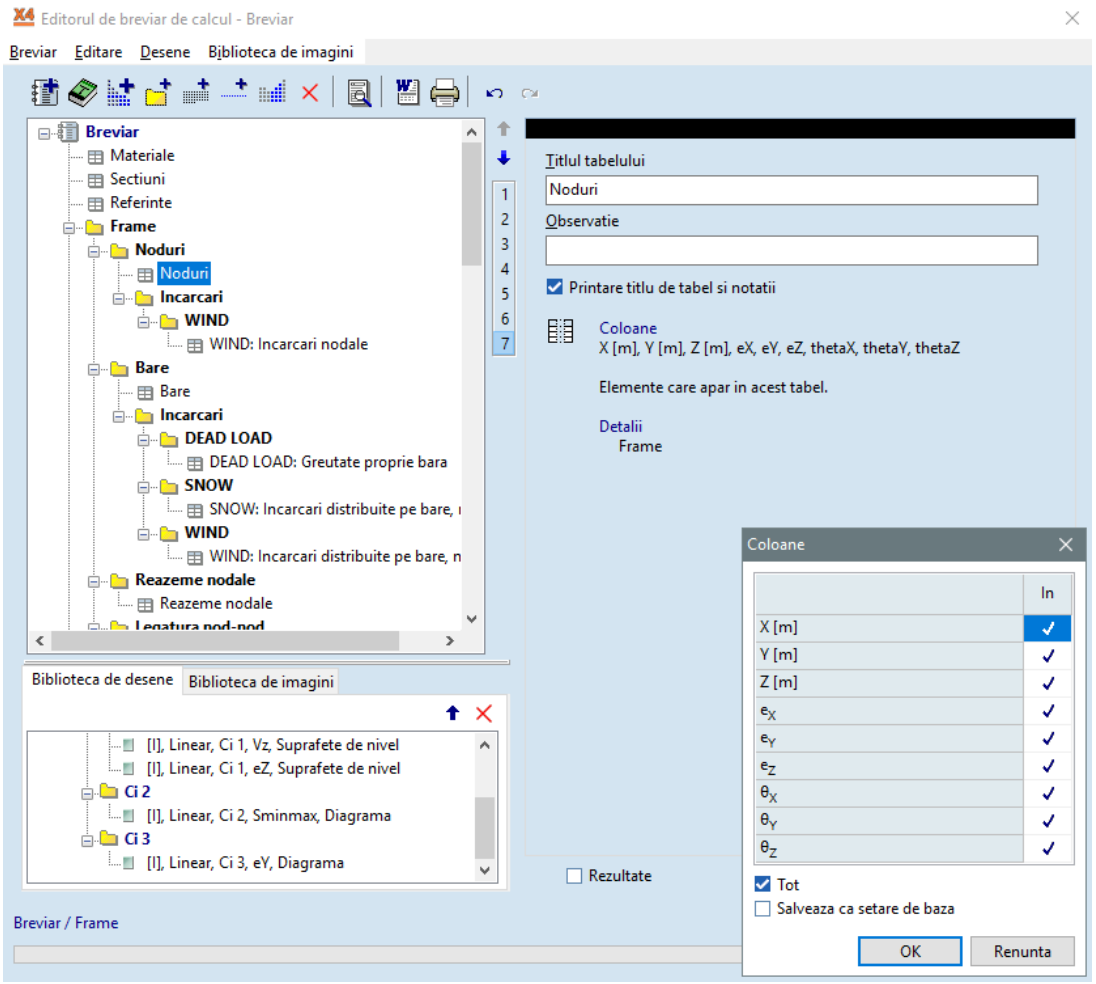
Cu ajutorul editorului de breviar de calcul, diagramele create de program şi textele introduse de utilizator se pot edita intr-un breviar de calcul complet care se salvează în fişierul de model *(.axs)*. Documentaţia astfel creată se poate imprima sau salva în format RTF. Fişierele RTF se pot edita cu editorul de documente Word.

Tabelele adăugate la breviarul de calcul se reactualizează automat la orice modificare a modelului (modificarea sau ştergerea parţiala a modelului).

În editorul de breviar de calcul se pot edita concomitent mai multe documente. Conţinutul documentaţiilor este vizualizat în structura din partea stânga a ferestrei editorului de breviar de calcul. Informaţiile referitoare la documentaţia selectată sunt afişate în partea dreaptă a ferestrei editorului de breviar de calcul.

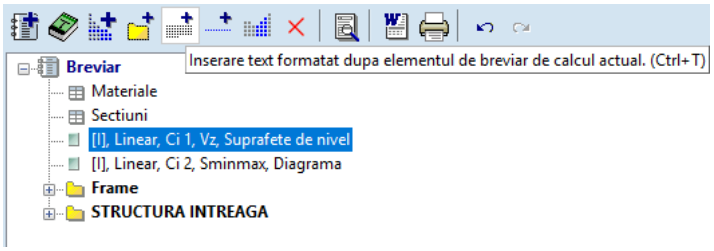
În partea dreaptă se poate modifica numele Directorului selectat.

În cazul **tabelelor**, pe partea dreaptă se afişează denumirea coloanelor, observaţia utilizatorului şi alte informaţii referitoare la tabel. Se pot seta coloanele care se introduc din tabel în breviarul de calcul precum titlul tabelului şi observaţia utilizatorului.
Titlul şi textul comentariului pot fi editate, dar când modificaţi limba de documentare, programul traduce doar titlurile generate automat.

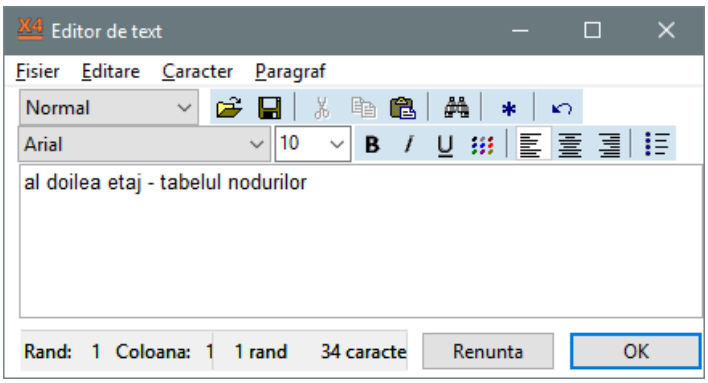


În cazul **textelor**, în structura breviarului se afişează începutul textului iar în partea dreaptă a ferestrei editorului de breviar de calcul, textul complet. Textul se poate edita printr-un clic pe textul din

structura breviarului de calcul.



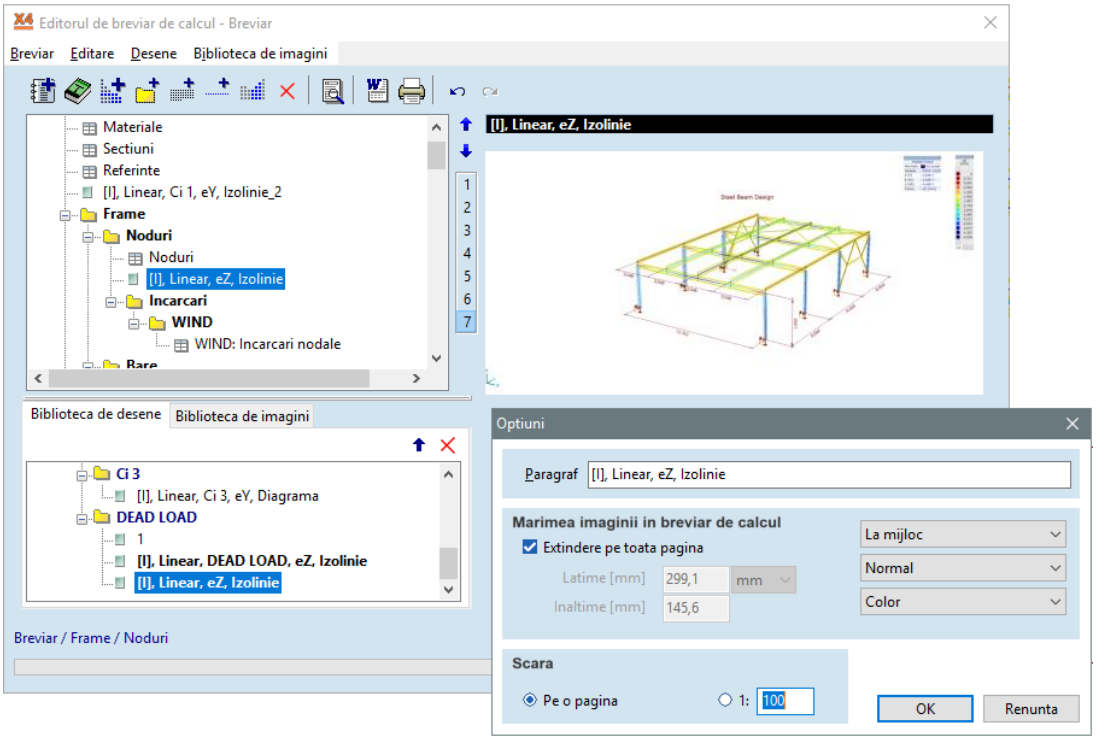
În cazul textelor, în arbore apar primele cuvinte, iar în dreapta într-o căsuță needitabilă apare textul complet. Putem modifica textul prin comanda ***Editare***.



În cazul **imaginilor** se poate introduce titlul imaginii, mărimea şi alinierea în breviarul de calcul.

Activând fereastra *Biblioteca de desene* se poate selecta unul din desenele salvate. Diferența între desene şi imagini este că în cazul desenelor sunt salvate setările aferente desenelor. Avantajul în acest caz este că desenele urmăresc modificările modelului.

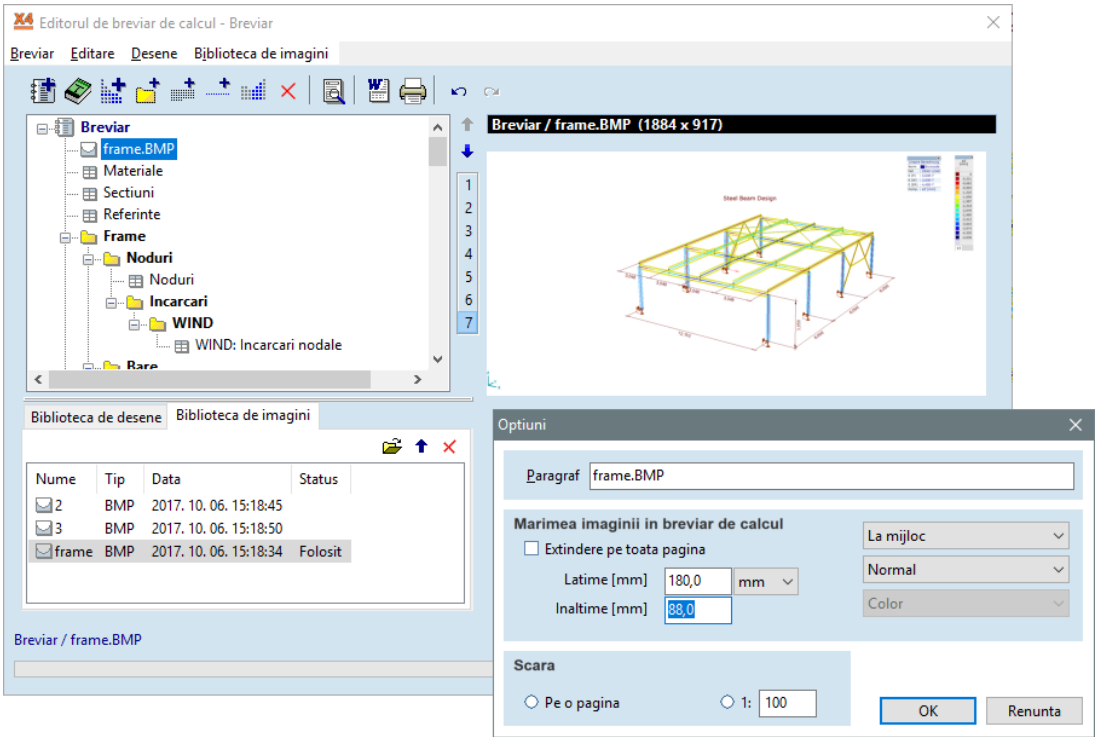
Vezi detaliat... 3.6.9 Biblioteca de desene, 3.6.10 Salvare în biblioteca de desene



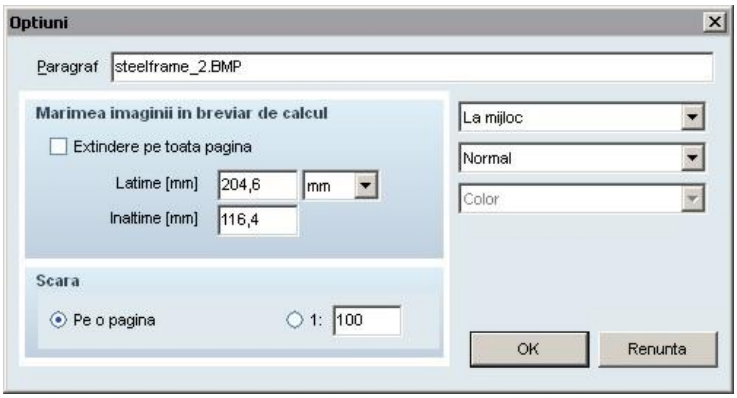
Printr-un clic pe butonul *Setări...* se poate modifica titlul, dimensiunea şi orientarea desenului sau a imaginii. Pentru biblioteca de desene se poate regla adâncimea de culoare (color, tonuri de gri, alb-negru) şi scara imaginii.

Activând fereastra *Biblioteca de imagini* se poate selecta unul din imaginile bitmap (*.BMP, .JPG*) sau Windows Metafile *(.WMF, .EMF*) salvate din program. Imaginile sunt salvate în subdirectorul cu numele *Images_numemodel* creat în subdirectorul care conţine fişierul modelului *(.AXS)*. Imaginile se pot adăuga la orice breviar de calcul.

Vezi detaliat... 2.10.5 Biblioteca de imagini



Opţiuni



Cu funcţia ***Editare/Salvare figura în biblioteca de imagini*** (**[F9]**) se poate salva imaginea sau tabelul actual în biblioteca de imagini.
Cu această funcţie se salvează imaginea actuală în vederea introducerii în breviarul de calcul.

Vezi... 3.2.12 Salvarea imaginilor şi a tabelelor de dimensionare

Elementul selectat din breviarul de calcul (texte, imagini, tabele, page break) se poate muta în sus sau în jos în structura documentaţiei cu un rând. Cu ajutorul mausului, părţile se pot muta în poziţia dorită din document.
Cu ajutorul meniului, elementul selectat se poate muta la sfârşitul altor documentaţii.
Imaginile selectate se pot insera în breviar de calcul cu icon-ul săgeată sau cu ajutorul mausului.
Editorul de breviar de calcul generează automat cuprinsul documentelor create. Pentru părţile scrise se generează cuprins numai dacă sunt formatate cu un stil de titlu. Imaginile sunt introduse în cuprins numai dacă au titlu.

2.10.1. Instrumentele editorului de breviar de calcul

Creare breviar de calcul nou
Vezi... 2.10.2 Breviar de calcul

Creare breviar pe baza unui şablon
Vezi... 2.10.3.1 Generarea breviarului pe baza unui şablon

Creare breviar cu ajutorul filtrelor
Vezi... 2.10.3.3 Generarea breviarului cu ajutorul filtrelor

Inserare director
Vezi... 2.10.3 Editare

[Ctrl]+[T]
Inserare text formatat după elementul de breviar de calcul actual.
Vezi... 2.10.3 Editare

[Ctrl]+[Alt]+[B]
Inserare page break după elementul de breviar de calcul actual.
Vezi... 2.10.3 Editare

Filtrare selectie
Vezi... 2.10.3 Editare

[Delete], [Ctrl]+[Delete]
Şterge elementul de breviar de calcul selectat sau breviarul de calcul.
Vezi... 2.10.3 Editare

[Ctrl]+[R]
Previzualizarea breviarului de calcul
Vezi... 2.10.2 Breviar de calcul

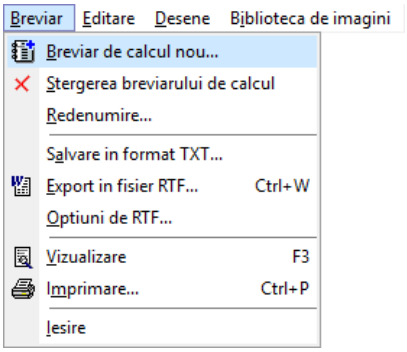
[Ctrl]+[W]
Salvarea breviarului de calcul în fişier RTF
Vezi... 2.10.2 Breviar de calcul

[Ctrl]+[P]
Imprimare
Vezi... 2.10.2 Breviar de calcul

[Ctrl]+[P]
Înapoi
Vezi... 2.10.3 Editare

[Ctrl]+[P]
Din nou
Vezi... 2.10.3 Editare

2.10.2. Breviar de calcul



Breviar de calcul nou

Cu această funcţie se poate crea un breviar de calcul nou. Lungimea maximă a denumirii este de 32 de caractere.

Ştergerea breviarului de calcul

[Del],[Ctrl]+[Del]

Cu această funcţie se poate şterge breviarul de calcul selectat din structura afişată în stânga sus a ferestrei. Imaginile folosite într-un breviar de calcul şters nu se şterg, rămân în biblioteca de imagini.

Redenumire

Se poate schimba denumirea unui breviar de calcul existent.

Salvare în fisier text...

Textele din documentaţie sunt salvate în fişier ASCII.

Rtf Model

Programul salvează documentaţia (implicit fişierul *Normal‚Şablon.rtf* din subdirectorul programului) cu ajutorul unui şablon în fişier RTF. Cu această funcţie se poate alege fişierul şablon cu care lucrează programul.
Cu modificarea fişierului şablon se poate schimba coperta şi antetul breviarului de calcul. Înainte de modificarea fişierului şablon citiţi conţinutul fişierului şablon!

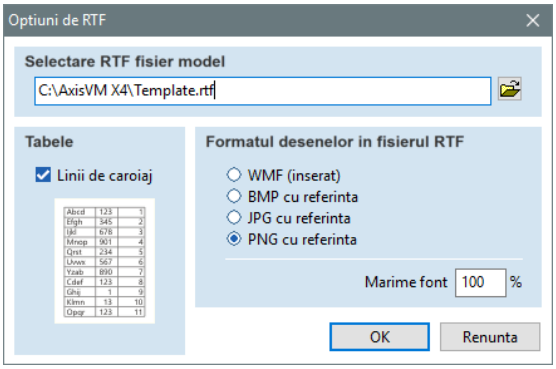
Export în fişier RTF

[Ctrl]+[W]

Breviarul de calcul cu ajutorul fişierului de şablon este exportat în fişierul *nume.rtf*. Dacă breviarul de calcul nu este salvat în subdirectorul modelului, toate imaginile folosite în breviarul de calcul sunt copiate în subdirectorul *Images_numemodel* creat în subdirectorul fişierului RTF. Imaginile nu sunt salvate în fişierul RTF ci doar referinţele. Pentru tipărirea fişierului RTF sunt necesare şi imaginile din subdirectorul *Images_numemodel din* subdirectorul fişierului RTF. Textele sunt salvate în fişierul RTF cu alinierea şi tipul de caracter care au fost folosite în editorul de breviar de calcul cu excepţia culorilor. Tabelele sunt exportate ca şi tabele RTF, care cu editorul de documente Word se pot edita. Deoarece titlurile tabelelor se afişează cu tipul Heading 3, foarte simplu se poate realiza cuprins pentru documentaţie (în funcţie de limba şi versiunea programului) cu ajutorul meniului *Înserare/Editor de obiecte şi cuprins, Înserare/Referire/Editor de obiecte şi cuprins* sau cu *Insert/Index şi Tables*.

Setări RTF ...

Documentaţia este salvată cu utilizarea unui şablon (implicit fişierul *Normal-Sablon.rtf*) în fişier RTF. Se poate opta şi pentru alte fişiere şablon.



Cu modificarea fişierului şablon se poate formata conţinutul documentaţiei.
Înainte de modificarea fişierului şablon este indicată citirea conţinutului fişierului!
Se poate alege formatul imaginilor pentru fişierul RTF.

WMF (inserat): mărimea fişierului va creşte semnificativ dar desenele vor fi inserate în documentaţie şi documentaţia va fi portabila.
BMP, JPG, PNG (cu referire): mărimea documentaţiei va fi mai mică (desenele sunt salvate separat) dar în cazul transferului documentaţiei, utilizatorul trebuie să asigure transferul referinţelor. În caz contrar desenele nu vor fi afişate doar dacă sunt în directorul *Images_nume_model*. Formatul PNG (Portable Network Graphics) este un format bun pentru stocarea imaginilor şi pentru comprimare fără pierdere.
Se mai poate seta trasarea liniilor tabelului.

Previzualizare breviar de calcul tipărit

[F3]

Previzualizarea breviarului de calcul inainte de tipărire.
Paginile breviarului de calcul se pot vizualiza înainte de tipărire. Mărimea de vizualizare a breviarului se poate regla între 10%-500%, defilarea paginilor se poate face cu tastele de comandă sau cu tastatură (**[Home]** = prima pagină, **[PgUp]** = pagina anterioară, **[PgDown]** = pagina următoare, **[End]** = ultima pagină).

Imprimare

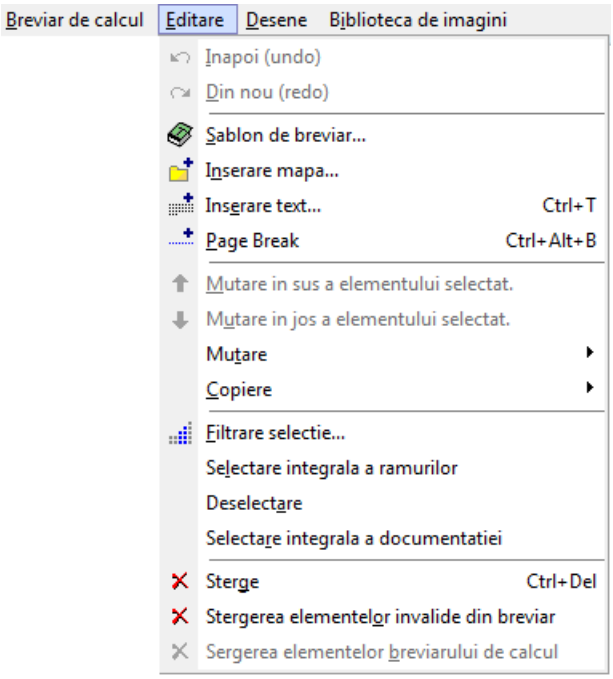
[Ctrl]+[P]

Setarea parametrilor de imprimare şi imprimarea.
Parametrii de tipărire sunt identici cu cei de la tipărirea tabelelor.
Activând *Descrierea coloanelor tebelului*, se va afişa o descrierea a coloanelor sub tabel.

Nume: Denumire sectiune; **Procesare:** Procedura de fabricare; **Forma:** Profil; **h:** Inaltimea sectiunii; **b:** Latimea sectiunii; **tw:** Grosimea inimii; **tf:** Grosimea talpii; **Ax:** Aria sectiunii transversale; **Ay, Az:** Arie de forfecare; **Ix, Iy, Iz:** Moment de inertie; **Iyz:** Inertie centrifugala; I_1, I_2: Momentul de inertie principal; **α:** Directie principala; **Iω:** Moment de inertie sectorial; $W_{1,el,t}$, $W_{1,el,b}$, $W_{2,el,t}$, $W_{2,el,b}$: Modul elastic; $W_{1,pl}$, $W_{2,pl}$: Modul plastic; i_y, i_z: Raza de giratie; **Hy:** Dimensiune dupa y local; **Hz:** Dimensiune dupa z local; y_G: Coordonata y a centrului de greutate; z_G: Coordonata z a centrului de greutate; y_s: Coordonata y a centrului de forfecare (torsiune); z_s: Coordonata z a centrului de forfecare (torsiune); **P.t.:** Puncte de calcul a tensiunilor;

Ieşire Ieşirea din editorul de breviar de calcul.

2.10.3. Editare



Avem acces la unele funcţii de editare printr-un clic dreapta pe un element din breviar.

O parte a funcţiilor de editare se pot accesa şi printr-un clic dreapta pe element.

Înapoi Readuce documentaţia la starea existentă dinaintea ultimei funcţii executate.

Din nou Readuce documentaţia la starea existentă dinaintea funcţiei ***Înapoi***

Şablon pentru breviar **Vezi...** 2.10.3.1 Generarea breviarului pe baza unui şablon

Inserare director... Inserează directorul în structura documentaţiei în funcţie de nivelul selectat. Pe partea dreaptă, sub desenul directorului, apare denumirea directorului selectate.

Înserare text Pornirea editorului de texte. Textul creat şi formatat se inserează în breviarul de calcul în funcţie de elementul selectat.

[Ctrl]+[T]

Page Break Se inserează un Page Break în breviarul de calcul după elementul selectat.

[Ctrl]+[Alt]+[B]

Mutarea în sus a elementului selectat Elementul de breviar de calcul selectat se mută în sus cu un rând în breviarul de calcul.

Mutarea în jos a elementului selectat Elementul de breviar de calcul selectat se mută în jos cu un rând în breviarul de calcul.

Mutare Elementul de breviar de calcul selectat se mută la sfârşitul breviarului de calcul.

Copiere Elementul de breviar de calcul selectat se copiază la sfârşitul breviarului de calcul.

Filtrare selecţie... Se poate seta ce tipuri de elemente să fie selectabile (documentaţie, tabel, desen, imagine, text, page break, director)

Selectarea integrală a ramurilor Dacă este selectat, la nivelul şi sub nivelul curent sunt selectate toate directoarele.

Deseletare Selecţiile din documentaţie sunt anulate.

Selectarea integrală a documentaţiei Are ca efect selectarea integrală a documentaţiei.

Şterge **[Del],[Ctrl]+[Del]** Elementul de breviar de calcul selectat (text, imagine, tabel, page break) se şterge. Dacă este selectat un breviar întreg, acesta se şterge cu toate elementele componente.

Ştergerea elementelor de breviar invalide Se pot şterge elementele la care nu aparţin rezultate valide.

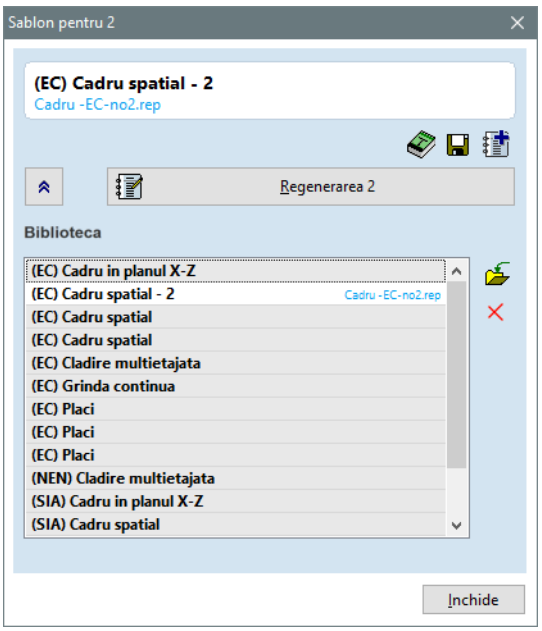
Ştergerea elementelor breviarului de calcul Şterge toate elementele din breviarul de calcul. Breviarul de calcul nu se şterge, la acesta ulterior se pot adăuga alte elemente.

2.10.3.1. Generarea breviarului pe baza unui şablon

Şabloanele pentru breviar pot fi utilizate la generarea breviarelor bazate pe diferite setări, filtre şi preferinţe Şabloanele pot fi salvate şi reutilizate pentru generarea breviarelor în alte modele.

Pot fi definite prin filtre elementele, informaţiile şi rezultatele incluse.

Printr-un clic pe iconiţă se deschide fereastra de administrare a şabloanelor. Dacă breviarul actual a fost generat printr-un şablon, şablonul respectiv este încărcat. Dacă nu s-a generat pe baza unui şablon, va apărea un şablon nou implicit.
După deschiderea ferestrei apare o listă de şabloane predefinite (cu fundal gri) şi personalizate (cu fundal alb). Se încară un şablon prin selectarea acetuia din listă.
Şabloanele sunt afişate cu numele lor date în editorul de şabloane (**vezi...** 2.10.3.2 Editarea şablonului).
Şabloanele sun salvate şi încărcate din directorul: *c:\Users\[user name]\ AppData \Roaming\AxisVM\[version number]\Templates.*



Regenerarea breviarului În cazul în care modelul a fost modificat şi breviarul ar trebui actualizat (ca de exemplu s-a finalizat dimensionarea elementelor metalice), daţi clic pe comanda *Regenerare*.
Se vor şterge toate elementele breviarului introduse manual.

Cu această comandă se deschide şi se închide partea inferioară a dialogului care conţine lista şablaonelor.

Iconițele barei de instrumente au următoarele funcții.

Editarea șablonului
Se pot edita filtrele și vederile utilizate pe desene. **Vezi...** 2.10.3.2 Editarea șablonului

Salvarea șablonului într-un fișier
Șablonul curent poate fi salvat într-un fișier pentru o reutilizare ulterioară. Șabloanele au extensia **.rep* și sunt salvate în locația descrisă mai sus.

Generarea unui breviar nou
Generarea unui breviar nou pe baza șablonului actual.

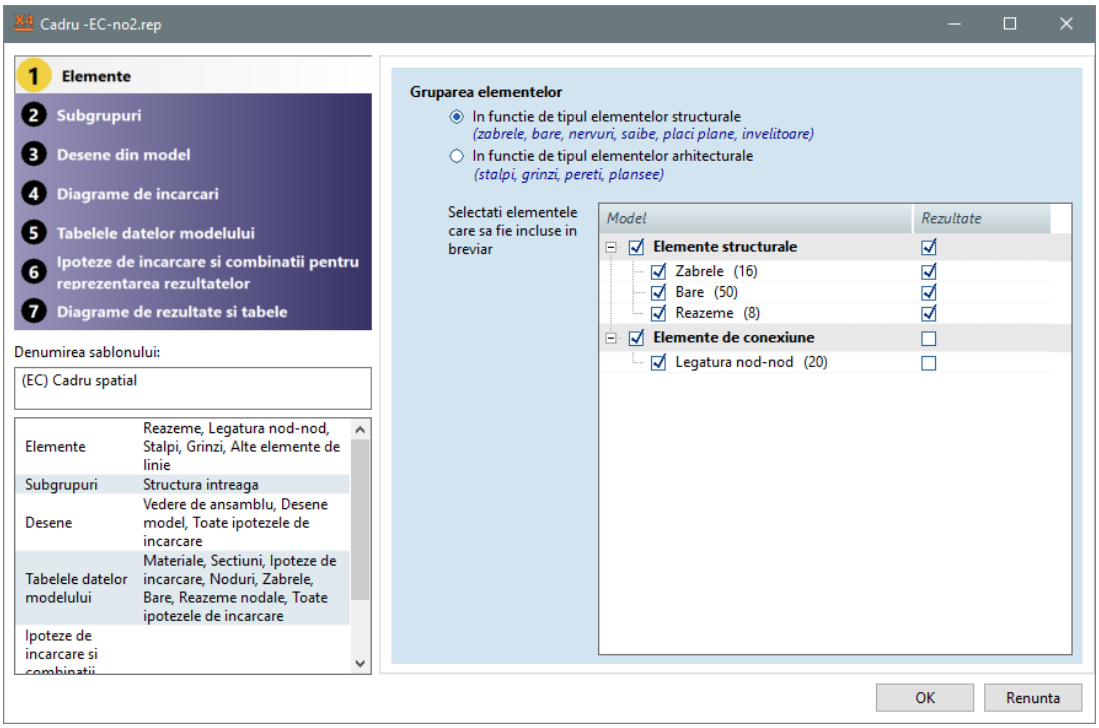
Importul șablonului
Fișierele de șablon (*.rep) pot fi importate dintr-o mapă în editorul de șabloane. După aceea pot fi folosite și aceste șabloane.

Ștergere șablonului din editor
Șabloanele din lista editorului de șabloane pot fi șterse.

2.10.3.2. Editarea șablonului

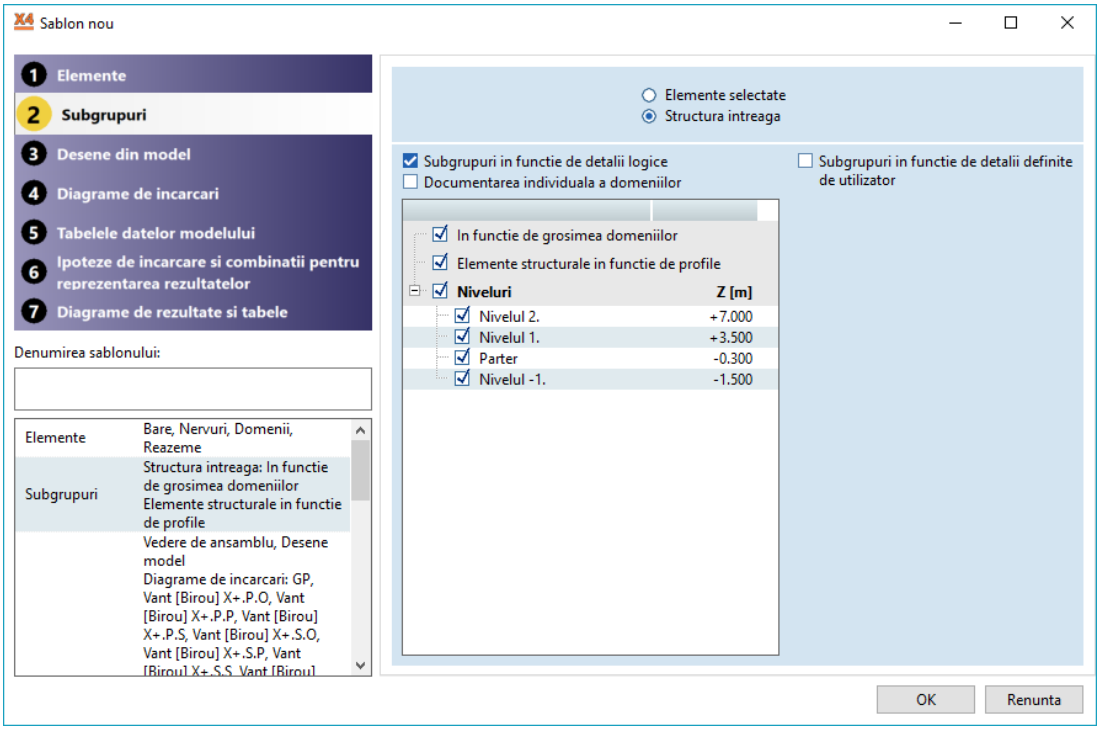
Generarea breviarului este o sarcină complexă. Pașii acestui proces sunt listați în stânga. Selectând aceste elemente putem edita opțiuni de filtrare și alte setări. O căsuță de editare de sub listă permite introducerea unei descrieri pentru șablon. Fereastra de administrare a șabloanelor afișează șabloanele în funcție de numele lor.

Elemente



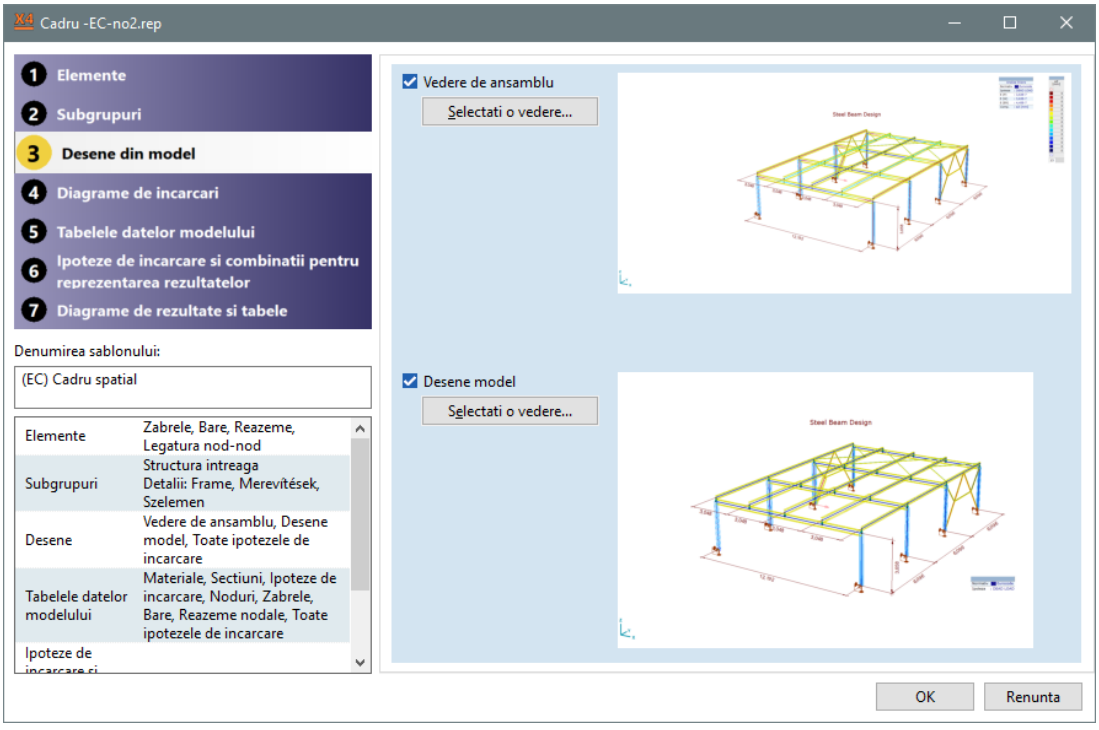
Primul pas este selectarea tipurilor de elemente care să fie incluse în breviar și selectarea grupării elementelor. Dacă este selectat tipul *Elemente structurale,* elementele vor fi grupate în funcție de tipul elementelor finite. Dacă este selectat tipul *Elemente arhitecturale,* elementele vor fi grupate în funcție de tipul arhitectural (determinat din geomatria elementelor).
Datele elementelor și rezultatele pot fi selectate separat pentru breviar.
Următorii pași vor afișa tabele și desene bazate pe această selecție.

Subgrupuri



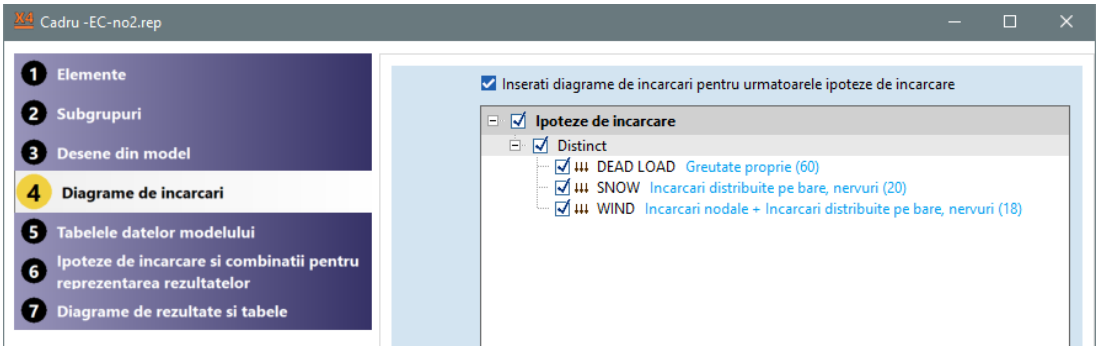
Al doilea pas este definirea subrupurilor pentru elementele breviarului. Se va genera un sub-breviar complet pentru fiecare subgrup.
Dacă este selectată opțiunea *Elemente selectate,* vor fi incluse în breviar doar elementele selectate înaintea deschiderii ferestrei de administrare a șabloanelor.
Dacă este activată opțiunea *Subgrupuri din elemente logice,* se pot genera subgrupuri din domenii cu aceeași grosime, elemente structurale cu aceeași secțiune sau niveluri (vor fi incluse în breviar doar nivelurile selectate)
Dacă este bifată *Documentarea domeniilor unul câte unu,*fiecare domeniu va fi inclus în breviar separat. Domeniile interne (care sunt în totalitate într-un alt domeniu) sunt incluse în breviar deodată cu domeniul extern.
Dacă este selectată opțiunea *Model întreg,* se pot genera subrupuri și din detalii definite de utilizator.
Verificarea ajustării desenelor pentru a lăsa spațiu pentru ferestrele info stabilește mărirea pentru a se potrivi desenului în spațiul maxim dreptunghiular disponibil între ferestrele info.

Desene bazate pe model



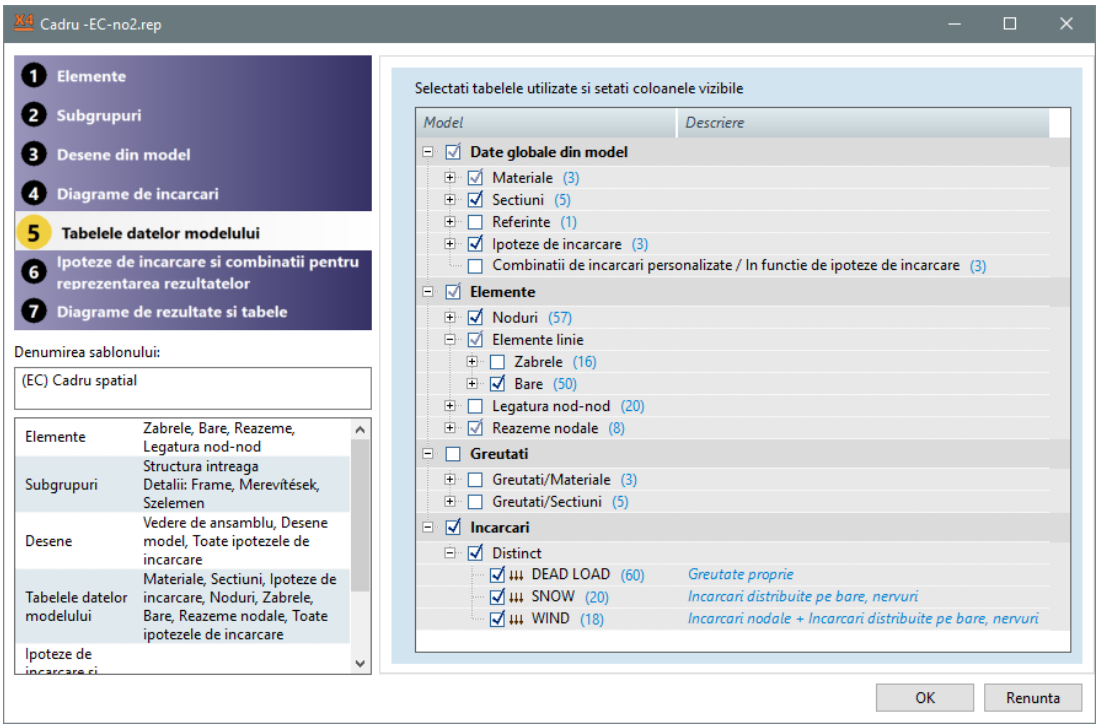
Se va insera o vedere generală cu modelul la începutul breviarului dacă este selectată opțiunea *Vedere generală*.
Dați clic pe *Selectare vedere...* pentru selectarea unei vederi din librăria de desene.
Bifați *Desene din model* dacă doriți introducerea unei vederi pe care să se reprezinte diagramele de rezultate și de încărcări.
Dați clic pe *Selectare vedere...* pentru selectarea unei vederi din librăria de desene.
Diagramele generate vor prelua toate setările vederii selectate (poziția vederii, starea simbolurilor, numerotarea, etichetarea etc.) cu mici ajustări. Dacă nu este selectat nici un desen (de ex.: dacă librăria de desene este goală), desenele vor urmări vederea curentă din fereastra activă.
Dacă este afișată o diagramă doar pe o anumită parte a structurii, vederea este apropiată. Poziția vederii și starea simbolurilor grafice rămâne neschimbată. Dacă este actvată opțiunea *Ferestre de informații la generarea documentului*, programul afișează desenele în spațiul rămas între ferestrele de informații.

Diagrame de încărcări



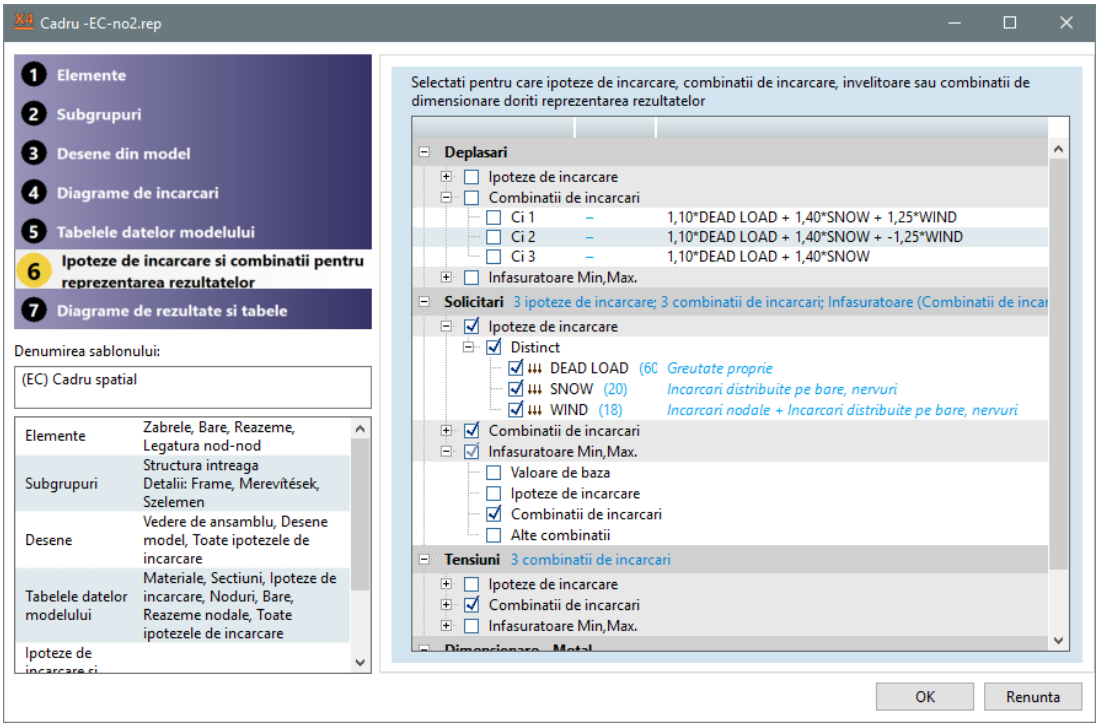
Dacă este bifată opțiunea *Înserarea diagramelor de încărcări penrtu următoarele ipoteze,* selectați ipotezele de încărcare pentru a adăuga diagramele lor în breviar. Diagramele de încrcări se vor genera pentru vederea definită în pasul anterior la *Desene din model*.

Tabele datelor modelului



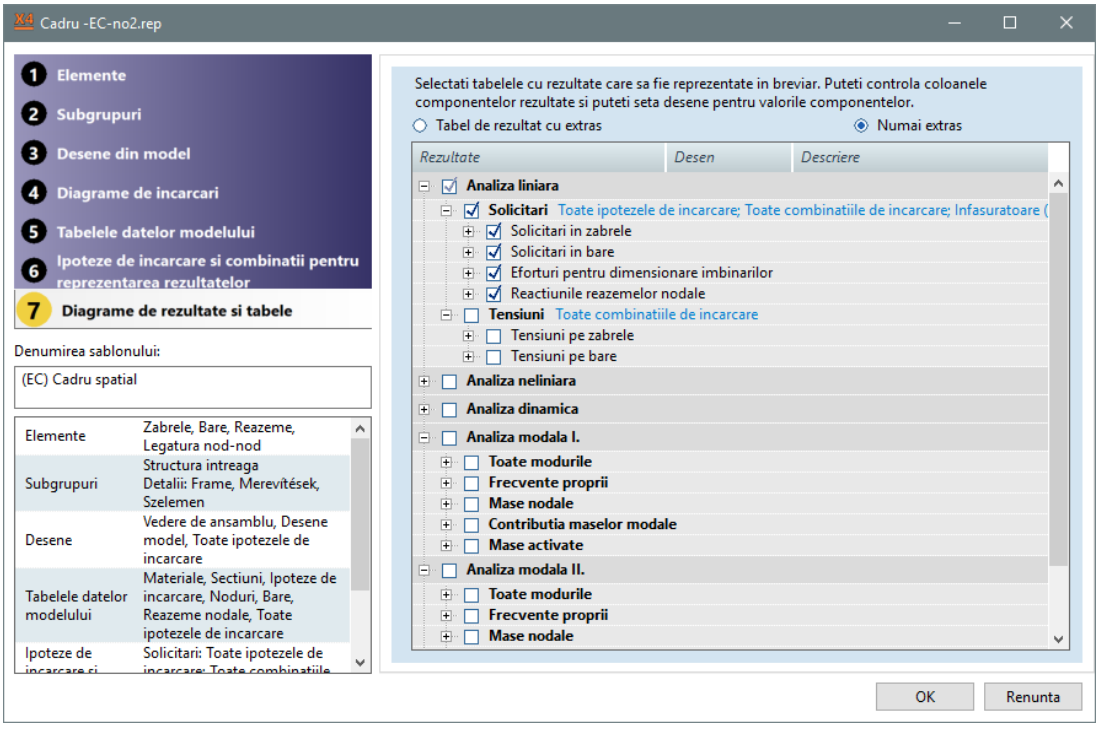
Selectați tabelele care să se adauge la breviar. Se pot defini coloanele vizibile ale tabelului pentru personalizarea fină a breviarului. În *Elemente* veți găsi doar elementele selectate în primul pas.
În *Încărcări* puteți selecta ipotezele de încărcare a căror încărcări să fie prezente în breviar.

Ipoteze și combinații de încărcări pentru reprezentarea rezultatelor



AxisVM furnizează o cantitate foarte mare de rezultate. Este important să selectăm ce ipoteze, combinații, învelitoare sau combinații de dimensionare ar trebui să contribuie la breviar pentru deplasări, eforturi, armări, verificări de dimensionare.

Diagrame de rezultate și tabele

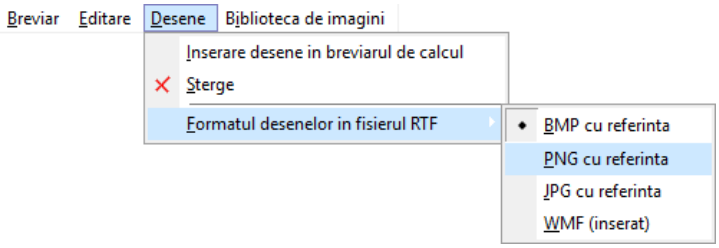


Ultimul pas este selectarea tabelelor și controlul coloanelor vizibile. Este deasemenea posibilă generarea diagramelor de rezultate. Dați clic în coloana *Desene* dintr-un rând de rezultate. Puteți selecta o metodă de desenare pentru rezultatul din lista derulantă, chiar dacă nu este căsuța bifată. Diagramele de rezultate vor fi generate pentru vederea definită la *Desene din model* și vor fi poziționate înaintea tabelelor.

2.10.3.3. Generarea breviarului cu ajutorul filtrelor

Crearea breviarului cu ajutorul filtrelor este o metodă mai veche şi este ma puţin configurabilă dar poate fi utilizată la situaţii simple. Pentru a controla compoziţia breviarului trebuie selectat elementul şi tipurile de încărcări. Breviarul rezultat va apărea în arborele din dreapta. Elementele individuale ale breviarului pot vi activate sau dezactivate. Doar elementele activate vor fi incluse în breviarul generat.

2.10.4. Desene



Inserare desene în breviarul de calcul

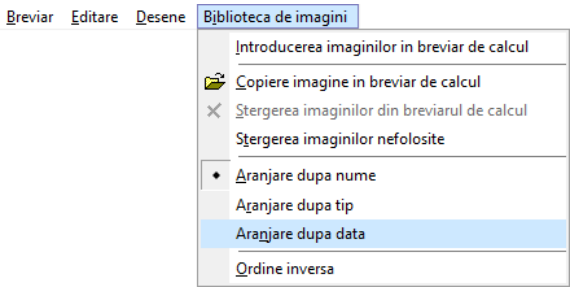
Desenele marcate în biblioteca de desene se inserează în breviarul de calcul selectat.

Locul inserări este ramura selectată din structura breviarului de calcul
Efectul este identic cu folosirea butonului .

Formatul desenelor în fişierul RTF

Se poate selecta în ce format se vor salva desenele din fişierul RTF .
Vezi... 2.10.2 Breviar de calcul /Setări RTF...

2.10.5. Biblioteca de imagini



Introducerea imaginilor în breviarul de calcul

Imaginile sau imaginea selectată se introduce în breviarul de calcul.

Copierea imaginilor în breviarul de calcul

Se copiază fişiere cu format bitmap *(.BMP, .JPG)* şi Windows Metafile *(.WMF, .EMF)* în subdirectorul *Images_numemodel.*

Ştergerea imaginilor din breviarul de calcul

Imaginile selectate se şterg definitiv din biblioteca de imagini respectiv din breviarul de calcul.

Ştergerea imaginilor nefolosite

Cu această funcţie se şterg imaginile din biblioteca de imagini care nu sunt folosite în breviarul de calcul.

Aranjare după nume

Imaginile sunt ordonate după nume.

Aranjare după tip

Imaginile sunt ordonate după extensie *(.BMP, .EMF, .JPG, .WMF,)* iar imaginile cu aceeaşi extensie, după nume.

Aranjare după dată

Imaginile sunt ordonate după data creării. Pentru a afişa pe prima poziţie imaginea cea mai nouă, selectaţi opţiunea *Ordine inversă*.

Ordine inversă

Dacă această opţiune este selectată, ordonarea se face în ordinea descrescătoare iar dacă nu, în ordinea crescătoare.

Instrumentele editorului de breviar de calcul

2.10.6. Tastele rapide ale bibliotecii de imagini şi de desene

Cu tastele rapide se pot accesa rapid anumite funcţii.

Ştergerea imaginilor şi a desenelor selectate din biblioteca de imagini.

Copierea imaginilor în biblioteca de imagini din alte subdirectoare.
Desenele nu sunt salvate în structura breviarului de calcul; drept urmare, această funcţie nu se poate utiliza.

Inserarea imaginilor sau a desenelor în breviarul de calcul. Locul inserării va fi ramura selectată din structura breviarului de calcul.

2.10.7. Editorul de texte

Cu editorul de texte se pot crea texte formatate pentru breviarul de calcul.
Comenzile editorului de texte sunt asemănătoare cu comenzile programului WordPad din Windows.

Fişier

Deschide **[Ctrl]+[O]**
Această funcţie deschide fişierele create în editorul propriu al programului. Se pot deschide şi fişiere RTF create cu alte programe, dar in cazul în care acestea conţin elemente (tabele, margini, caractere Unicod) cu care acest editor nu lucrează, se vor afişa texte sau caractere greşite.

Salvare **[Ctrl]+[S]**
Salvează textul editat în format RTF.

Leşire
Ieşirea din editorul de texte.

Editare

Înapoi **[Alt]+[BkSp]**
Readuce textul la starea existentă dinaintea ultimei funcţii executate.

Din nou **[Shift]+[Alt]+[BkSp]**
Readuce textul la starea existentă dinaintea funcţiei *Înapoi*.

Tăiere **[Ctrl]+[X]**
Porţiunea de text selectat se taie din text şi se copiază în memoria rapidă (Clipboard).

Copiere **[Ctrl]+[C]**
Porţiunea de text selectat se copiază în memoria rapidă (Clipboard).

Inserare **[Ctrl]+[V]**
Inserează textul din memoria rapidă (Clipboard).

Căutare **[Ctrl]+[F]**
Caută expresia în text. Se poate seta poziţia de la care se efectuează căutarea (începutul textului sau poziţia actuală a cursorului), căutare cuvinte întregi şi diferenţiere dintre literele mari şi mici.

Căutare în continuare **[F3]**
Dacă programul a găsit expresia căutată, cu această funcţie se pot căuta şi apariţiile următoare ale expresiei.

Selectează totul **[Ctrl]+[A]**
Se selectează tot textul editat.

Caracter

Îngroşat
Se îngroaşă textul selectat.

[Ctrl]+[B]

Înclinat Înclină textul selectat.

[Ctrl]+[I]

Subliniere

[Ctrl]+[U] Subliniază textul selectat.

Culoare Colorează textul selectat.

[Ctrl]+[Alt]+[C]

Paragraf

Aliniere la stânga Textul selectat se aliniază la stânga.
[Ctrl]+[L]

Centrare Textul selectat se centrează.

[Ctrl]+[E]

Aliniere la dreapta Textul selectat se aliniază la dreapta.

[Ctrl]+[R]

Introducere simbol de enumerare Pentru aliniamentele noi se introduce simbolul de enumerare.
[Ctrl]+[Alt]+[U]

2.11. Niveluri

Vezi detaliat... 3.3.4 Niveluri

2.12. Managerul de folii

Vezi detaliat... 3.3.3 Managerul de folii

2.13. Biblioteca de desene

Vezi detaliat... 3.6.9 Biblioteca de desene

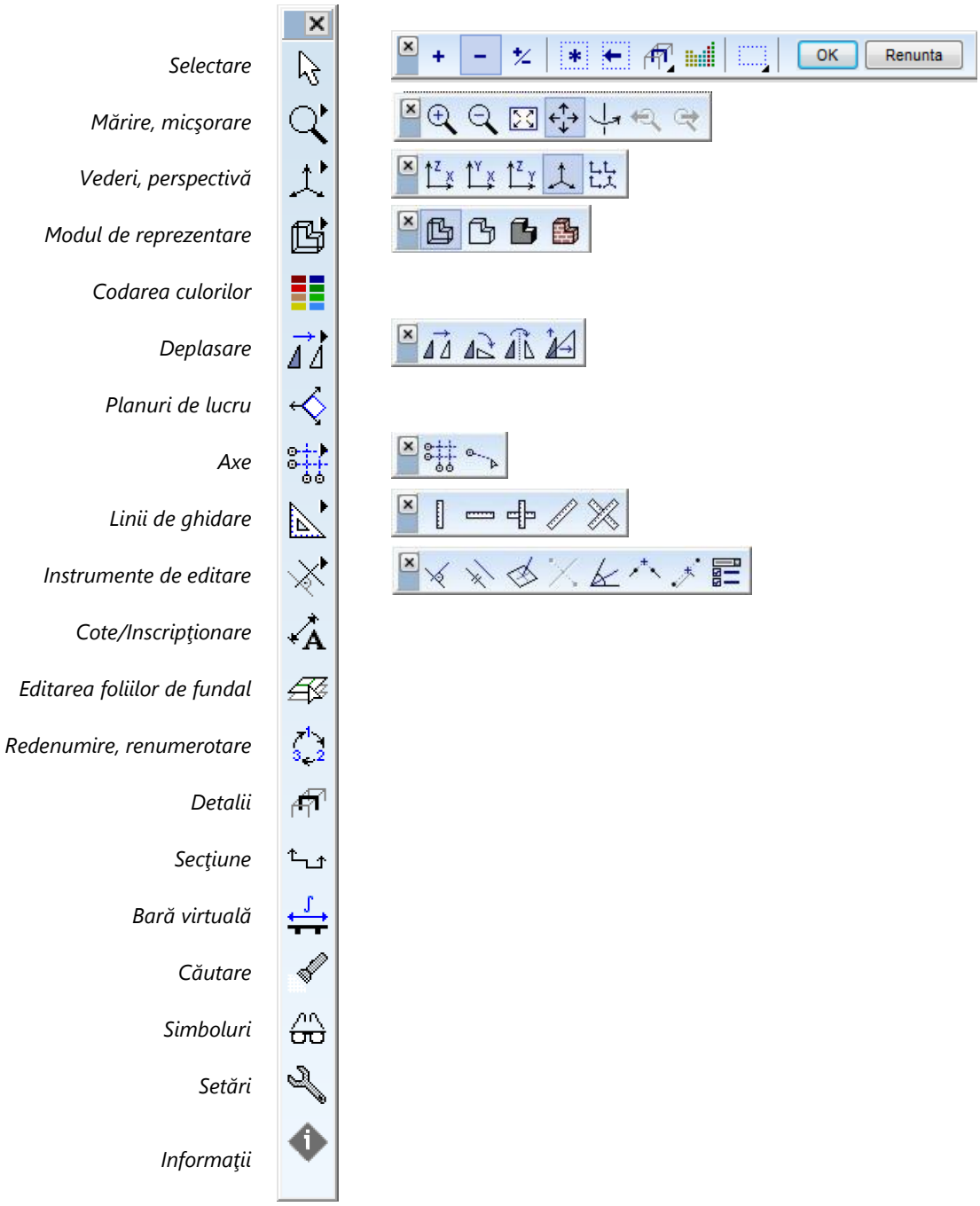
2.14. Salvare în biblioteca de desene

Vezi detaliat... 3.6.10 Salvare în biblioteca de desene

2.15. Export în format 3D PDF

Salvează vederea curentă într-un fișier 3D PDF.
Rezultatul este un fișier PDF care conține o vedere 3D. Pentru a putea vizualiza această vedere interactiv, este nevoie de Adobe Acrobat Reader versiunea 8.1 sau o versiune mai recentă.

2.16. Bara de instrumente



La folosirea butoanelor *Planuri de lucru* sau *Linii de cote,* apare o fereastră de dialog.

Deplasarea barelor de instrumente

Există posibilitatea de a deplasa şi repoziţiona barele de instrumente pe suprafaţa de lucru.

Deplasarea barelor de instrumente:
La poziţionarea cursorului pe butoane, aceasta se transforma în cursor de deplasare. prin apăsarea butonului din stânga al mausului, bara de instrumente se poate deplasa în poziţia dorită. Bara de instrumente rămâne verticală până când nu este deplasată în afara marginii superioare sau inferioare a suprafeţei de lucru. La atingerea marginilor superioare sau inferioare, barele de instrumente devin orizontale.
La atingerea marginilor laterale barele de instrumente devin verticale.
Ca şi la alte aplicaţii Windows (de ex. Word), se poate schimba ordinea barelor de instrumente.
În editorul grafic de secţiuni, în modulul de verificare armare stâlp şi dimensionare armare grindă, bara de instrumente nu se poate deplasa în bara de meniuri.

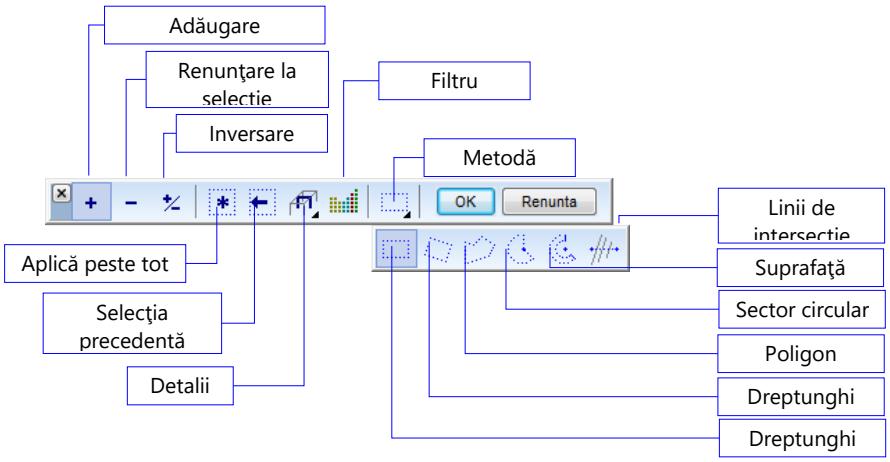
Bara verticală de instrumente se poate deplasa pe părţile laterale ale suprafeţei de lucru. Dacă bara de instrumente de pe suprafaţa de lucru este inchisă, aceasta revine în poziţia iniţială de pe partea stângă a ecranului.

Deplasarea barelor de instrumente cu butoanele suprapuse:
Barele de instrumente cu butoanele suprapuse se pot detaşa de pe bara de instrumente. Dacă bara de instrumente detaşată se închide, aceasta revine în poziţia iniţială în bara de instrumente. Aceste bare de instrumente se pot aseza în bara de meniuri dar nu şi pe partea dreaptă a ecranului.

☞ ***Bara de instrumente şi barele de instrumente detaşabile revin în poziţia implicită dacă este selectată opţiunea*** *Opţiuni/Bare de instrumente în poziţia implicită***.**

2.16.1. Selectare

Activează bara de selectare.



Bara de selectare apare în toate cazurile când funcţia în execuţie se referă la mai multe elemente. Cu ajutorul barei de selectare se pot selecta elementele pentru care se va aplica funcţia. (În acest paragraf, prin elemente se înţeleg nodurile, liniile, elementele finite şi încărcarile.) Programul consideră încheiată selectarea când utilizatorul apasă butonul OK.
Selectarea sau deselectarea se poate face prin clic cu mausul pe element sau cu fereastra de selecţie.

Folosirea ferestrei de selectare se face identic cu programul AutoCAD:

- trasând fereastra de selectare din stânga la dreapta se vor selecta elementele care sunt integral în fereastra,
- iar trasând fereastra din dreapta la stânga se vor selecta elementele care sunt parţial în fereastră.

Adăugare la selecţie

Se selectează elementele identificate prin clic cu ajutorul cursorului sau cu fereastră.

Renunţarea la selecţie

Renunţă la selectarea elementelor identificate prin clic cu ajutorul cursorului sau cu fereastră.

Inversare selecţie

Inversează starea de selectare a elementelor identificate prin clic cu ajutorul cursorului sau cu fereastră.

Aplică peste tot

În funcţie de modul de selectare, pentru fiecare element se execută selectarea, deselectarea sau inversarea.

☞ ***Se execută numai pentru tipurile de elemente alese în filtru.***

Selecţia precedenta

Revenire la selecţia utilizată la comanda anterioară.

Detalii

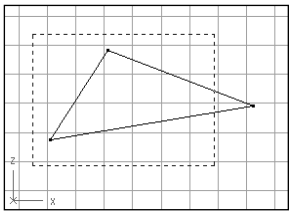
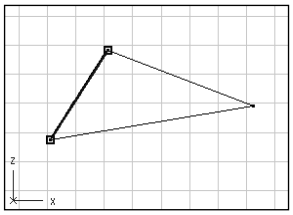
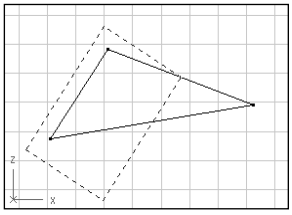
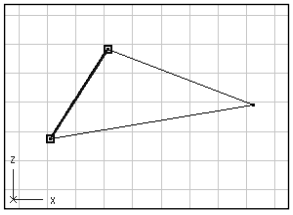
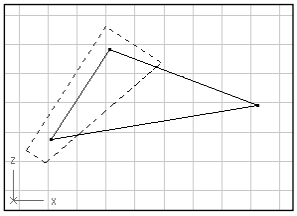
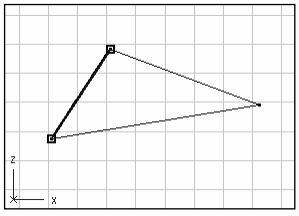
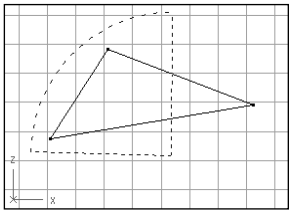
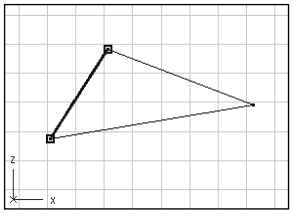
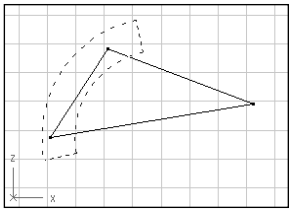
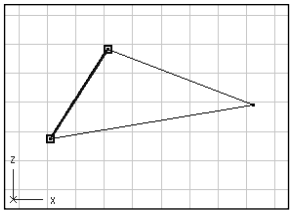
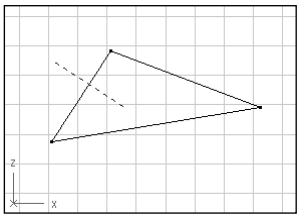
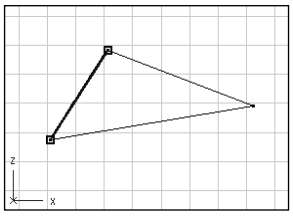
Printr-un clic pe colţul din dreapta jos, din listă se poate selecta detaliul dorit. Selectia se referă la elementele detaliului selectat.

Filtru

Setarea tipurilor de elemente selectabile. Cu ajutorul filtrului de caracteristici este mai uşoară alegerea elementelor cu anumite caracteristici. (Ex. Elemente de bară cu aceeaşi lungime, profil, material sau referinţă, elemente de suprafaţă de aceeaşi grosime etc.)

Metoda

Alegerea metodei de selectare. În cazul în care metoda de selectare este cu dreptunghi, se deplasează cursorul (săgeată/cruce) în poziţia dorită şi se apasă o tastă de comandă. Cu tastele de mişcare sau ajutorul mausului se reglează dreptunghiul la mărimea dorită. La apăsarea unei taste de comandă se execută selectarea. Toate elementele din dreptunghi (şi cele suprapuse) vor fi selectate.

Metoda:	**Rezultatul selectării:**
Dreptunghi	 
Dreptunghi rotit	 
Poligon	 
Sector circular	 
Suprafaţă inelară	 
Linii de intersectie	 

Ok Terminarea selectării. Funcţia se va executa pentru elementele selectate.

☞ ***Toate funcţiile de selectare se referă numai la detaliul actual.***

Renunţă Întreruperea selectării. Funcţia se termină fără execuţie.

Nodul selectat apare în pătrat mov, iar liniile şi elementele se colorează deasemenea în mov. Nodurile selectate de două ori apar într-un pătrat exterior albastru.

Fără afişarea barei de selectare, prin apăsarea tastei **[Shift]** se pot include elemente la selecţie, iar prin apăsarea tastei **[Ctrl]** se pot elimina elemente din selecţie.
Nodurile se pot selecta de două ori (dublu) prin apăsarea tastei **[Alt]**

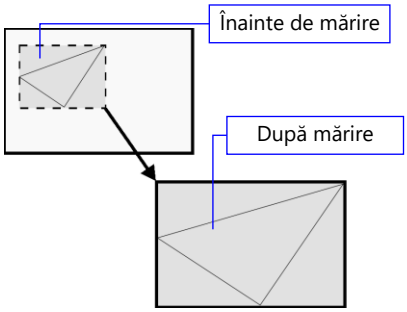
☞ ***În timpul selectării se poate schimba afişarea modelului sau vederea.***

2.16.2. Mărire, micşorare

Mărire, micşorare, desenul întreg, deplasare desen, vederea precedentă, vederea următoare.

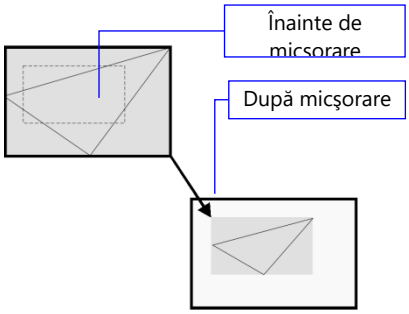
Mărire

Măreşte zona marcată a ecranului.
Se deplasează cursorul cruce în poziţia dorită şi se dă clic stânga. Cu tastele sau cu mausul se reglează dreptunghiul la mărimea dorită. Se mai da un clic stânga, pe ecranul întreg apare dreptunghiul marcat.
Mărirea se poate efectua şi cu ajutorul scrollului.



Micşorare

Desenul de pe ecran este micşorat în zona marcată a ecranului. Marcarea dreptunghiului se face în mod asemănător cu cele prezentate la mărire. Conţinutul ecranului întreg va apărea în zona marcată.
Micşorarea se poate efectua şi cu ajutorul scrollului.



Reprezetarea desenului întreg

Desenul va fi vizibil în întregime pe ecran.

Mişcarea figurii

Cu ajutorul acestei comenzi, desenul se poate deplasa cu maxim mărimea ecranului. Poziţia nouă a hârtiei de desen se poate da cu un vector care se poate defini cu două puncte de pe fereastra de desenare. Poziţionând desenul în locul dorit şi apăsând o tastă de comandă, desenul apare în poziţia nouă.

Mişcarea se poate efectua şi prin apăsarea butonului scroll. Ţinînd apăsat scrollul se poziţionează desenul.

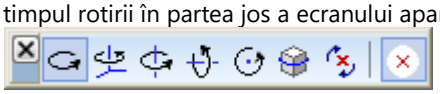
Mişcarea modelului

1. Daţi clic pe butonul *Mişcarea figurii*.
2. Apăsaţi butonul din stânga al şi mişcaţi mausul în poziţia dorită. Are ca efect mişcarea modelului în pozitia dorită.

Mişcarea rapidă a modelului:
Mişcarea modelului se poate efectua şi prin apăsarea butonului din mijloc şi mişcarea mausului. În acest caz nu este necesară apăsarea butonului pentru *Mişcarea modelului*.

Rotire

După activarea funcţiei prin apăsarea butonului din stânga al mausului, modelul se poate roti în jurul centrului paralelipipedului care înscrie modelul.
În timpul rotirii în partea jos a ecranului apare următoarea bară de instrumente:



Se pot alege următoarele posibilităţi de rotire:

Rotire libera în jurul axei orizontale a ecranului şi în jurul axei globale Z

Rotire în jurul axei globale Z

Rotire în jurul axei verticale a ecranului

Rotire în jurul axei orizontale a ecranului

Rotire în jurul axei perpendiculare pe ecran

Rotire în jurul casetei de încadrare a elementelor afișate pe ecran

Rotire în jurul unui punct dat. Dați clic pe un punct pentru a-l defini ca centru de rotație.

Comanda pentru afișarea centrului de rotație.

Cursorul cu forma atrage atenţia ca modelul se poate “prinde” şi se poate mişca.

Vedere înapoi

Redesenează ultima vedere sau situaţia înainte de vederea în perspectivă (View Undo). Numărul maxim al paşilor *Vedere înapoi* este de 50.

Vedere din nou

Revine la vederea precedentă obţinută cu funcţia *Vedere înapoi* (View Redo).

2.16.3. Vederi, reprezentare în perspectivă

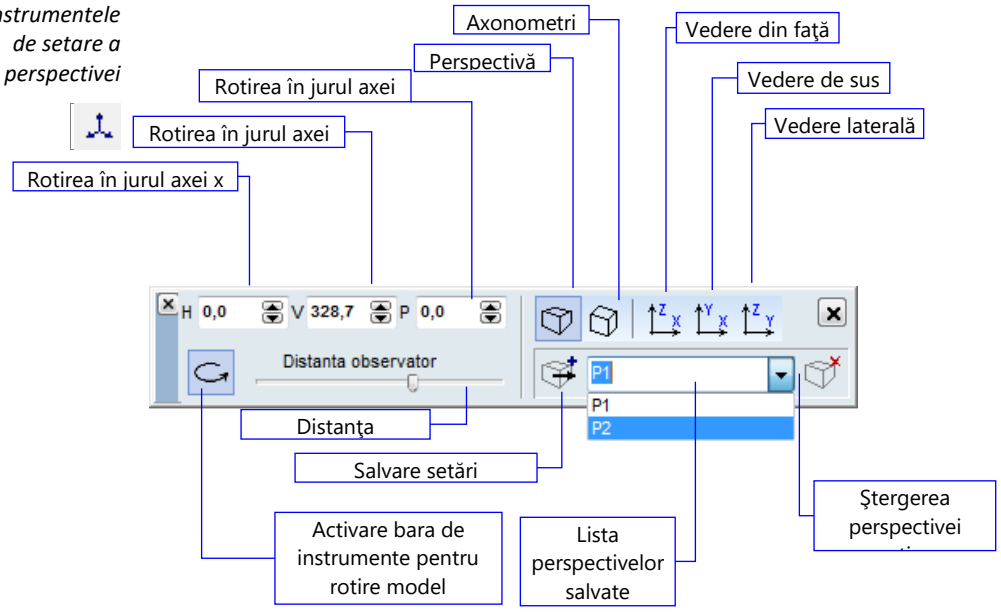
Vederi

Vedere din faţă
Desenul este reprezentat în proiecţie pe planul X-Z.

Vedere de sus
Desenul este reprezentat în proiecţie pe planul X-Y.

Vedere laterală
Desenul este reprezentat în proiecţie pe planul Y-Z.

Bara cu instrumentele de setare a perspectivei



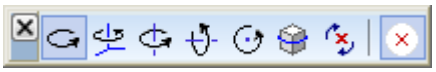
Cu ajutorul instrumentelor de pe această bară se pot seta parametrii vederii în perspectivă. Vederea corespunzătoare se poate seta prin rotirea în jurul celor trei axe şi prin reglarea distanţei observatorului. Orice vedere în perspectivă se poate salva sub o denumire. La schimbarea setărilor perspectivei se poate introduce şi denumirea perspectivei noi. Salvarea vederii în perspectivă se face în lista vederilor perspective (ex. persp_01). Pentru salvarea setării, introduceţi o denumire şi daţi clic pe butonul din stânga. Pentru ştergerea setării selectaţi perspectiva şi daţi clic pe butonul din dreapta. La închiderea paletei de perspectivă setările se salvează.

Distanţa observator

Prin distanţa observator se înţelege distanţa de la observator până la centrul paralelipipedului care înscrie modelul.

Rotire

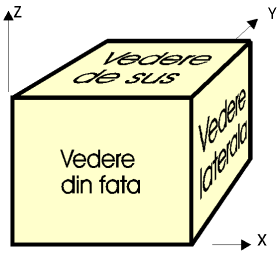
Printr-un clic pe butonul de rotire apare bara de instrumente (*Mărire, micşorare/Rotire*) pentru rotirea modelului.

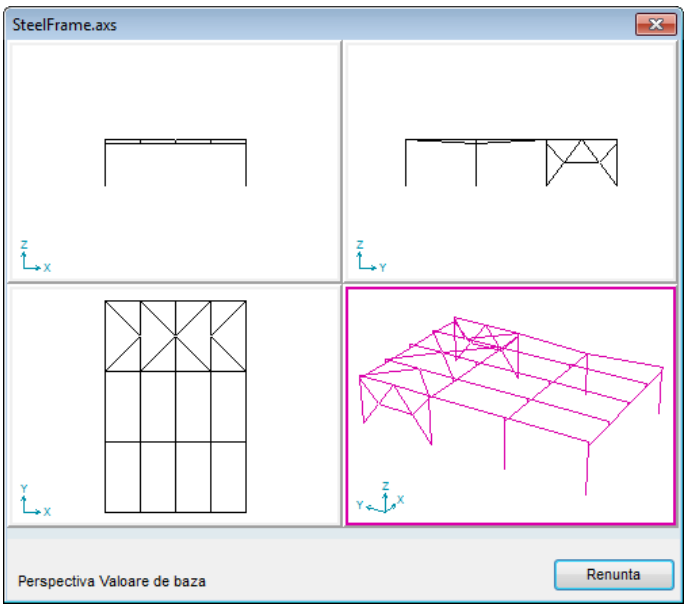


Cursorul atrage atenţia că modelul se poate "prinde" şi se poate roti.

Vederi, perspectivă

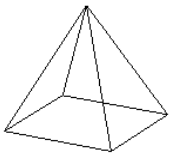
Vizualizarea celor trei vederi şi a perspectivei structurii. Cu poziţionarea cursorului în vederea dorită şi prin apăsarea unei taste de comandă se poate lucra în vederea perspectivă.



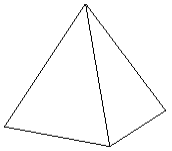


2.16.4. Modul de reprezentare

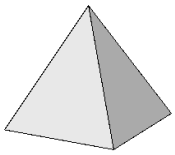
Reprezentare cu linii. Elementele liniare se vor reprezenta prin axele lor iar elementele de suprafaţă prin conturul lor.



Reprezentare cu suprafeţe. Elementele liniare se vor reprezenta prin axele lor iar elementele de suprafaţă prin conturul lor cu ascunderea feţelor şi a elementelor nevăzute.

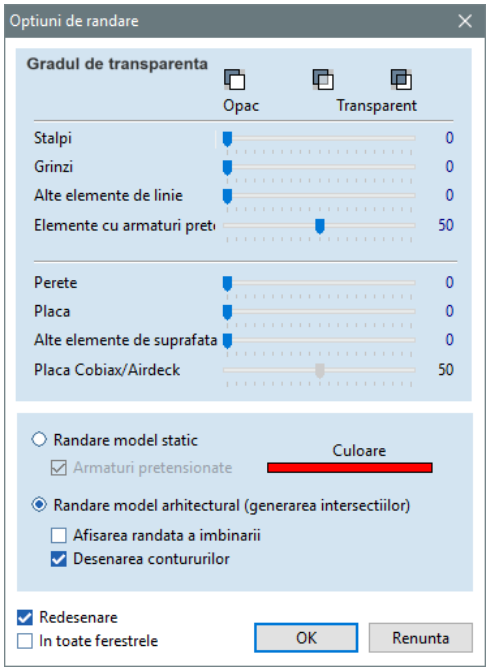


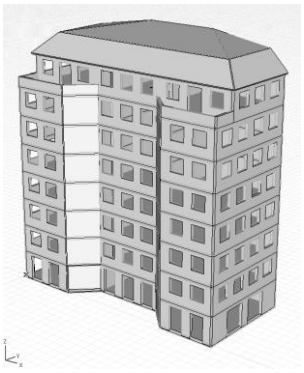
Reprezentarea randată. Elementele liniare se vor reprezenta prin secţiune iar elementele de suprafaţă prin grosimea lor cu ascunderea feţelor şi a elementelor nevăzute. Culorile care sunt folosite la reprezentarea elementelor se pot seta în biblioteca de materiale. Reprezentarea randată se afişează cu efecte de lumină iar profilele cu pereţi subţiri sunt reprezentate cu un contur integral.



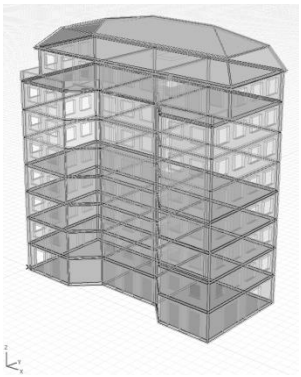
Optiuni de randare

În meniul *Vederi/Opţiuni de randare...* se poate seta transparenţa elementelor. Programul grupează elementele conform geometriei lor. Elementele verticale de linie sunt stâlpi, cele orizontale grinzi, iar elementele plane orizontale plăci, cele verticale pereţi.





Opac

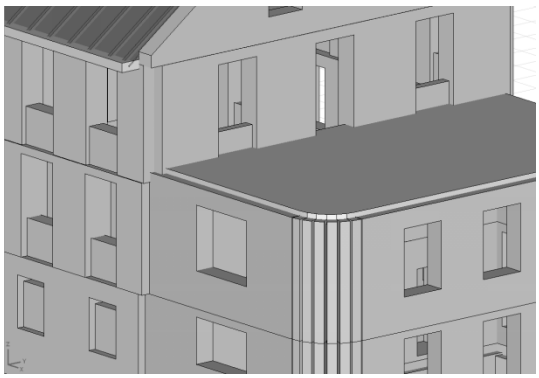


Transparent

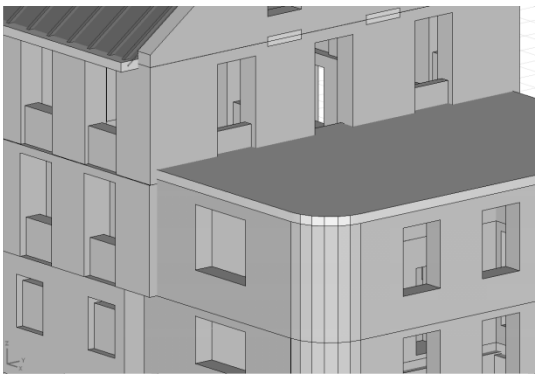
Tipul modelului randat

Tipul modelului randat poate fi:

- ***Randare model static***
  Cu opţiunea *Reprezentarea armăturilor pretensionate,* modelul se va afişa mai realist. Se poate alege culoarea armăturii pretensionate.
- ***Randare model arhitectural***
  Reprezentarea se va face cu intersectarea elementelor. Cu opţiunea *Desenarea contururilor* se poate activa sau dezactiva desenarea contururilor

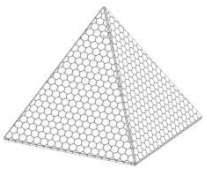


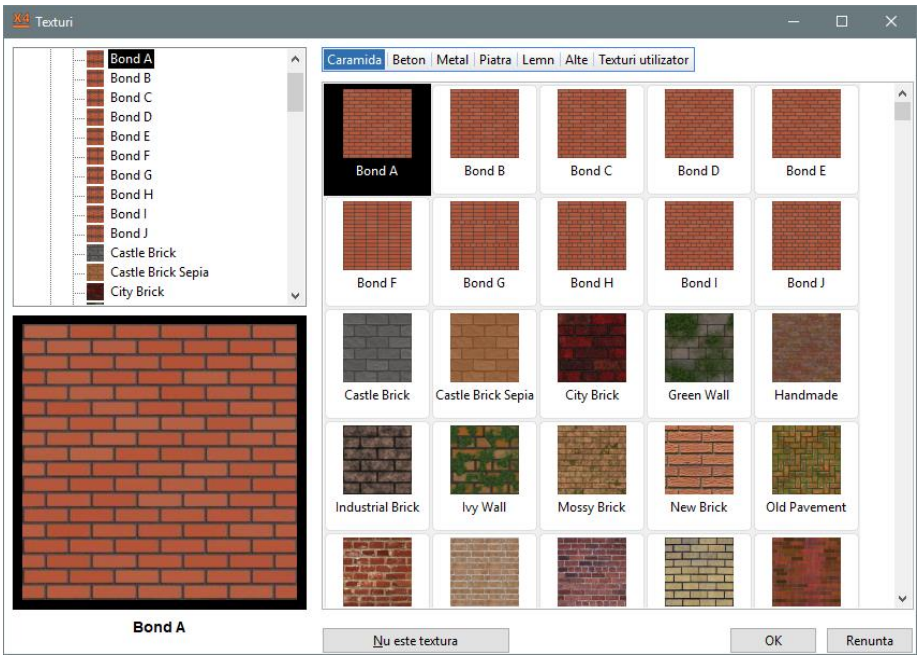
Randare model static



Randare model arhitectural

Textură. Imaginea randată generată cu utilizarea texturilor ataşate materialelor. Texturile se pot ataşa la materiale în tabelul cu materiale. Prin clic pe câmpul de textură se afişează fereastra următoare:

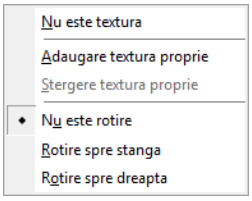




Materialele din program (cărămidă, beton, metal, piatră, lemn etc.) sunt afişate într-o structură arborescentă în partea superioară stânga a ferestrei sau într-o listă orizontală în partea superioară. Ultima categorie conţine texturile definite de utilizator. Pe partea dreaptă a ferestrei sunt afişate texturile aferente materialelor iar sub structura arborescentă imaginea mărită a texturii selectate.

Utilizarea meniului rapid

Printr-un clic cu butonul din dreapta a mausului în fereastra texturilor, se afişeaza meniul rapid:



Nu este textură
Adăugarea şi ştergerea texturii proprii
Setări de rotire

Nu este textură Se anulează asocierea texturii cu materialul. Efectul este similar cu activarea butonului *Nu este textură*.

Adăugare textură proprie Cu ajutorul unei ferestre de dialog este posibilă încărcarea imaginilor (JPG, BMP) TrueColor 24 biţi. Programul în funcţie de mărimea imaginii transformă în textură pătratică de 64x64, 128x128 sau 256x256 pixeli. Dacă imaginea nu este pătratică decupează din aceasta.

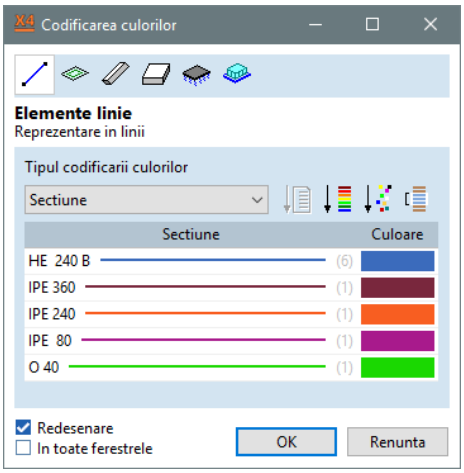
Ştergere textură proprie Texturile predefinite nu se pot şterge, numai asocierea se poate anula. (Din meniul *Editare* sau din *Meniul rapid / Ştergere textură*). Texturile definite de utilizator se pot şterge din baza de date.

Setări de rotire Texturile sunt aplicate pe elemente în funcţie de sistemul local a acestora. La diferite texturi (de ex. cărămidă) aceasta poate să creeze probleme dar este posibilă rotirea texturii.
În mod implicit textura nu este rotită dar este posibilă rotirea ei spre stânga sau spre dreapta cu unghiul de 90°. Direcţia rotirii este indicată lângă denumirea texturii cu semnele < (rotire spre stânga), > (rotire spre dreapta). Rotirea se vede pe imaginea mărită a texturii.

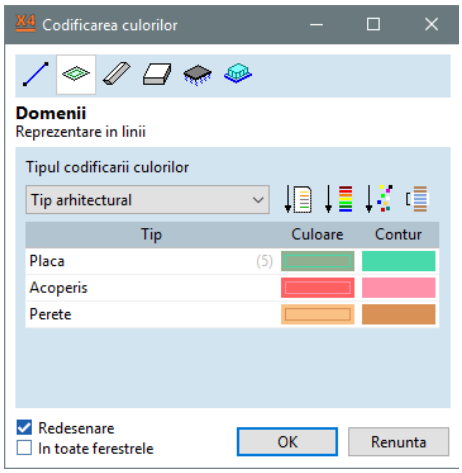
2.16.5. Codarea culorilor

Codarea culorilor ajută la vizualizarea în ansamblu a proprietăţilor elementelor. Pot fi definite coduri diferite de culori pentru reprezentările randate şi izolinii.
Tipul de codare poate fi selectat dintr-o listă derulantă.
Programul asociază automat anumite culori la anumite proprietăţi dar pot fi schimbate culorile.

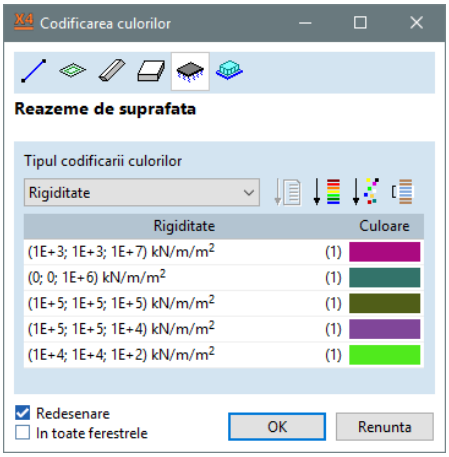
Elemente liniare



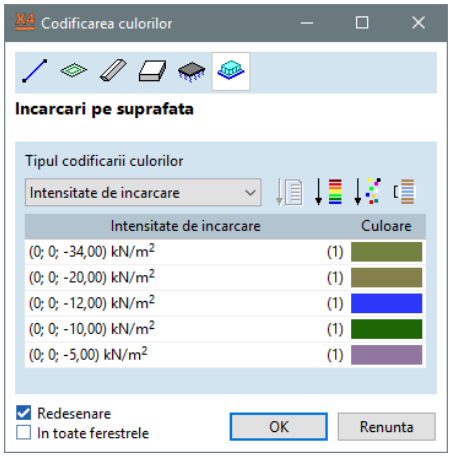
Domenii



Reazem de suprafaţă



Încărcări pe suprafaţă



Se pot defini culori diferite pentru reazeme de suprafaţă cu rigidităţi diferite.

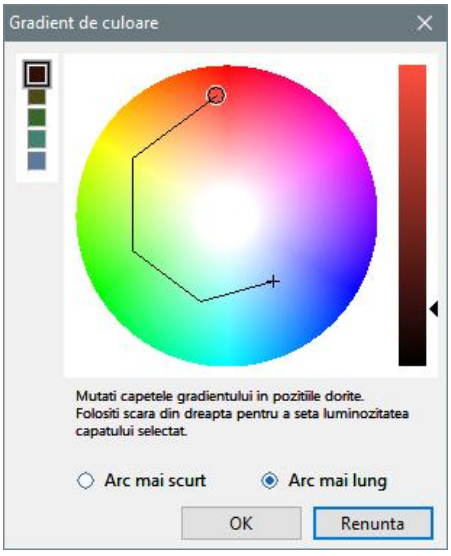
Tipul codării	Valoare de bază	Utilizează culorile de bază.
	Tip	Tipul elementului finit (zăbrea, bară, nervură pentru elemente liniare, învelitoare, placă plană, şaibă pentru domenii şi elemente de suprafaţă) determină culoarea elementului.
	Arhitectural	Tipul arhitectural (stâlp, grindă şi diverse pentru elemente liniare, planşeu, perete, acoperiş pentru domenii) determină culoarea elementului.
	Material	Culorile elementelor sunt atribuite în funcţie de material.
	Grosime	Culorile elementelor sunt atribuite în funcţie de grosimea domeniului.
	Profil	Culorile elementelor sunt atribuite în funcţie de profilul elementului liniar.
	Rigiditate	Culorile elementelor sunt atribuite în funcţie de rigiditatea reazemului de suprafaţă.
	Excentricitate	Culorile elementelor sunt atribuite în funcţie de excentricitatea nervurii sau a domeniului
	Grupuri de excentricitate	Culorile elementelor sunt atribuite în funcţie de grupurile de excentricitate
	Excentricitate	Culorile elementelor sunt atribuite în funcţie de excentricitatea nervurii.
	Articulaţiile capetelor	Culorile elementelor sunt atribuite în funcţie de reazemele de la capetele barelor.
	Valoare încărcării	Culorile încărcărilor de suprafaţă sunt atribuite pe baza intensităţii lor. Ariile în care se suprapun încărcări sunt colorate pe baza sumei încărcărilor individuale.
	Uniform	Culoare uniformă pentru toate elementele.

Setarea culorilor

Selectaţi orice căsuţă de culoare pentru modificarea culorii.
Comenzile din bara de instrumente schimbă mai multe culori deodată.

Valoare de bază
Restabileşte valorile de bază pentru tipul de codare selectat.

Gradientul culorii
Selectaţi începutul şi sfârşitul gradientului de culori trăgând capetele arcului pe cercul de culori. Programul selectează numărul necesar de culori între capetele alese.
Folosiţi bara din dreapta pentru setarea luminozităţii.
Opţiunea *Arc scurt* leagă cele două puncte selectate prin cel mai scurt arc. Opţiunea *Arc lung* leagă punctele în cealaltă direcţie, mai lungă.



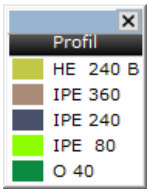
Culori aleatorii
Programul selectează culori aleatoriu, dar se asigură să nu fie culori prea apropiate.

Setarea unei culori comune
Cu ajutorul tastei Shift puteţi selecta un şir de căsuţe. Căsuţele selectate apar cu un contur

negru. Această comandă permite atribuirea unei culori la toate căsuţele selectate.

☞ ***Culorile pentru vederile reprezentate randat sau prin izolinii sunt tratate separat dar pot fi sincronizate. Printr-un clic dreapta pe lista culorilor apare un meniu. Selectaţi*** *Aplicaţi culorile atribuite vederii randate (vederii prin izolinii)* ***pentru a importa setul de culori de la o reprezentare la alta.***

Codarea curentă a culorilor este reprezentată într-o fereastră info separată.
Puteţi acttiva/dezactiva această fereastră din meniu *(Ferestre / Codarea culorilor)*



Actualizare automată Vederile sunt automat actualizate după modificare.

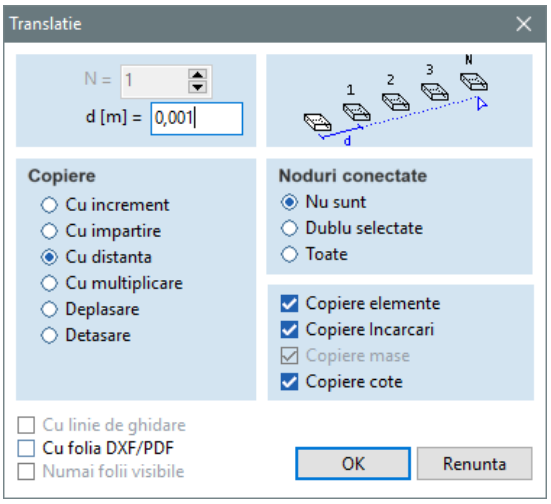
Actualizare totală Aplică modificările tuturor vederilor. Dacă este dezactivată, se actualizează doar vederea activă.

2.16.6. Copierea obiectelor

2.16.6.1. Copiere

Copiere

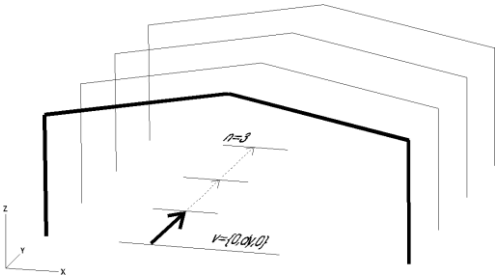
Copiere prin translatarea elementelor în direcţia unui vector dat.



Cu increment Se generează *N* copii ale elementelor selectate, la distanţe date de vectorul de translatare.

Cu împărţire Se generează *N* copii la distanţe egale ale elementelor selectate în vectorul de translatare.

Cu distanţă Generează copii la distanţa definită cu parametrul *d* în direcţia vectorului de translatare. Numărul copiilor este egal cu numărul ce rezultă din împărţirea vectorului de translatare şi a distanţei *d*, rotunjit în jos la partea întreagă.



Cu multiplicare Generează un număr arbitrar de copii ale elementelor selectate în aşa fel încât sfârşitul unui vector de

translatare este începutul noului vector translatare.

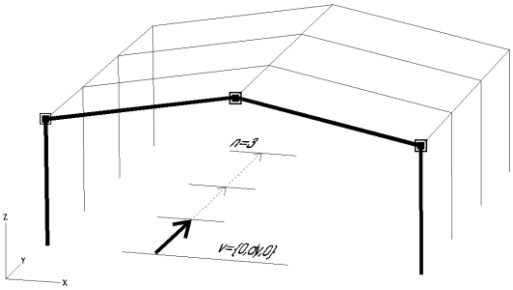
Deplasare Elementele selectate sunt mutate prin translaţie la distanţa şi direcţia definită de vectorul de deplasare. Legătura rămâne cu elementele conectate în nodurile deplasate.

Detaşare Elementele selectate sunt mutate prin translaţie la distanţa şi direcţia definită de vectorul de deplasare. Legătura nu rămâne cu elementele conectate în nodurile deplasate.

Noduri conectate

Nu sunt Programul nu uneşte noduri.

Dublu selectate Ţinând apăsată tasta **[Alt]** şi făcând clic pe nod încă o dată, acesta se selectează dublu.
La copiere, aceste noduri sunt legate de copiile lor.



Toate Toate nodurile selectate sunt legate cu linii de copiile lor.

Opţiuni

Copiere elemente La selectarea opţiunii, se copiază elementele finite ataşate geometriei. Elementele finite care rezultă moştenesc proprietăţile elementelor finite iniţiale.

Copiere încărcări La selectarea opţiunii, se copiază încărcările definite pe elementele finite. Elementele finite care rezultă moştenesc încărcările elementelor finite iniţiale.

Copiere cote Cotele şi liniile de cote se copiază împreună cu noduri numai dacă acestea sunt selectate. Dacă opţiunea nu este selectată, cotele nu se copiază.

Cu liniile de ghidare Transformarea este aplicată pentru toate liniile de ghidare (este recomandat pentru transformările utilizate pe modelul întreg).

Împreună cu fişier DXF Aplicând funcţia, operaţia va fi aplicată şi la elementele foliei DXF. Dacă sunt selectate elemente individuale, doar acele elemente vor suferi modificări. Dacă nu este selectat nimic, tot stratul se va transforma.

Numai pentru foliile vizibile Dacă este activat, numai foliile vizibile vor fi copiate.

O operaţie de translatare se poate efectua în felul următor:

1. se dă un clic pe butonul *Translaţie*
2. se selectează elementele de translatat
3. se dă un clic pe butonul **OK**
4. în fereastra funcţiei de copiere se introduc parametrii necesari
5. **OK**.
6. se dă punctul iniţial şi final al vectorului de deplasare.

Operaţiile de mai sus se pot efectua şi în ordinea 2-3-1-4-5-6.

☞ ***Dacă o parte a structurii se repetă de mai multe ori, se recomandă definirea acesteia inclusiv cu elemente şi încărcări, pentru a se copia toate elementele.***
La utilizarea funcţiei de copiere, vectorul de translatare se poate da folosind nodurile şi liniile deja existente.
Încărcările marcate se pot muta sau copia dintr-o ipoteză de încărcare în alta, dacă concomitent cu mutare sau copiere se comută pe ipoteza de incărcare în care se copiază sau se muta încărcarea.

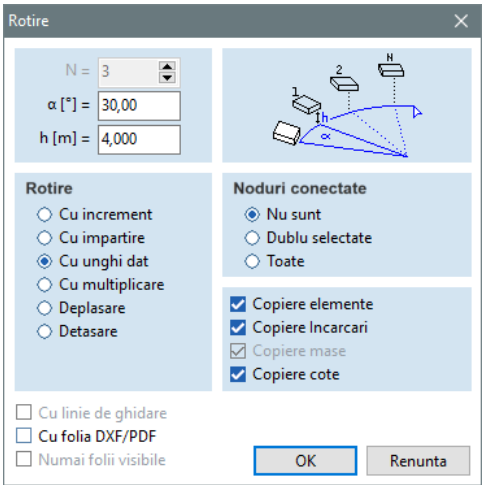
2.16.6.2. Rotire

Rotire

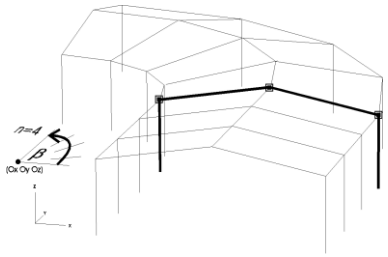
Rotirea şi multiplicarea elementelor în raport cu o axă. Rotirea se poate efectua în jurul axei care trece prin centrul de rotaţie şi este întotdeauna perpendiculară pe planul ecranului. Unghiul de rotire este dat de unghiurile dreptelor care se definesc prin centrul de rotaţie şi punctul de început şi final al rotaţiei.

În fereastra aplicaţiei se pot alege următoarele opţiuni:

Cu increment Se generează *N* copii ale elementelor selectate, în jurul axei de rotire, la unghiul de rotire dat şi cu diferenţele de înălţime *h* date.



Cu împărţire Se generează *N* copii ale elementelor selectate, în jurul axei de rotire, la unghiul dat de raportul unghiului de rotire şi *N*, la diferenţele de înălţime *h* date.



Cu unghi dat Se generează copii la unghiuri definite cu parametrul α în direcţia rotirii. Numărul copiilor este egal cu numărul ce rezultă din împărţirea unghiului de rotire şi a unghiului α, rotunjit la parte întreagă.

Cu multiplicare Se generează un număr arbitrar de copii ale elementelor selectate în vederea curentă în raport cu o singură axă de rotaţie, cu direcţii şi unghiuri de rotaţii diferite pe copii.

Deplasare Elementele selectate se rotesc la unghiul de rotire dat cu diferenţa de înălţime *h* dată.

Detaşare Elementele selectate se rotesc la unghiul de rotire dat. Elementele conectate în nodurile deplasate sunt desprinse de model.

Noduri conectate **Vezi detaliat...** 2.16.6.1 Copiere

Opţiuni Copiere elemente, încărcări şi cote **Vezi detaliat...** 2.16.6.1 Copiere

În perspectivă rotirea se poate face numai în raport cu o axă perpendiculară pe axa Z. În acest caz, centrul de rotaţie şi punctele de început şi final ale rotaţiei pot fi numai puncte existente, iar unghiul de rotaţie se măsoară în proiecţia în planul X-Y.

2.16.6.3. Oglindire

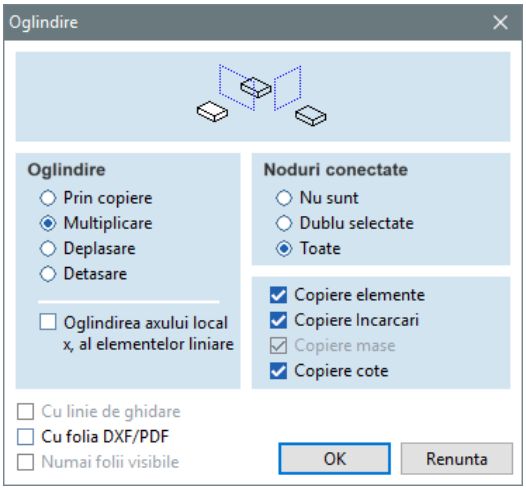
Oglindire

Copierea şi deplasarea elementelor prin oglindire.

Prin copiere

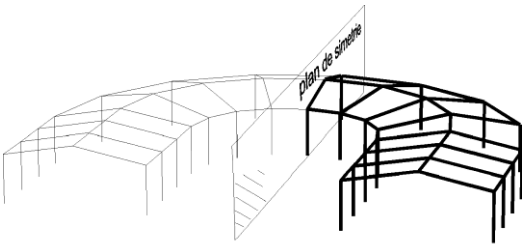
În fereastra funcţiei se pot alege următoarele opţiuni:

Se generează copia elementelor selectate în raport cu un plan definit de utilizator



Prin multiplicare

Se generează un număr arbitrar de copii ale elementelor selectate, în planuri separate pentru fiecare copie.



Prin deplasare

Elementele selectate sunt oglindite în raport cu un plan definit de utilizator.

Detaşare

Elementele selectate sunt oglindite în raport cu un plan definit de utilizator. Elementele conectate în nodurile deplasate sunt desprinse de model.

Oglindire față de axul x local al elementelor liniare

Această opțiune definește dacă axul local al elementului oglindit va fi inversat sau nu.

Noduri conectate

Vezi detaliat... 2.16.6.1 Copiere

Opţiuni

Copiere elemente, încărcări şi cote **Vezi detaliat...** 2.16.6.1 Copiere

Oglindirea în perspectiva se face cu un plan perpendicular pe planul XY.

2.16.6.4. Scalare

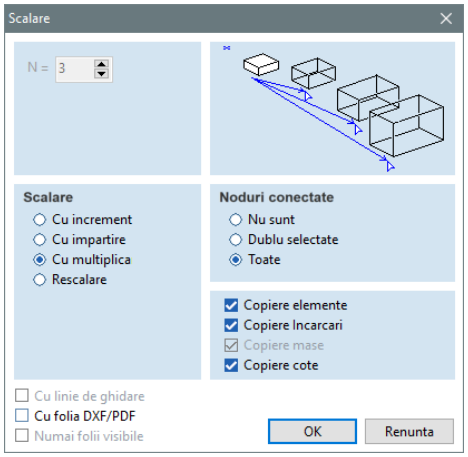
Scalare

Copierea şi redimensionarea elementelor după un raport dat. Raportul de scalare în raport cu axele (factorul de scalare) este dat de raportul coordonatelor punctului vechi şi al celui nou, în sistemul local de coordonate, a cărui origine este şi centrul scalării. Coordonata noului punct va fi egală cu coordonata vechiului punct, înmulţit cu factorii de scalare după cele trei axe.

Cu increment

În fereastra funcţiei se pot alege următoarele opţiuni:

Se generează *N* copii ale elementelor selectate în aşa fel încât locul elementului *n* se obţine prin înmulţirea coordonatelor cu *n* şi cu factorul de scalare.



Cu împărţire Se generează *N* copii ale elementelor selectate în aşa fel încât locul elementului *n* se obţine prin înmulţirea coordonatelor cu factorul de scalare şi împărţirea cu *n*.

Cu multiplicare Se generează un număr arbitrar de copii ale elementelor selectate cu un singur centru de scalare, având puncte de referinţă diferite pentru fiecare copie.

Rescalare Elementele selectate se scalează cu un factor de scalare dat.

Noduri conectate **Vezi detaliat...** 2.16.6.1 Copiere

Opţiuni Copiere elemente, încărcări şi cote **Vezi detaliat...** 2.16.6.1 Copiere

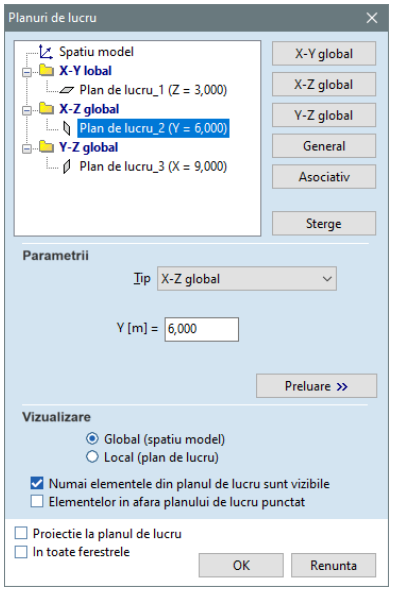
2.16.7. Planuri de lucru

Cu utilizarea planurilor de lucru (sisteme de cordonate utilizator) modelul se poate edita şi pe planuri oblice. Imaginaţi un gol într-un plan înclinat (locul unei ferestre în acoperis). Planul acoperişului se poate defini ca şi plan de lucru iar editarea golului se poate face în plan. Şi în cazul planurilor de lucru este posibilă definirea coordonatelor pe direcţia perpendiculară pe planul de lucru.

☞ ***Toate funcţiile de editare se pot folosi şi în planuri de lucru.***
În cazul în care folosiţi ferestre multiple, în fiecare fereastră puteţi folosi alt plan de lucru.

Tipuri de planuri de lucru

Global X-Y, Global X-Z, Global Y-Z Se pot defini planuri de lucru paralele cu planurile de coordonate globale prin introducerea celei de-a treia coordonate (axa perpendiculară pe plan). Aceste planuri de lucru se pot folosi pentru editarea modelelor cu mai multe niveluri.



General Se poate defini un plan de lucru oblic general cu introducerea originii şi a axelor x şi y.

Asociativ Orice element (bară, zăbrea, nervură, domeniu) care are axe locale se poate utiliza pentru definirea unui plan de lucru. În acest caz originea planului de lucru va fi originea elementului finit iar axele vor fi paralele cu axele locale ale elementului finit.

☞ ***Dacă axele locale ale elementului finit sunt modificate, se modifică automat şi planul de lucru.***
Dacă elementul finit este şters se şterge şi planul de lucru.

Printr-un clic pe butonul OK, planul de lucru este definit. Se introduce în listă conform tipului şi devine activ.
Printr-un clic pe tasta rapidă Planuri de lucru, se poate schimba rapid planul de lucru. În meniul *Afisare/Planuri de lucru*, de asemenea se poate schimba planul de lucru.

Afişare Se poate seta ca planul de lucru să fie afişat în spaţiul global sau în sistemul local.
Cu opţiunea ***Numai elementele din planul de lucru sunt vizibile*** activată, sunt afisate numai elementele din planul de lucru.
Cu opţiunea ***Elementele în afara planului de lucru punctat*** activată, restul elementelor se afiseaza punctat.

Modificarea parametrilor planurilor de lucru Printr-un clic pe denumirea planului de lucru sunt afişaţi parametri. După editarea parametrilor, selectând butonul OK sau un alt plan de lucru, planul de lucru modificat se salvează.

Şterge Şterge planul de lucru selectat.

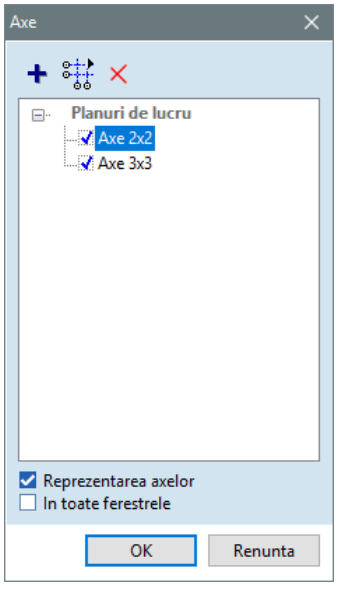
Preluare>> Cu ajutorul butonului *Preluare* se pot defini sau modifica proprietăţiile (origine, axe) planului de lucru.

Proiecție pe planul de lucru Dacă această opțiune este activată, toată editarea va fi proiectată pe planul de lucru. Pentru a lucra în sistemul de coordonate al planului de lucru, dar în afara planului de lucru (de exemplu, setarea z la 3 metri), opriți această opțiune.

2.16.8. Axe

Sistemul de axe este poziționat în planul Z = 0, este compus din linii de o lungime dată şi etichete pentru a ajuta la modelarea scrucurii. Axele pot fi paralele cu direcția globală X, Y sau pot fi la un unghi dat.
Avem posibilitatea de a defini un sistem de axe sau linii de axe individuale.

Sistem de axe



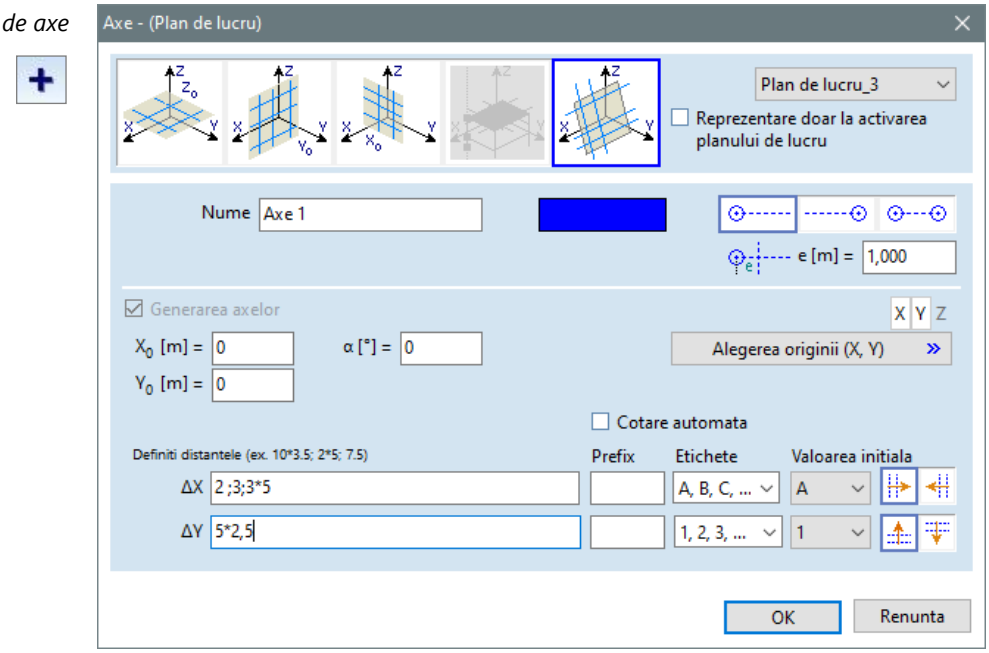
Axele sunt linii colorate într-un plan, având o lungime dată şi o etichetă ajutând în modelarea structurii. Aceste linii de axe pot fi paralele cu sistemul de coordonate global X-Y, X-Z sau Y-Z, planuri de lucru sau niveluri.
Axele sunt reprezentate într-un arbore structurate în funție de planul axelor.

Reprezentarea axelor
Activează/dezactivează axele în model.
Dacă este dezactivată, dispar toate exele în model.
Dacă este activată, toate axele care corespund următoarelor criterii sunt reprezentate: 1) sunt bifate 2) regula asociată axului permite reprezentarea acestuia. Axele asociate la un plan de lucru sau la un nivel pot fi ascunse dacă planul de lucru sau nivelul nu este activ.

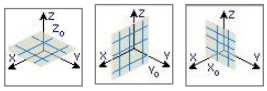
Actualizare totală
Actualizează axele tuturor vederilor.

În cazul defeinirii unui sistem de axe, trebuie definită originea sistemului de axe (X0, Y0 sau Z0), pe urmă trebuie definite listele distanţelor dintre axe. Dacă, de exemplu pentru X0 = 0 introducem ΔX = 4*3,5; 2*5; 7,5, rezultatul va fi un sistem de axe verticale cu următoarele coordonate: 3,50; 7,00; 10,50; 14,00; 19,00; 24,00; 31,50. Sistemul de axe se poate roti în jurul originii cu un unghi α dat.
Lungimile liniilor sunt definite de coordonatele minime şi maxime ale liniilor axelor de pe cealaltă direcție, astfel forma sistemului de axe este întotdeauna un dreptunghi.

Sistem nou de axe



Axe pe plan



Pentru axe paralele cu un plan global se poate defini distanța dintre planul axelor și planul global pe direcția X_0, Y_0, sau Z_0.

Axe pe nivel

Dacă modelul conține niveluri, se pot defini axe pentru fiecare nivel în parte. Axele pot fi definite tuturor nivelurilor selectând opțiunea *Pe toate nivelurile* din listă. Dacă axele sunt asociate unui nivel anume (ex. Nivel 1) și este activă opțiunea *Reprezentare doar dacă este nivelul activ* axele sunt ascunse până când nu este activat Nivelul 1.

Axe pe plan de lucru

Pot fi definite axe în planuri de lucru (dacă există planuri de lucru în model). Dacă este activă opțiunea *Reprezentare doar dacă este planul de lucru activ* axele sunt ascunse până când nu este activat planul de lucru.

Nume Numele axelor

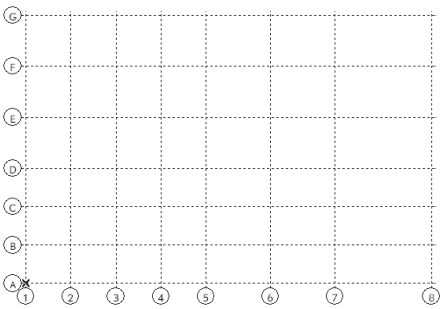
Color Cu acest buton puteți edita culoarea axelor

$X_0/Y_0/Z_0$ [m] Originea axelor relativă la originea globală. Se poate seta originea axelor și interactiv printr-un clic pe comanda *Prealuare origine*. Printr-un clic pe căsuțele X Y Z, se poate selecta care coordonată a punctului selectat să fie preluată.

α[°] Unghiul de rotire a axelor față de origine

Crearea axelor Pot fi definite distanțe, prefixuri, etichete și direcții.

Etichetele sistemului de axe pot fi numere consecutive (1, 2, 3, ...) sau litere (A, B, C, ...) în funcție de valorile alese în căsuța Etichete. Prima valoare definește prima etichetă.
Se pot defini și o etichetă comună, astfel se pot genera etichete de genul 1A, 1B, 1C, ... sau F1, F2, F3.
Ordinea axelor se poate seta prin selectarea uneia din comenzile: de la stânga la dreapta sau de la dreapta la stânga pe direcția X și de jos în sus sau de sus în jos pe direcția Y.

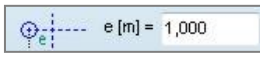


Ordinea de creare a axelor verticale

Ordinea de creare a axelor orizontale

Etichetele pot fi aplicate la un capăt sau la ambele capete ale axelor

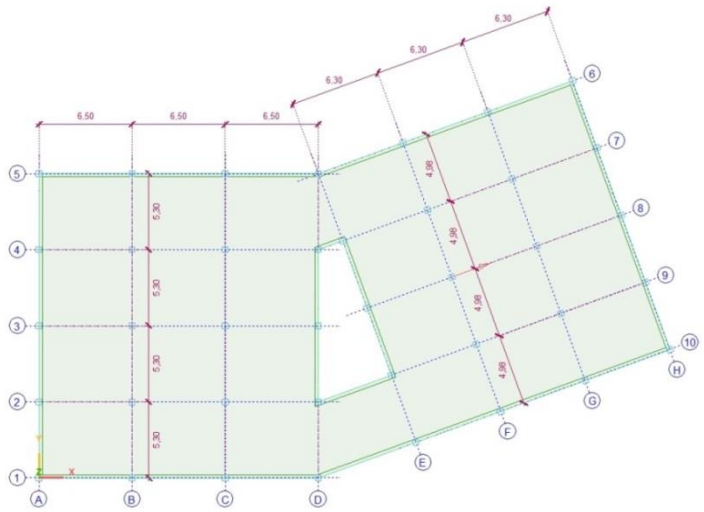
e[m]



Este recomandată setarea unei valori mai mari decât 0 pentru extensia axelor, ca etichetele să se poziţioneze în exterior

Dimensionare automată

Dacă opţiunea Dimensionare automată este selectată, liniile de dimensiune sunt de asemenea create cu liniile de grilă structurale (gridlines). Aceste linii de dimensiuni sunt asociative, de exemplu acestea urmează modificarile grilei structurale.
De asemenea, este posibil să aşezaţi manual liniile de dimensiuni inteligente între punctele de intersecţie ale liniilor de grilă structurale (**a se vedea...** 2.16.11.1 Linie de cotă perpendiculară). Înseamnă că activarea modului inteligent şi poziţionarea unei linii de dimensiuni între A1 şi G1 va genera un grup de linii de dimensiuni: A1-B1, B1-C1, C1-D1, D1-E1, E1-F1, F1-G1.



Modificarea axelor

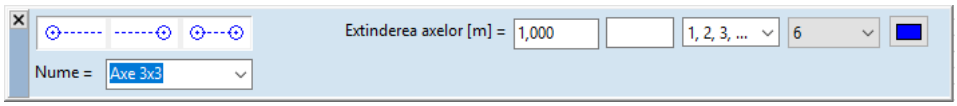
Pot fi modificate distanţe, prefixuri, etichete şi direcţii. Dacă este activată opţiunea *Crearea axelor*, se va recrea întregul sistem de axe cu noile setări. În acest caz toate axele personalizate asociate sistemului de axe vor fi eliminate

Ştergerea axelor

Axele selectate vor fi şterse.
Apăsând tastele **Ctrl** sau **Shift**, se pot selecta mai multe axe.

Axe individuale

Se pot defini şi axe individuale printr-un clic pe punctul de pornire şi punctul final al axei. Proprietăţile axei se pot defini în fereastră în acelaşi fel ca şi la definirea sistemului de axe.
Axele individuale trebuie asociate unui sistem de axe şi pot fi activate/dezactivate deodată cu acestea. Recreând sistemul de axe cu proprietăţi noi şterge toate axele individuale asociate.



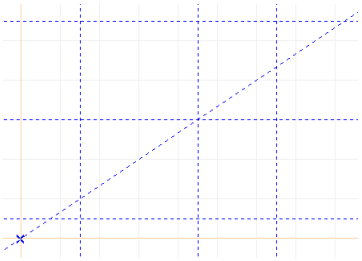
2.16.9. Linii de ghidare

Liniile de ghidare sunt linii ajutătoare care se pot utiliza la editarea geometriei.

Cu ajutorul lor putem alcătui un sistem de axe arbitrar, prin care putem defini puncte de intersecţie şi distanţe. Cursorul este sensibil la aceste linii.

Vezi... 4.7 Instrumente ajutătoare de editare

Liniile de ghidare apar ca linii întrerupte albastre. Vizualizarea acestora poate fi activată sau dezactivată din fereastra de dialog *Vizualizare/Elemente*.



Poziţionarea liniei de ghidare Verticală în vedere, la poziţia actuală a cursorului.

Poziţionarea liniei de ghidare Orizontală în vedere, la poziţia actuală a cursorului.

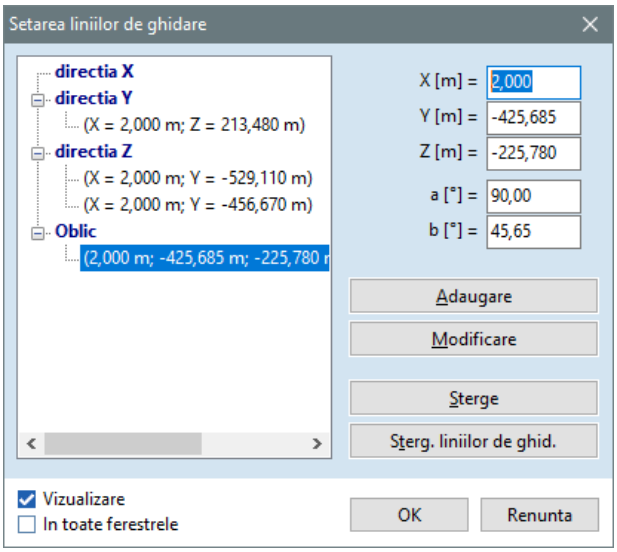
Poziţionarea liniilor de ghidare Orizontală-Verticală în vedere, la poziţia actuală a cursorului.

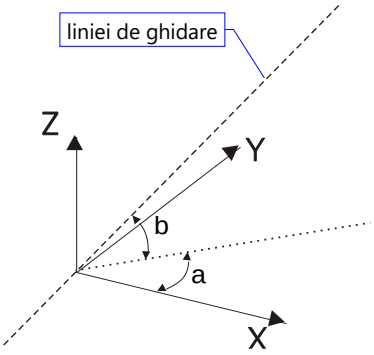
Poziţionarea liniei de ghidare oblică la poziţia actuală a cursorului.

Poziţionarea liniilor de ghidare Oblice duble la poziţia actuală a cursorului.

În vedere de perspectivă se pot poziţiona numai linii de ghidare oblice. Liniile de ghidare se pot mişca cu ajutorul mausului. Putem şterge liniile de ghidare prin tragerea lor în afara ferestrei.

Definirea liniilor de ghidare prin coordonate: Printr-un clic pe Linii de ghidare sau *Setări/Linii de ghidare***,** va apare următoarea fereastră de dialog:





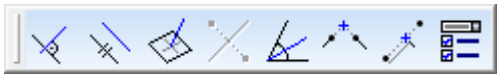
a: Unghiul proiecţiei liniei de ghidare în planul X-Y.

b: Unghiul între linia de ghidare şi planul X-Y.

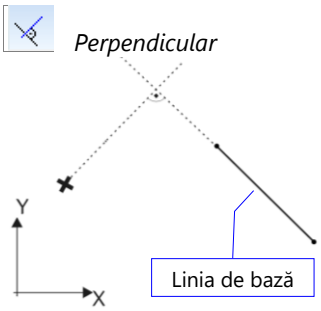
Afişare Acivează/dezactivează reprezentarea liniilor de ghidare

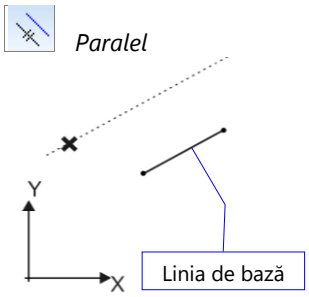
Actualizare totală Aplică modificările tuturor vederilor. Dacă este dezactivată, se actualizează doar vederea activă.

2.16.10. Instrumente pentru editare



Cu instrumentele pentru editare se poate fixa direcţia liniilor trasate.





Paşii utilizării funcţiei: activaţi funcţia de desenare a liniei. Daţi clic pe butonul perpendicular sau paralel, după care pe o linie sau două puncte care definesc o linie. Cursorul se va deplasa paralel sau perpendicular cu linia de baza.

Perpendicular pe plan

Paşii utilizării funcţiei: activaţi funcţia de desenare a liniei. Daţi clic pe butonul perpendicular pe plan după care în interiorul sau pe marginea domeniului care marcheaza planul. Cursorul se va deplasa perpendicular pe plan. Planul se poate defini şi cu trei puncte.

Punct median

Folosirea comenzii: Se începe trasarea liniei, după care se dă clic pe cele două capete a liniei a cărui punct median se doreşte pentru fixarea direcţiei.

Bisectoare

Folosirea comenzii: Se începe trasarea liniei, după care se selectează liniile care formează unghiul a cărui bisectoare se doreşte pentru fixarea direcţiei.

Punct de intersecţie

Folosirea comenzii: Se începe trasarea liniei, se lansează comanda, după care se selectează liniile (sau se selectează nodurile de capăt). Programul găseşte punctul de intersecţie. Pentru arce pot rezulta mai multe intersecţii. Aceste intersecţii sunt marcate cu cercuri iar intersecţia dorită se poate selecta.

Punct de împărţire

Folosirea comenzii: Se începe trasarea liniei, se lansează comanda, după care se selectează nodurile de capăt. În fereastra comenzii se defineşte punctul de împărţire cu raport sau distanţă.

Operaţia pentru punctul de intersecţie şi punctul de împărţire

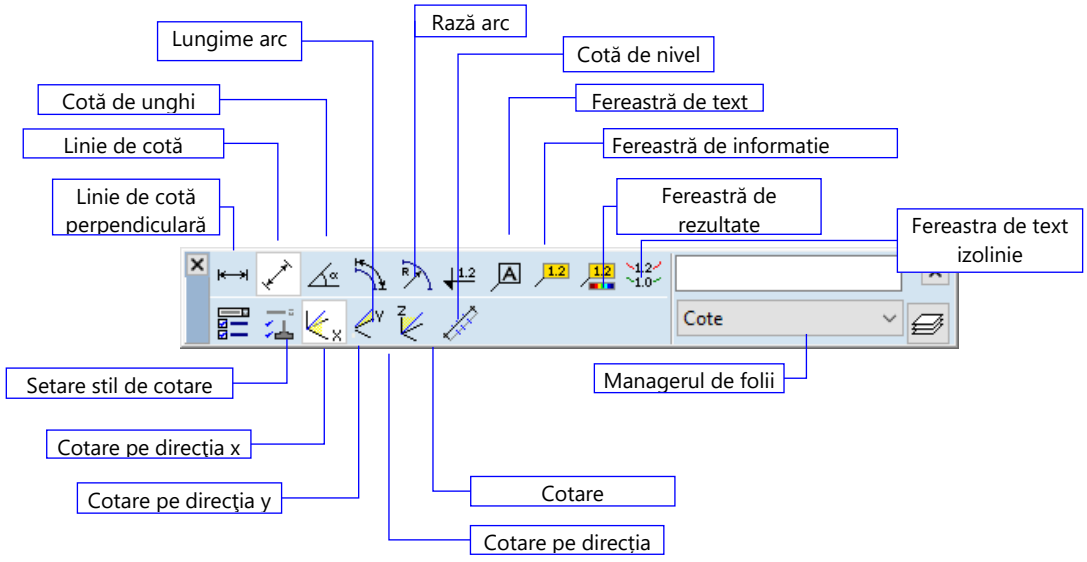
Se poate seta ca pentru comanda programul să genereze nodul sau să genereze numai originea relativă.

2.16.11. Cote, linii de cote, inscripţii

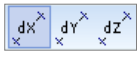
În model se poate folosi cotarea spaţială asociativă (linii de cote perpendiculare, aliniate şi continue, cote de nivel), ferestre de text pentru inscripţii şi inscripţii de rezultate. Printr-un clic pe icoana Linii de cote, se afişează bara de instrumente pentru cotare şi inscripţii. Modul de cotare se poate alege prin clic pe icoanele de pe partea stânga a barei de instrumente. Printr-un clic pe icoana din stânga jos, se poate seta stilul de cotare.

Poziţia cotelor şi a inscripţiilor existente se poate modifica cu ajutorul mausului. Dacă aceste cote şi inscripţii au fost poziţionate cu ajutorul punctelor modelului, ele se comportă asociativ şi urmăresc modificarea poziţiei punctelor.

2.16.11.1. Linie de cotă perpendiculară



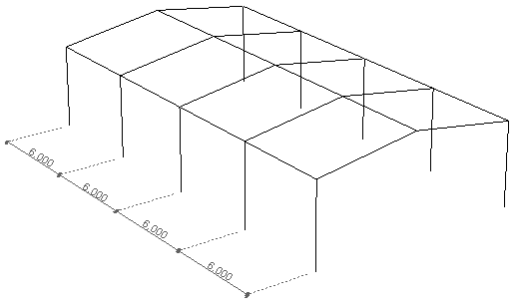
În model se pot aşeza linii de cote (linii de cote continue) pe direcţia axelor sistemului global de coordonate. Etapele cotării sunt următoarele:



1. Clic pe punctele de capăt a liniei care se cotează. Dacă între cele două puncte există deja o linie, se poate da clic şi pe acea linie.
2. Deplasarea cursorului. Direcţia liniei de cotă apare automat. Nu apare direcţia liniei de cotă dacă linia care se cotează nu este paralelă cu nici un plan global şi se editează în perspectivă. În acest caz, direcţia cotării dX, dY, dZ se alege de pe iconiţele barei de instrumente.
3. Fixarea liniei de cotă cu ajutorul mausului.

Pentru aşezarea liniilor de cote continue, daţi clic pe rând pe punctele sau liniile de cotat. Etapele 2 şi 3 sunt identice cu etapele aşezării liniilor de cote individuale. Liniile de cote continue se selectează concomitent, cu ajutorul tastei **[Shift]**, iar deplasarea lor se face împreună, cu ajutorul mausului. O linie de cotă se poate extrage din linia de cotă continuă prin selectarea acesteia cu fereastră şi deplasare cu ajutorul mausului.

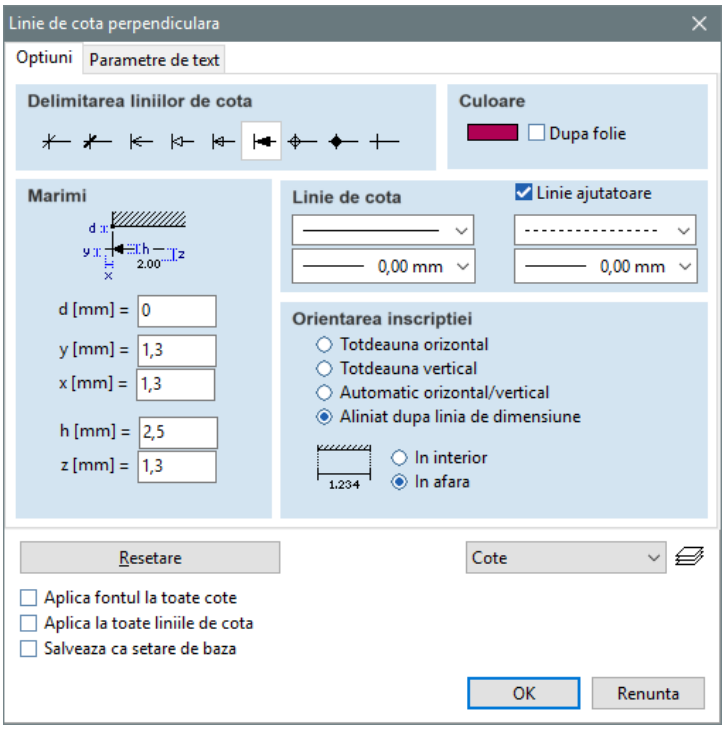
Linie de cotă continuă se poate crea şi cu funcţia de *Cotă semiautomată*. Funcţia cotează toate distanţele parţiale dintre cele două puncte selectate, dacă acestea nu fac parte din reţeaua generată de elemente finite.



Cotare semiautomată cu cote perpendiculare.

Dacă linia de cotă cotează nodurile modelului, aceasta va fi întotdeauna asociativă, iar la modificarea poziţiei nodurilor se actualizează şi cota.

Setarea stilului de cotare



Delimitarea liniilor de cotă — Setarea delimitării liniei de cotă şi dimensionarea acesteia. Se poate alege din nouă tipuri de delimitări.

Culoare — Pentru fiecare linie de cotă, se poate alege o culoare sau culoarea foliei. Programul pentru cote creează automat o folie *Cote*, dar utilizatorul îşi poate crea şi propriile folii.

Mărimi — Se pot seta mărimile referitoare la delimitarea liniei de cotă.

Linia de cotă — Din listă se poate alege tipul şi grosimea liniei de cotă. Pentru opţiunea *După folie,* grosimea liniei de cotă va fi grosimea setată pentru folie.

Linie ajutătoare — Vizualizarea liniilor ajutătoare este opţională.
Din listă se poate alege tipul şi grosimea liniei ajutătoare. Pentru opţiunea ***După folie***, grosimea liniei de cotă va fi grosimea setată pentru folie.

Orientarea inscripţiei — Se poate seta poziţia textului (orizontal, vertical, automat sau aliniat după linia cotei) faţă de linia de cotă. Setarea se poate face astfel încât textul să apară în interiorul sau exteriorul liniei de cotă.

Resetare

Pentru opţiunea ***Salvare ca setare de bază***, programul salvează toate setările ca setări de bază. Funcţia ***Resetare***, resetează toate setările cu setările de bază salvate.
Opţiunea ***Aplică la toate liniile de cotă***, reactualizează toate liniile de cotă cu setările curente, în acest fel, toate liniile de cotă vor fi uniforme.

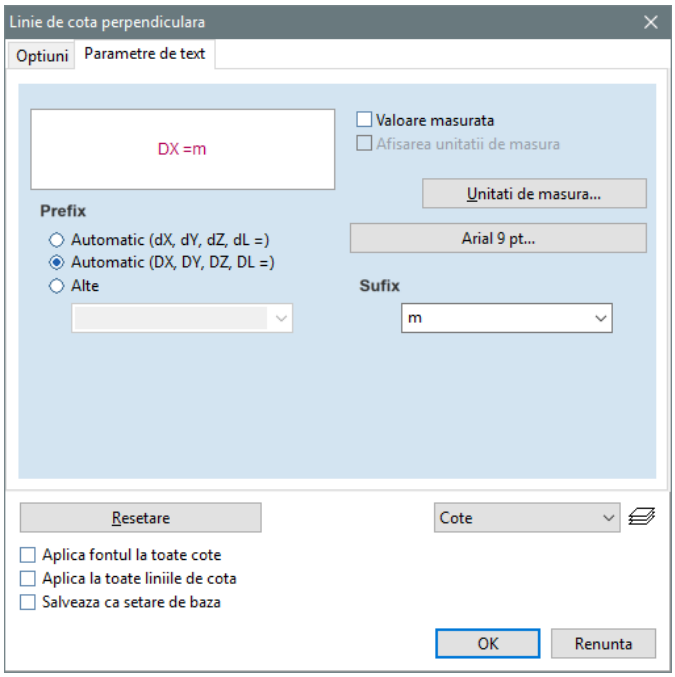
Modificarea a tuturor liniilor de cotă

Se va aplica acest font pentru toate cotele.

Managerul de folii

La pornirea cotării, dacă modelul nu conţine nici o folie, programul crează automat folia *Cote*. prin clic pe icoana *Folii*, utilizatorul poate să-şi creeze propriile folii sau să le modifice pe cele existente (vizibilitate, culoare, tipul de linie etc.).

Pe pagina următoare a ferestrei de dialog, **Parametre de text,** se poate seta textul cotei.



Valoare măsurată

Dacă opţiunea este selectată, pe linia de cotă se va înscrie valoarea măsurată a distanţei, dacă nu, atunci doar textul definit pentru prefix şi sufix. Formatul de afişare al lungimii se poate seta în fereastra ***Unităţi de măsură***, pagina ***Cotare/Cotă de dimensiune***.

Afişarea unităţiilor de măsură

Afişarea unităţii de măsură pentru valoarea măsurată.

Se poate seta tipul şi mărimea cotei.

Prefix

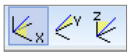
Prefixul textului de cotă poate fi un text definit de utilizator sau automat. În acest caz se afişează un prefix, conform direcţiei de cotare dX =, dY =, dZ = sau DX =, DY =, DZ =.

Sufix

Sufixul textului de cotă poate fi un text definit de către utilizator.

2.16.11.2. Linie de cotă aliniată

În model se pot aşeza linii de cote aliniate (linii de cote continue).



Paşii sunt identici cu paşii creării liniilor de cotă ortogonale.
Vezi... 2.16.11.2 Linie de cotă aliniată

Etapele cotării cu linii de cote aliniate sunt identice cu etapele cotării cu linii perpendiculare. Planul liniei de cote rezultă automat, face excepţie situaţia în care linia de cotat nu este paralelă cu nici un plan global. În aceste situaţii planul liniei de cote se alege cu icoanele de pe bara de instrumente. Planul liniei de cotă aliniată este definit de axele globale X, Y, sau Z şi de linia paralelă cu linia care se cotează şi intersectează axa globală.

Setarea stilului de cotare este identică cu setarea stilului de cotare pentru cote perpendiculare. Excepţie face prefixul care în toate cazurile este
dL = sau DL =.

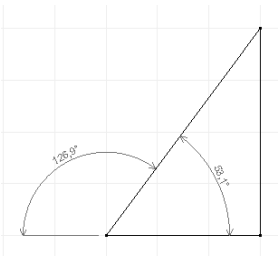
Exemplu pentru asociativitatea liniilor de cote.

Înainte de scalare *După scalare*

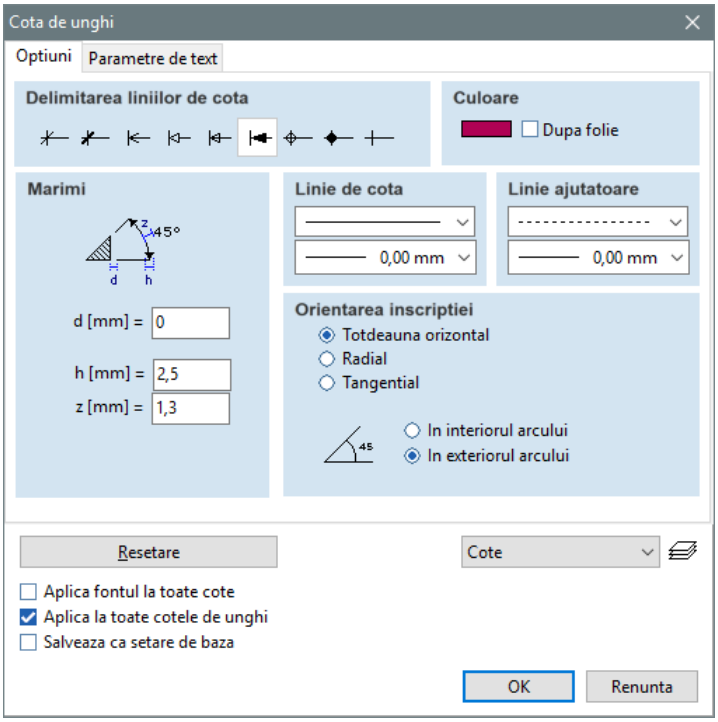
2.16.11.3. Cotarea unghiurilor

În model se pot folosi cote unghiulare asociative care măsoară unghiul între două linii.
Etapele cotării sunt următoarele:

1. Clic pe punctele de capăt ale primei linii sau clic pe prima linie.
2. Clic pe punctele de capăt a celeilalte linii sau clic pe linie.
3. Deplasarea cursorului. Poziţia cotei de unghi rezultă automat. În funcţie de poziţia cursorului, se poate cota unghiul, unghiul complemetar sau unghiul altern între cele două drepte.



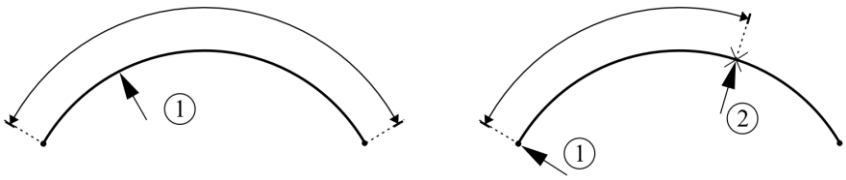
Stilul de cotare pentru unghiuri poate fi setat analog cu stilurile de cotare pentru linii de cote.



Formatul de afişare al unghiurilor poate fi setat în fereastra *Unităţi de măsură,* pagina *Cotare/Cotă de unghi.*

2.16.11.4. Cotare lungime arc

Se poate cota lungimea arcelor din model. Pentru lungimea totală se dă clic pe un punct intermediar de pe arc. O porţiune din arc se poate cota cu clic pe capetele arcului şi pe un punct intermediar.



Vezi... 2.16.11.1 Linie de cotă perpendiculară

2.16.11.5. Cotare raza arc

Se poate cota raza arcului cu clic pe acesta.

Vezi... 2.16.11.1 Linie de cotă perpendiculară

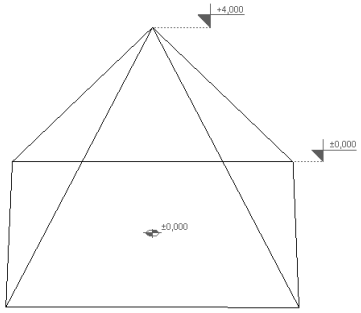
2.16.11.6. Cote de nivel, cote de înălţimi

În model se pot aşeza cote de nivel şi cote de înălţimi. Cele două tipuri de cote folosesc formatul de afişare setat din fereastra de dialog *Unităţi de măsură,* pagina *Geometrie/Distanţă* (identic cu formatul afişării coordonatelor).
Vezi... 3.3.8 Unităţi de măsură

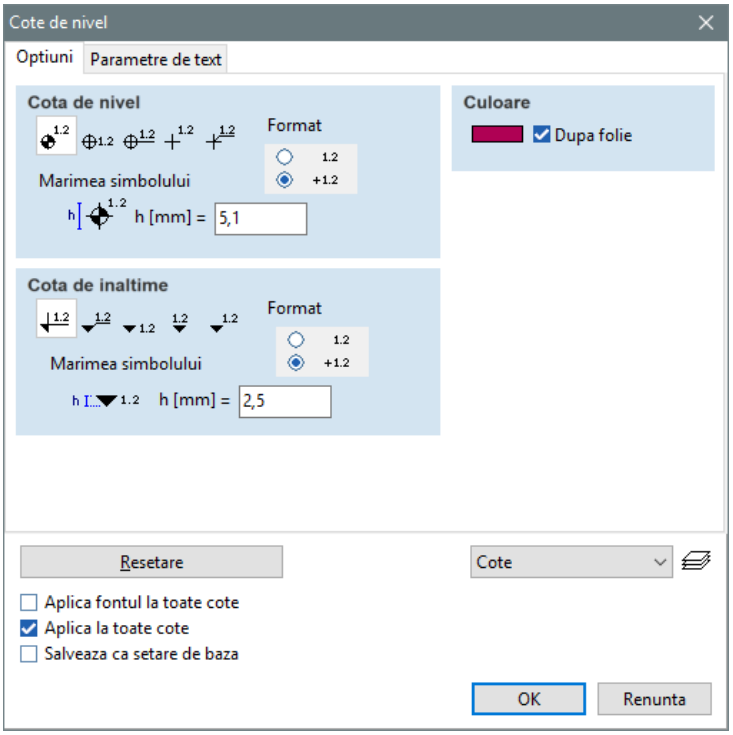
Coţele de nivel se pot aşeza în vederea de sus prin clic pe un punct al modelului. Vederea de sus este considerată vederea care coincide cu direcţia gravitaţiei. **Vezi...** 3.3.9 Gravitaţia

Coţele de înălţime se pot aşeza în vederea din faţă şi în vederea laterală. Etapele cotării sunt următoarele:

1. Se selectează punctul care se cotează.
2. Se deplasează cursorul în poziţia în care se doreşte aşezarea cotei, după care se fixează cota de înălţime printr-un clic.



Funcţiile de cote de nivel şi cote de înălţime se pot accesa cu aceeaşi iconiţă. Tipul cotei se activează automat în funcţia de vedere actuală. Stilul de cotare pentru aceste tipuri de cote se poate seta în aceeaşi fereastră.



Cotă de nivel Setarea stilului de cotare pentru cote de nivel: alegerea simbolului, al formatului (afişarea semnului) şi mărimea simbolului.

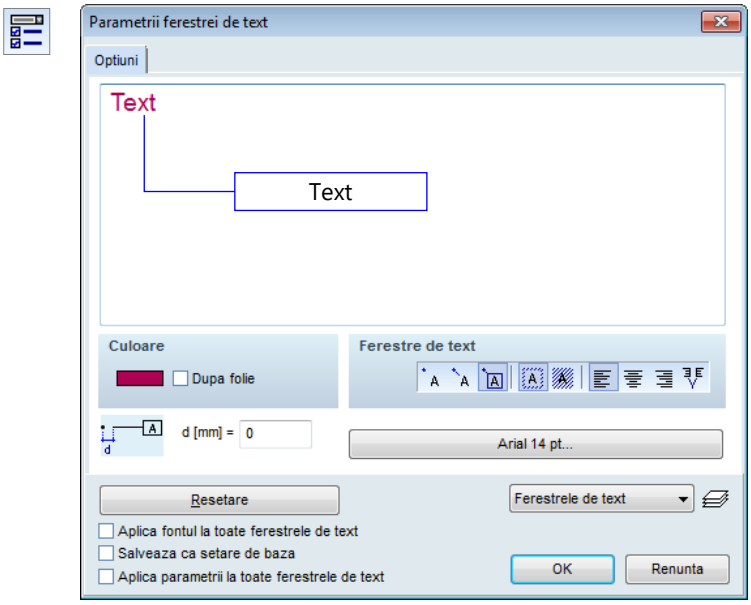
Cotă de înălţime Setarea stilului de cotare pentru cote de înălţime: alegerea simbolului, al formatului (afişarea semnului) şi mărimea simbolului.

2.16.11.7. Ferestre de text

În model putem aşeza ferestre de text (inscripţii). În ferestrele de text poate fi introdus text pe mai multe rânduri, dar tipul de caracter şi aliniamentul textului va fi unic.

O fereastră de text poate fi creeată în etapele care urmează:

1. Se introduce textul în fereastra de dialog *Parametrii ferestrei de text,* sau în câmpul de pe bara de instrumente (în cazul textelor pe un rând).
2. Se selectează punctul la care se ataşează fereastra de text.
3. Se deplasează cursorul şi se fixează fereastra de text cu ajutorul mausului.

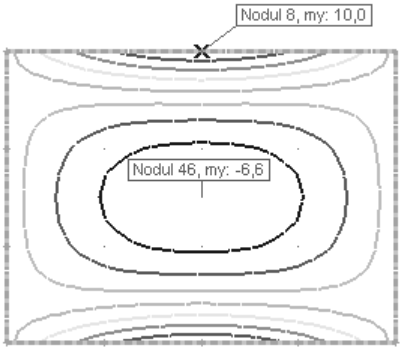


Culoarea Se poate seta culoarea comună pentru linia ajutătoare, chenar şi text. Pentru opţiunea *După folie,* culoarea va fi cea setată pentru folie în *Managerul de folii.*

Fereastra de text Se poate seta desenul ferestrei de text, afişarea liniei ajutătoare şi a chenarului, transparenţa şi alinierea textului. Se poate defini distanţa *d* de la punctul de referinţă până la linia ajutătoare.

Tipul de caractere Se poate seta stilul şi mărimea caracterelor folosite pentru fereastra de text.

Opţiunile pentru ferestrele de text sunt următoarele: resetarea setărilor, aplicarea fonturilor pentru toate ferestrele de text, salvare ca setare de bază şi aplicarea stilului setat pentru toate ferestrele de text.



Legături active În ferestre de text se pot defini legături active cu care se ataşează informaţii externe de model. Dacă fereastra de text conţine referire la un fişier sau la o adresă de internet, printr-un clic pe aceasta se deschide fişierul sau pagina de internet. Pentru modificarea textului trebuie selectată fereastra de text (Shift+clic) după care se dă clic în fereastra de text.

Nume fişier Referire la fişier-> din caractere şi numele fişierului de exemplu:
->C:\Proiecte\A\Documente\Detalii.doc
Dacă nu este specificată calea completă, fişierul este căutat în directorul modelului. Referirea de sus se poate da şi în felul următor
\Documente\Detalii.doc
După clic pe textul din fereastră se lansează programul asociat fişierului şi încarcă fişierul din referinţă. În acest fel se pot asocia modelului: imagini, filme, sunete, tabele Excel, documente sau alte informaţii.

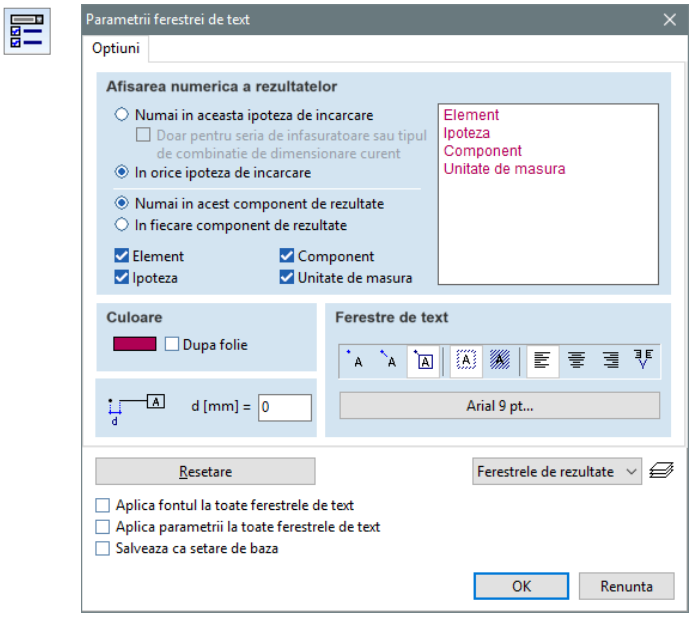
Adresă de internet Adrese tipice de internet:
http://..., ftp://..., https://..., file://..., www. ...
Prin clic pe fereastra de text se lansează browserul web şi încarcă pagina dată. Dacă o fereastră de text conţine mai multe adrese de internet, este încărcată prima adresă.

2.16.11.8. Ferestre de rezultate

Fereastra de informaţie

La introducerea datelor se pot defini ferestre cu informaţii.
În funcţie de definirea datelor geometrice, elemente sau încărcari, ferestrele de informaţii vor conţine proprietăţi.

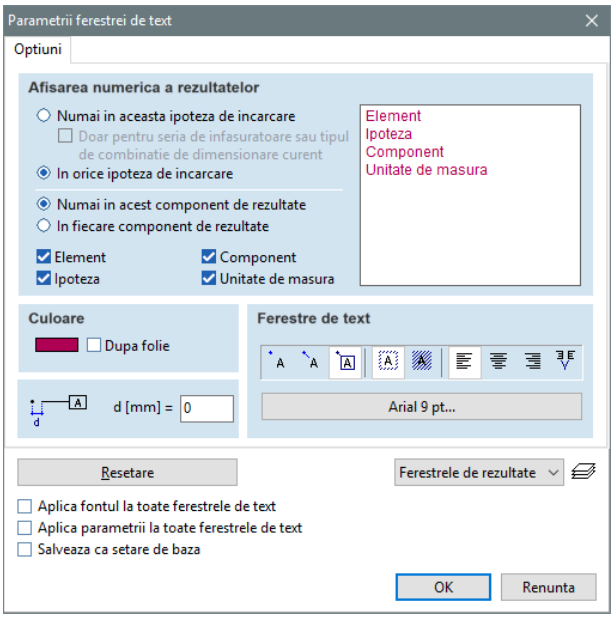
Parametri ferestrei de informaţii:



Ferestre de rezultate

La afişarea rezultatelor, cursorul vizualizează rezultatele în nodurile modelului, la mijlocul liniilor, la mijlocul elementelor de suprafaţă şi în punctele intermediare ale elementelor de bară şi nervură. Aceste rezultate sunt afişate automat în fereastra de rezultate.
Etapele realizării ferestrelor de rezultate sunt identice cu etapele realizării ferestrelor de text. Conţinutul ferestrei de rezultate reprezintă componenta calculată în punctul de referinţă al ferestrei de rezultate pentru componenta actuală a rezultatului.

Paremetri afişării rezultatelor se pot seta în fereastra următoare:

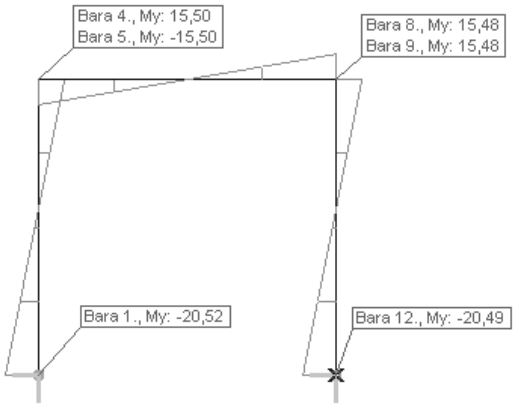


Numai în acest caz de încărcare
Dacă este activat – fereastra de rezultate apare numai în ipoteza de încărcare în care a fost generată.

În orice ipoteză de încărcare
Fereastra de rezultate este vizibilă în orice ipoteză de încărcare.

Numai în acestă componentă de rezultate
Fereastra de rezultate apare dacă reprezentăm componenta de rezultate la care a fost creată această fereastră de rezultate.

La orice componentă de rezultate
Fereastra de rezultate apare la fiecare componentă de rezultate.



Setarea parametrilor căsuţei de rezultate:

Element
Afişarea numărul elementului.

Componente
Afişarea componentelor rezultatului.

Caz
Afişarea numărului de ordine al ipotezei de încărcare sau încărcările care alcătuiesc combinaţia de dimensionare .

Unităţi de măsură
Afişarea unităţii de măsură

Sub butonul *Resetare* se pot seta trei opţiuni:

Aplică fontul la toate ferestrele de text
După apăsarea butonului OK, în toate ferestrele de text tipul fontului va fi setat conform ferestrei *parametri de text*.

Salvează ca setare de bază
La modelele noi ferestrele de text vor fi afişate conform setărilor aici definite.

Aplică parametrii la toate ferestrele de text
După apasarea butonului OK, în toate ferestrele de text toţi parametri vor fi setaţi conform ferestrei *parametri de text*.

Managerul de folii

[F11]

În managerul de folii putem definii folii noi sau le putem modifica pe cele existente.

Funcţia se poate apela din meniul *Opţiuni/Managerul de folii*.

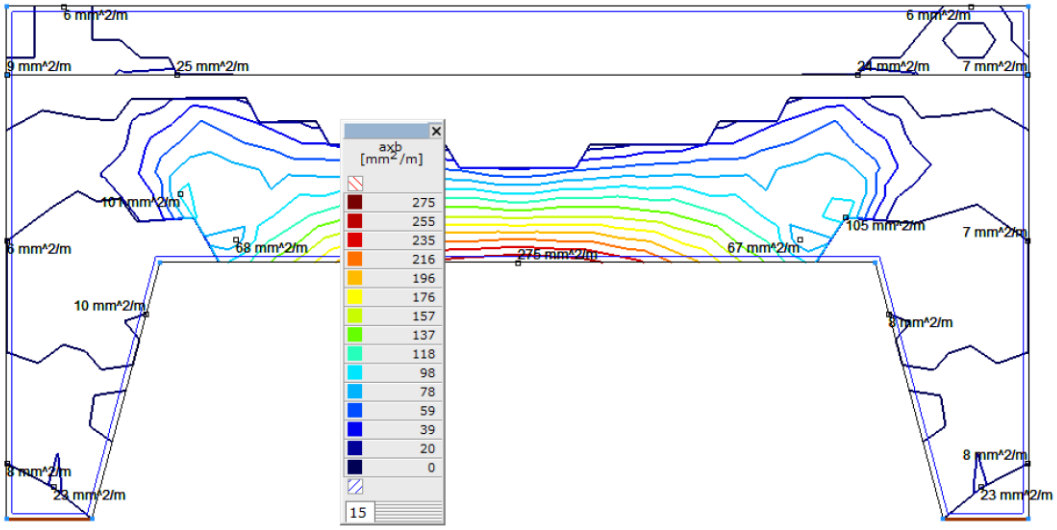
Vezi... 3.3.3 Managerul de folii.

2.16.11.9. Text izolinie

Cu ajutorul funcţiei se pot inscripţiona izoliniile.

Paşi înscripţionării sunt următoarele:

1. Daţi clic pe butonul izolinie
2. Definiţi două puncte care definesc un segment
3. Unde acest segment intersectează izoliniile, acolo se vor inscripţiona izoliniile



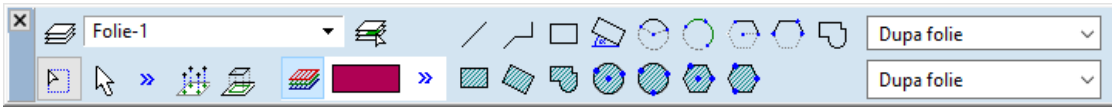
Se poate activa etichetarea automată a izoliniilor în paleta de culori. **Vezi...** 2.18.4 Paleta de culori

2.16.11.10. Cote pentru fundaţii

Defineşte proprietăţile cotelor pentru fundaţiile dimensionate.
Setările sunt aceleaşi ca şi în cazul cotelor normale.

2.16.12. Editarea foliilor de fundal

Acest editor permite modificarea foliilor DXF şi IFC importate şi adăugarea diferitor forme. Foliile de fundal conţin doar informaţii geometrice şi nu joacă nici un rol în structură.



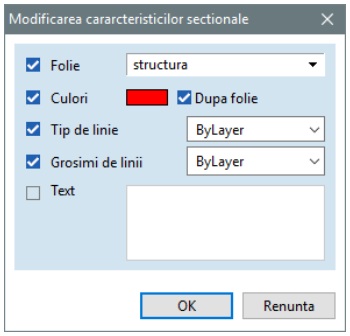
Administratorul de folii
Deschide administratorul de folii. **Vezi...** 3.3.3 Managerul de folii

Selectarea unui strat

Selectaţi din listă un strat pentru editare.
Pentru a crea un strat nou, lansaţi Administratorul de folii şi creaţi un nou strat. După aceasta puteţi selecta stratul respectiv din listă.

Altă metodă de selectare a unui strat este de a selecta acest buton de sub listă, pe urmă selectaţi o formă. Stratul asociat acelei forma va fi selectat.

Selecţie
Clic pe acest buton pentru a activa selecţia formelor.
Daţi clic pe conturul formei sau trasaţi o fereastră de selecţie în jurul formelor şi daţi clic pe conturul unei forme selectate, pe urmă definiţi proprietăţile în fereastra de editare a proprietăţilor.
Pentru a utiliza funcţii speciale de selectare alegeţi următorul buton de pe bară *(Moduri speciale de selecţie)*.
Cu clic dreapta pe o folie apare un meniu. Izolare folie pentru editare blochează toate celelalte folii şi permite editarea elementelor din folia selectată. Ştergere folie permite ştergerea foliei selectate.



Moduri speciale de selecţie
Printr-un clic pe acest buton apare o paletă pentru opţiunile de selecţie. **Vezi...** 2.16.1 Selectare
Click pe OK dacă selecţia este finalizată şi clic pe orice formă selectată pentru definirea proprietăţilor.

Preluarea proprietăţilor
Click pe acest buton pentru a activa preluarea. Printr-un clic pe o forma se preiau toate proprietăţile formei respective.

Convertarea punctelor selectate din model în noduri AxisVM

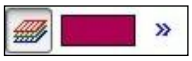
Converteşte formele selectate în linii AxisVM
După activarea acestei comenzi va apărea paleta opţiunilor de selecţie. Click pe OK dacă selecţia este finalizată. Toate formele selectate vor fi copiate ca linii AxisVM.

Trimiterea obiectelor selectate în spate

Aducerea obiectelor selectate în faţă

Ştergerea formelor Pentru a şterge formele, selectaţi-le pe urmă apăsaţi tasta *Delete* pe tastatură.

Culoare



Se poate selecta culoarea cu care să fie desenat conturul şi interioarul formelor.
Există trei metode de setare a culorii.

Setarea culorii startului ca şi culoare.

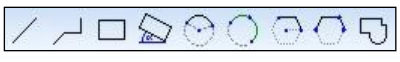
Selectaţi o culoare din fereastră.

Selectaţi culoarea unei alte forme prin preluare.

Tipul de linie Două liste permit selectarea tipului şi grosimii de linie. Selectaţi valorile dorite.

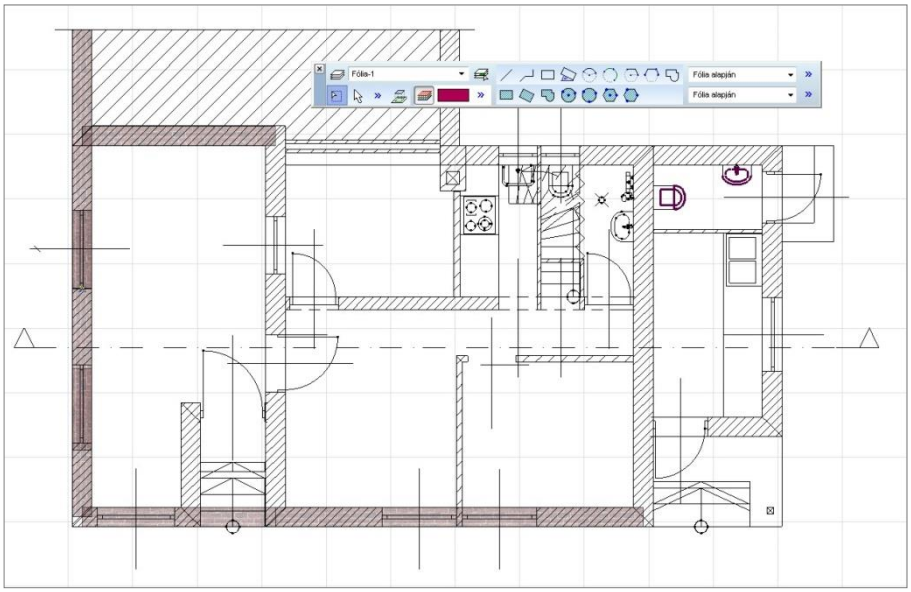
Grosimi de linie Aceste modificări nu afectează formele pline.

Preluaţi tipul sau grosimea de linie de la o forma existentă.



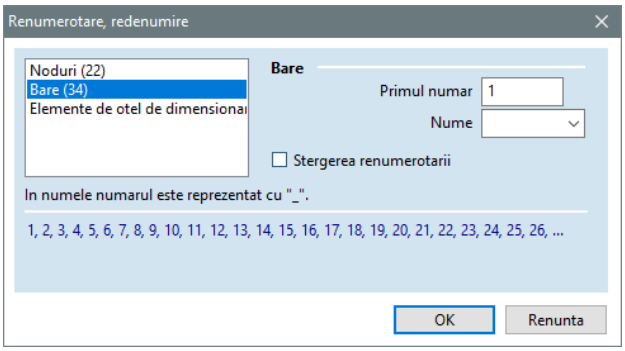
Bară de instrumente pentru desenarea liniilor şi formelor goale.

Bară de instrumente pentru desenarea formelor pline.



2.16.13. Redenumire/renumerotare

Nodurile, zăbrelele, barele, nervurile, elementele de dimensionare de metal şi lemn, cât şi domeniile modelului, respectiv reazeme nodale, liniare şi de suprafaţă se pot redenumi sau renumerota (aceste obiecte le numerotează programul în ordinea creării lor).
Pentru utilizarea funcţiei se vor selecta nodurile şi elementele afectate, după care se activează funcţia prin apăsarea butonului de pe bara de instrumente.



În fereastra de dialog a funcţiei, se va afişa numărul elementelor selectate. Din listă se poate alege ce se va renumerota sau redenumi.

Primul număr Se va defini primul număr. Elementele selectate vor avea numere de ordine începând cu primul număr în funcţie de poziţia geometrică. Renumerotarea poate afecta şi elementele neselectate, fiindcă două elemente nu pot avea acelaşi număr de ordine.

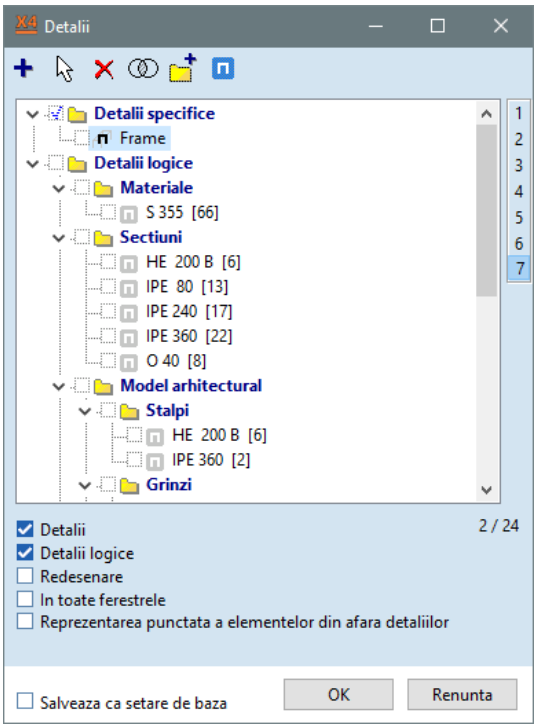
Nume În nume, numărul de ordine este înlocuit cu caracterul "_". Dacă primul număr este 1, în câmpul Nume este trecut N_, atunci denumirea elementelor vor fi N1, N2, N3.
Dacă este selectat un singur element, denumirea nu trebuie să conţină obligatoriu un număr de ordine.
Dacă sunt selectate mai multe elemente, numele trebuie să conţină un număr de ordine, deoarece două elemente nu pot avea aceeaşi denumire.
Dacă în câmpul nume nu se trece nimic, denumirea elementului va fi numărul lui de ordine.

Ştergerea renumerotării Dacă este activată opţiunea *Ştergerea renumerotării*, se va reveni la numerotarea iniţială şi se vor şterge denumirile date.

Pentru afişarea renumerotării şi redenumirii este necesar ca în fereastra de dialog *Opţiuni de reprezentare* să fie activată numerotarea elementelor.

2.16.14. Detalii

Cu ajutorul funcţiei Detaliu se pot vizualiza părţi din structură. Detaliul vizualizat se poate edita sau tipări.
În fereastra de dialog se pot defini, modifica, selecta şi şterge detaliile. Este posibilă vizualizarea mai multor detalii în acelaşi timp.
Vizualizarea ulterioară se referă la detaliile selectate în această fereastră. În continuare, sub denumirea de *detaliu,* se va înţelege detaliul definit în această fereastră de dialog. În program se pot utiliza două tipuri de detalii: detalii unice şi detalii logice. Detaliile unice sunt definite de utilizator prin marcarea elementelor.
Detaliile logice sunt generate automat de program şi sunt clasificate pe baza proprietăţilor (de ex. material, profil, grosime, tipul elementului, niveluri sau grupuri de optimizare, grupuri de excentricitate).



Prin clic pe numele detaliului deja definit, acesta se poate activa sau dezactiva.
Detaliile se pot activa sau dezactiva şi cu iconiţele aflate în partea de jos a ferestrei de lucru.
Detaliile se pot activa cu tasta rapida din partea stânga jos a ecranului.
Adâncimea de afişare a grupelor se poate seta cu ajutorul numerelor din partea dreaptă a ecranului.

Definire director nou

Cu definirea directoarelor noi este posibilă stocarea detaliilor în mod structurat (de ex. detaliile aferente unui nivel de clădire). Detaliile se pot muta cu ajutorul mausului iar cu ajutorul tastelor **[Ctrl]** sau **[Shift]** se pot efectua selecţii multiple.

Prin activarea unui director se afişează toate detaliile din acesta.

Nou

Definirea unui detaliu nou.
La fiecare detaliu nou definit, trebuie asociat un nume. Detaliul nou se defineşte prin alegerea elementelor structurii cu ajutorul barei de selectare.

Denumirea detaliului actual este afişată în fereastra de informaţii. Dacă sunt activate mai multe detalii concomitent în această fereastră, apare inscripţia *n detalii* unde *n* este numărul detaliilor activate.

Modificare

Se poate modifica detaliul unic selectat.
La începutul selectării apar elementele care fac parte din detaliile vizualizate. Prin clic cu butonul din dreapta al mausului pe numele detaliului se afişează un meniu rapid, prin această cale este posibilă redenumirea detaliului.

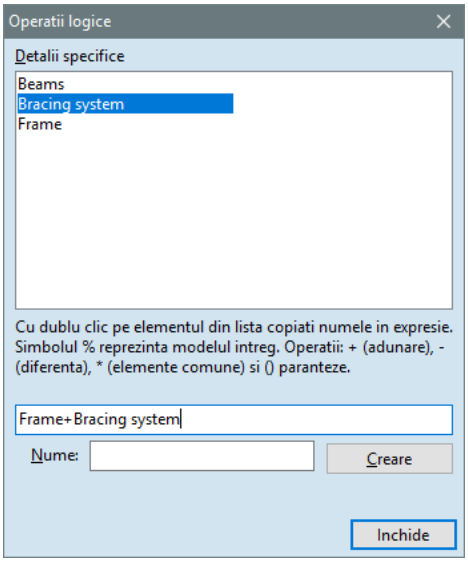
Ştergere

Cu această funcţie se poate şterge un detaliu deja definit. Este de remarcat faptul că elementele structurii care fac parte din detaliu nu se şterg. (Detaliile logice nu se pot şterge)

☞ ***Vor fii vizualizate numai secţiunile active din detaliul selectat, în cazul vizualizării rezultatelor secţionale în tabele din detalii.*** **Vezi...** 6.1.5.1Rezultate pe secţiune

Operaţii logice

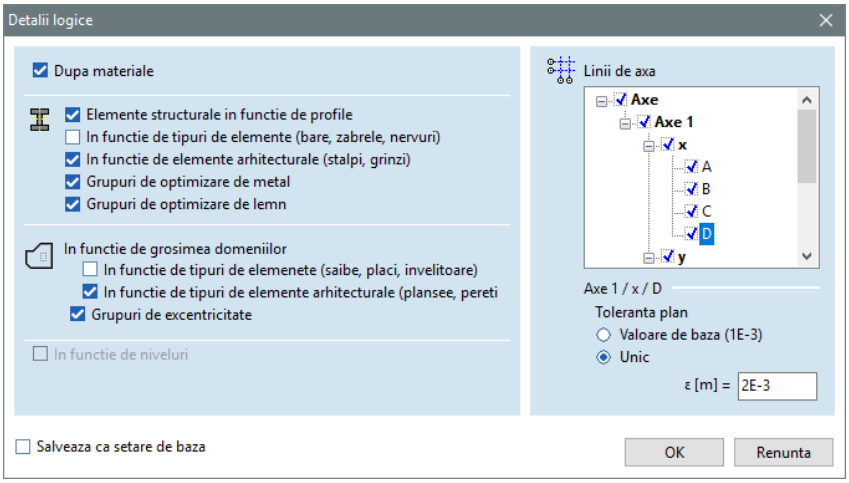
Cu detaliile definite se pot face operaţii logice. Pentru aceste operaţii se dau expresiile operaţiei cu care se defineşte noul detaliu. Numele detaliilor se poate copia cu clic dublu din lista detaliilor, în expresie. Caracterul % marchează modelul întreg. Expresia *%-Stâlpi* se referă la structura întreagă fără elementele detaliului *Stâlpi*. Cu butonul *Creare* se creează detaliul definit prin operaţia logică cu denumirea dată în câmpul *Nume*.
Dacă numele detaliului conţine caracterele operaţiilor +, -, , (,), denumirea detaliului se va trece între caracterele (ex. *placa +12.00*).



Definire director nou

Prin definirea directoarelor se poate realiza afişarea structurată a detaliilor. Detaliile unice se pot muta cu ajutorul mausului iar cu tastele [Ctrl] sau [Shift] se poate efectua o selecţie multiplă.
Prin activarea sau dezactivarea directorului se vor activa sau dezactiva toate detaliile din director.

Detalii logice



În fereastra de dialog se pot seta criteriile pentru generarea detaliilor. Tipul obiectelor arhitecturale este decis de geometria lor: elementele liniare verticale sunt stâlpi iar cele orizontale grinzi. Domeniile orizontale sunt planşee iar cele verticale pereţi.
Elementele create din grupuri de optimizare a structurilor metalice sau de lemn fac ușoară schimbarea profilului unui grup de optimizare. Pentru grupuri de excentricitate **vezi...** 4.9.6 Domeniu
Dacă în model sunt definite şi niveluri (**vezi...** 3.8.9 Niveluri) , detaliile se pot genera şi pe acest criteriu.
Detaliile create din gupurile de optimizare de metal sau lemn fac ușoară schimbarea unui profil al grupului de optimizare. Pentru grupuri de excentricitate **vezi...** 4.9.6 Domeniu
Dacă în model au fost definite axe structurale se pot defini detalii bazate pe axe. Aceste detalii vor conține elementele din planul lor. Elementele liniare și de suprafață for fi incluse doar dacă toate punctele lor vor cădea în plan. Toleranța planului poate fi personalizată pentru fiecare ax în parte. Pot fi selectate multiple axe (Ctrl+clic sau Shift+clic pe numele axului) și poate fi definită o valoare comună.

Opţiuni de afişare

Opţiunile ferestrei de dialog influenţeaza modul de afişare:

Detalii

Dacă este activat, detaliile activate din listă vor fi afişate. Când nu este activat, se afişeaza tot modelul.

Detalii logice

Dacă este activat, detaliile activate din listă vor fi afişate. Când nu este activat, se afişeaza tot modelul.

Redesenare
Dacă este activat, modelul este redesenat imediat după orice setare. Dacă nu este activat, redesenarea se va face numai la apăsarea butonului OK.

În toate ferestrele
Dacă este activat, modificările sunt afişate în toate ferestrele. Dacă nu este activat, modificările apar numai în fereastra activă.

Reprezentarea punctată a elementelor din afara detaliilor
La afişarea detaliilor se va afişa şi restul modelului cu linii de culoare gri.

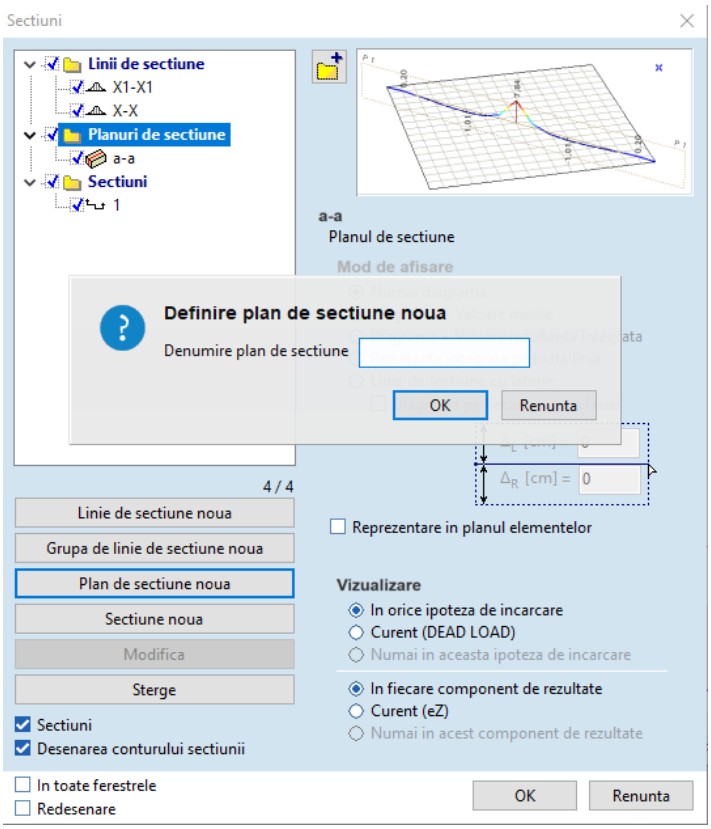
Salvează ca implicit Dacă această opțiune este bifat, starea actuală a Părților Logice (*Logical parts), Actualizați tot* (*Refresh all)* și Afișați părțile nevizibile cu gri (*Show non-visible parts grayed)* vor fi salvate ca setare implicită la închiderea dialogului.

2.16.15. Secţiuni

Secţiunile se pot utiliza pentru reprezentarea deplasărilor, eforturilor, tensiunilor şi a cantităţilor de armătură la elementele finite de placă, şaibă şi învelitoare.

Dacă o bară, nervură sau zăbrea se află într-o secţiune activă şi reprezentăm o componentă de rezultate pe acest element, atunci diagrama de rezultate apare pe element.

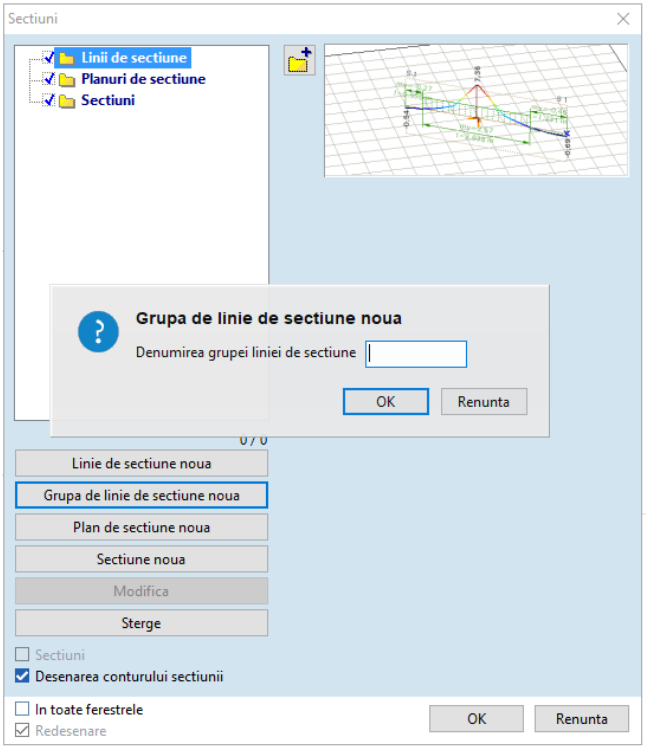
Rezultatele secțiunilor sunt disponibile și în formă tabelară în Tabel.
Vezi... 6.1.5.1 Rezultate pe secțiune



Secţiunile, planurile de secţiune şi liniile de secţiune se pot activa sau dezactiva şi cu icoanele din partea de jos a ferestrei de lucru. La afişarea rezultatelor diagramele sunt reprezentate pentru secţiunile şi planurile de secţiune activate.
Programul grupează automat în directoare diferite liniile de secţiune, planurile de secţiune şi sectiunile.

☞ ***Elementele nu se pot muta dintr-un tip de grupare în altul!***
Vor fii vizualizate numai secţiunile active din detaliul selectat, în cazul vizualizării rezultatelor secţionale în tabele din detalii.

Definire grupă de linie de secţiune



Este posibilă definirea liniilor de secţiune grupate care se pot activa sau dezactiva simultan.

Cu opţiunea *Linie de secţiune grupată* şi introducerea denumirii (*nume*) se va activa funcţia de definire. Se pot defini un număr arbitrar de linii de secţiuni până când se întrerupe operaţia cu tasta **[Esc].** Liniile de secţiune vor fi numerotate (*xx*) şi cu denumirea *nume_xx* vor fi stocate în directorul *nume*.

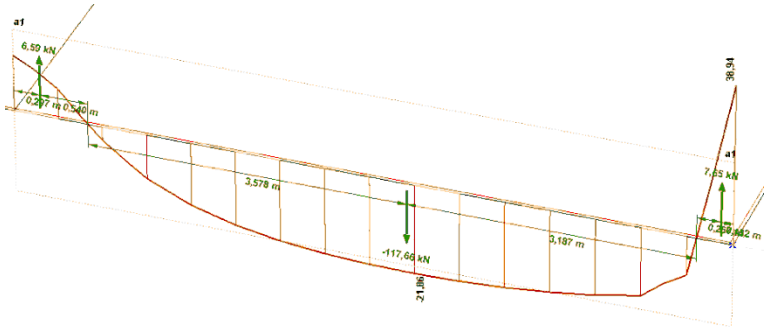
Definire director nou

Cu definirea directoarelor noi este posibilă stocarea detaliilor în mod structurat. Directorul nou se va crea sub directorul curent. Detaliile se pot muta cu ajutorul mausului iar cu ajutorul tastelor **[Ctrl]** sau **[Shift]** se pot efectua selecţii multiple.

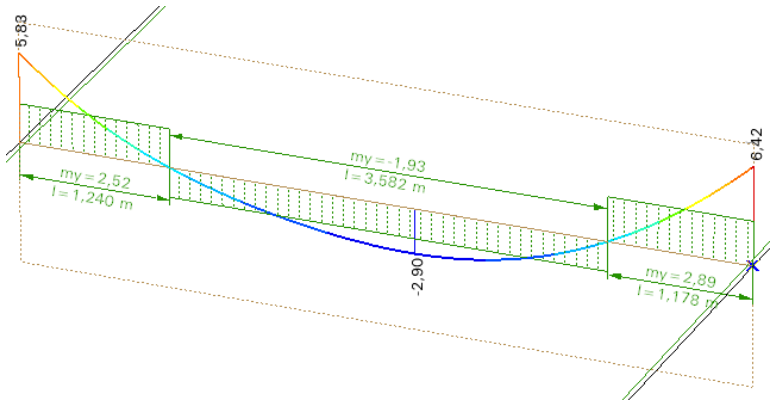
Linie de secţiune nouă

Pentru definirea liniei trebuiesc definite două puncte, dar aceste puncte trebuie să fie pe domenii care sunt în acelaşi plan.
Se poate opta pentru reprezentarea diagramei, mediei, rezultantei pe linia de secţiune. Pentru linia de secţiune se pot defini şi două fâşii laterale pe partea stânga şi dreaptă. În acest caz, valorile diagramei sunt calculate făcându-se o medie pe lăţimea segmentului. Pentru vizualizarea mai expresivă a lăţimii segmentului, diagrama poate fi afişată şi pe ambele părţi ale benzii.
Implicit diagramele sunt afişate în plan perpendicular pe elemente, dar cu opţiunea *Reprezentare în planul elementelor* sunt rotite în planul elementelor. Această opţiune se poate seta deodată pentru toate liniile de secţiune.

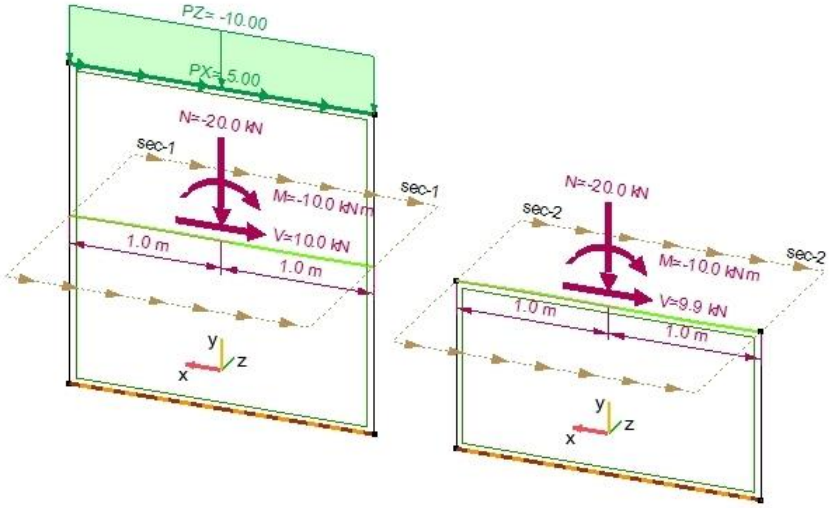
☞ **Dacă este selectată opțiunea Diagrama în planul elementelor, opțiunea Diagrama cu lățimea segmentului nu poate fi utilizată.**



Rezultanta

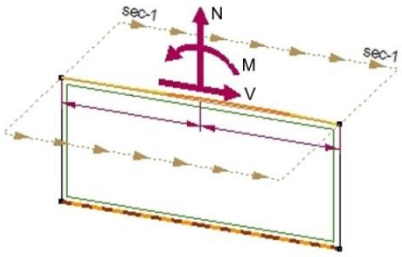


Media



Rezultant integrat pe segment

Segmentul secțiunii divide domeniul în două părți. Pentru calcul este eliminată o parte. Partea eliminată este selectată în așa fel încât axul local perpendicular pe segmentul secțiunii (axul y este reprezentat de axul galben în imagine) arată în direcția opusă față de elementul rămas. Săgețile sunt afișate pe latura elementului eliminat. Ele arată forțele și momentele care acționează pe elementul rămas prin cel eliminat. Direcția segmentului secțiunii este reprezentată de săgețile din lungul cunturului. Următoarea imagine arată direcția pozitivă a componentelor rezultante.



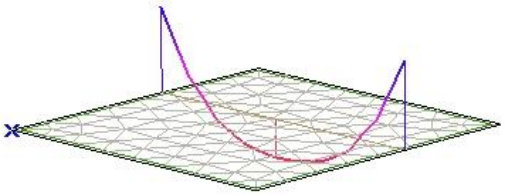
☞ ***Rezultanta integrată pe segment este afișată doar pentru segmente paralele cu axul local x sau y.***

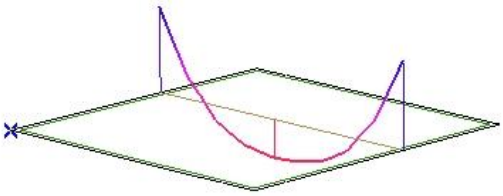
☞ ***Dacă este selectată combinația De dimensionare su Înfășurătoare, rezultantele componentelor sunt afișate doar în modul Min sau Max. Valorile celor trei componente ale rezultantei nu sunt concomitente.***

Plan de secţiune

Aici totdeauna trebuie să definim un plan.
La definirea planului de secţiune se va da denumirea secţiunii, iar într-o vedere se fixează planul secţiunii cu două puncte.
În perspectivă, planul de secţiune se fixează cu trei puncte. La afişarea rezultatelor, planul de secţiune este afişat ca un dreptunghi cu linie punctată (afişarea planurilor de secţiune se poate dezactiva după preferinţă).
Planul de secţiune secţionează modelul întreg, în liniile secţiunii se va reprezenta componenta activată a rezultatelor.

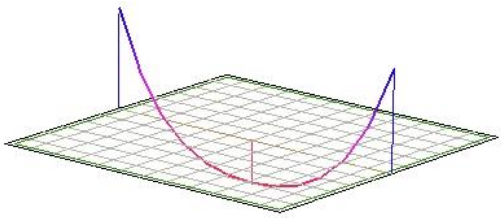
Afişarea secţiunii putem să o folosim când dorim să vedem toată structura, dar solicitările numai în anumite părţi ale structurii.

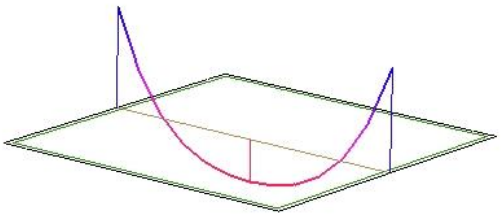




Secţiune

La fiecare secţiune nou definită, trebuie asociat un nume.
Secţiunea nouă se defineşte prin alegerea elementelor plane şi apoi a muchiilor acestora cu ajutorul barei de selectare. Muchiile nu trebuie să formeze o linie continuă.
Definirea secţiunii se poate aplica şi pe cadre. În acest caz trebuie selectate elementele pe care dorim să le vizualizăm împreună, sub un anumit nume.

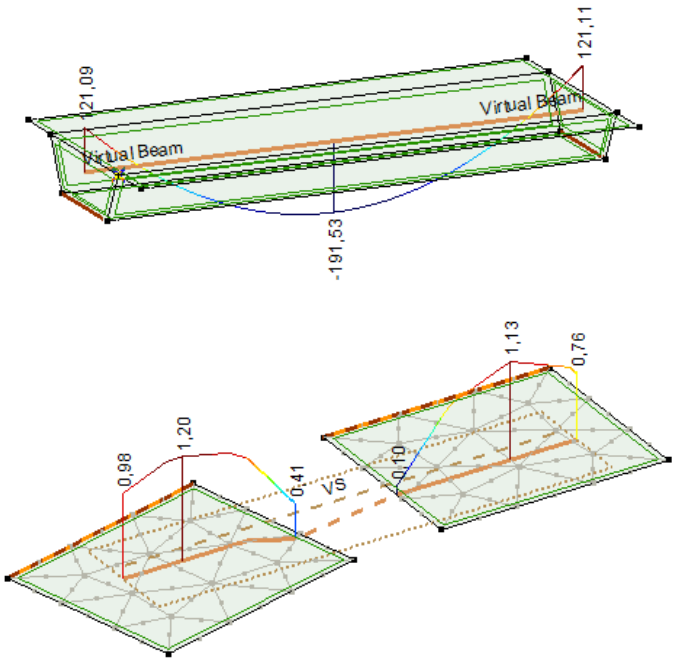




☞ ***Direcţia secţiunii nu este în concordanţă cu componenta solicitării reprezentate.***

2.16.16. Bara virtuală

Prin definirea barelor virtuale pot fi reprezentate eforturile din domenii (și nervuri atașate) în eforturi de tip bară.
Programul calculează eforturile din element. După calcularea eforturilor, programul creează un număr finit de secțiuni perpendiculare pe direcția barei virtuale și concentrează eforturile din secțiune în centrul de greutate a secțiunii. Axa barei poate să fie mediana, sau o alta linie predifinită.
Fâșiile virtuale sunt asemănătoare cu barele virtuale doar că secțiunea nu este dezvoltată până pe marginea domeniului (sunt limitate de o fâșie definită în stânga și în dreapta Δ_L și Δ_R).



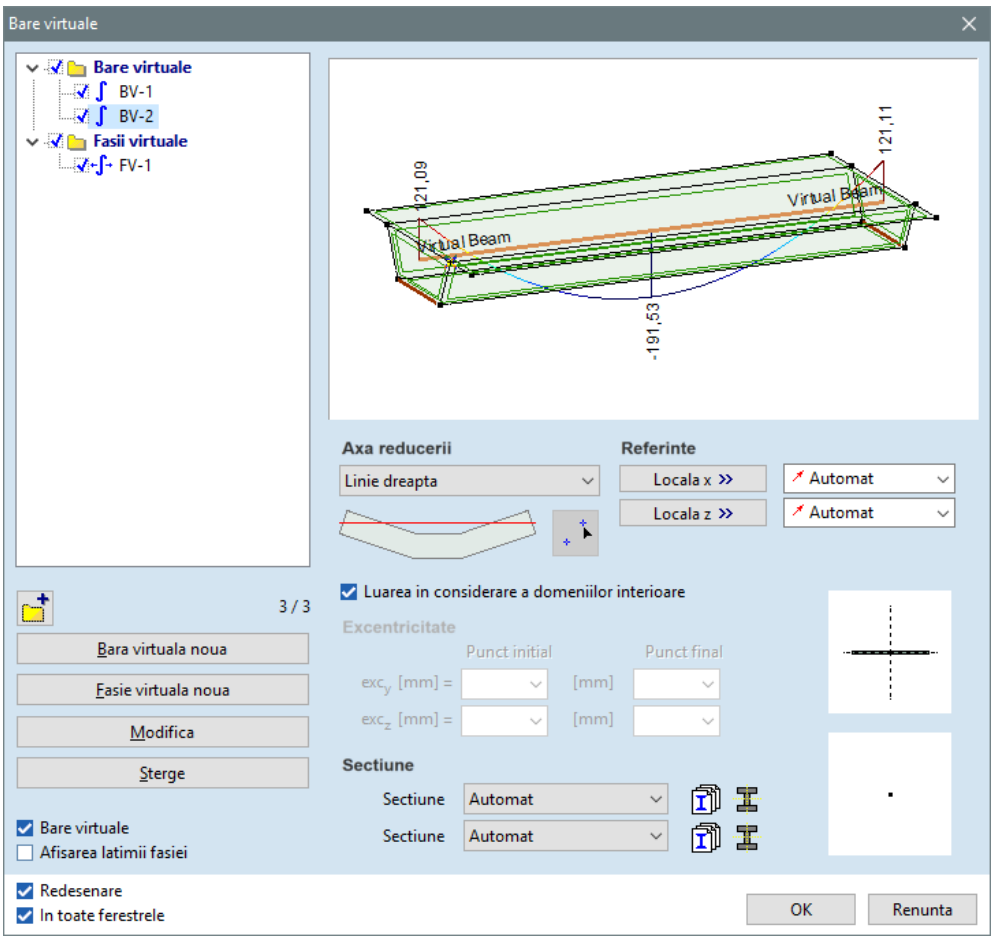
Dacă detaliile active conțin domenii cu bare virtuale și rezultatele sunt selectate pentru Bare virtuale, diagrama se va afișa în lungul axului barei virtuale.
Rezultatele eforturilor barelor virtuale pot fi vizualizate și în tabel.
Vezi... 6.1.5.1 Rezultate pe secțiune

Bară virtuală nouă Definiți numele și selectați domeniile pe care doriți să definiți bare virtuale. Axul barei virtuale nu este neapărat o linie continuă. Implicit este paralelă cu latura lungă al chenarului de încadrare a domeniilor selectate. După aceea trebuie să definim tipul axului.

Fâșie virtuală nouă Definiți numele și punctele de început și sfârșit ale fâșiei. Aceste puncte definesc axul barei virtuale. Dacă cele două puncte se află pe domenii diferite, domeniile trebuie să fie în același plan. Valorile lățimilor fâșiei, Δ_L și Δ_R sunt setate automat la 0.5 în cazul fâșiilor noi dar aceste valori pot fi modificate de utilizator.

☞ ***Sunt create secțiuni de bare virtuale atât pentru domenii discretizate cât și pentru domenii nediscretizate. Fâșiile virtuale necesită discretizare.***

☞ ***Nu se pot muta elementele în grupuri de diferite tipuri***

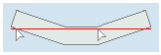


Axa barei

Mediană: Axa barei coincide cu mediana barei. În cazul acesta, axele de referință ale barei sunt setate automat. Sistemul local a barei poate fi modificat independet de axa barei cu ajutorul vectorilor de referință după direcțiile locale x, respectiv z.

Dreptă: Programul creează secțiuni perpendiculare din elementele alocate de bara virtuală pe direcția axei locale x. Astfel secțiunea transversală într-un punct concret nu este altceva decât mulțimea punctelor obținute prin intersectarea domeniului cu planul de secționare. Prima, respectiv ultima mulțime care nu este o mulțime vidă poate fi considerată prima, respectiv ultima secțiune transversală a barei virtuale. Axa barei va fi dreapta care este definită de centrul de greutate a primei secțiuni transversale și de centrul de greutate a ultimei secțiuni transversale. Axa barei virtuale nu coincide neapărat cu axa locală x, dar depinde de ea!

Punct și vector de referință: Axa barei va fi un vector de referință care trece printr-un punct dat.

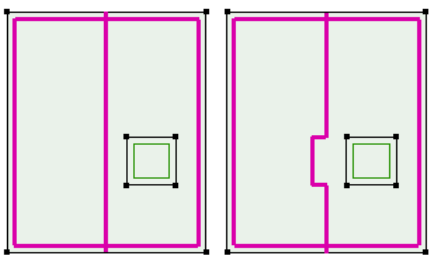


Două puncte: Axa barei este definită de cele două puncte date.

Domenii interioare

Când este activată această opțiune, programul ia în cosiderare și domeniile interioare neselectate la găsirea medianei și integrarea rezultatelor.

Bară virtuală care ia în considerare domeniile interioare (stânga) și care nu ia în considerare domeniile interioare (dreapta)



Referințe Axele de referință sunt setate automat. Axa locală x, a barei virtuale va fi paralelă cu latura cea mai lungă a paralelipipedului dreptunghic, care este definită prin elementele selectate în spațiul global. Axele locale y, z sunt setate în mod asemănător (**Vezi...** 4.9.21 Referințe)

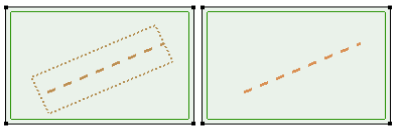
Secțiune transversală Poate fi definită o secțiune transversală pentru bara virtuală și pentru fâșii virtuale. Această secțiune transversală poate fi citită prin server COM, și poate fi folosită în alte programe de calcul.

Crearea directoarelor noi Prin crearea directoarelor avem posibilitatea de a sorta barele virtuale. Barele virtuale pot fi rearanjate prin tragerea lor în alte poziții în același tipuri de grupuri. Prin activarea/dezactivarea directoarelor, se activează/dezactivează toate barele virtuale din director. Tastele **[Ctrl]** și **[Shift]** permit selectare multiplă în modul uzual.

Bare virtuale Activarea/dezactivarea afișării barelor virtuale pe model

Lățimea fâșiilor Activarea/dezactivarea afișării lățimii fâșiilor pe model

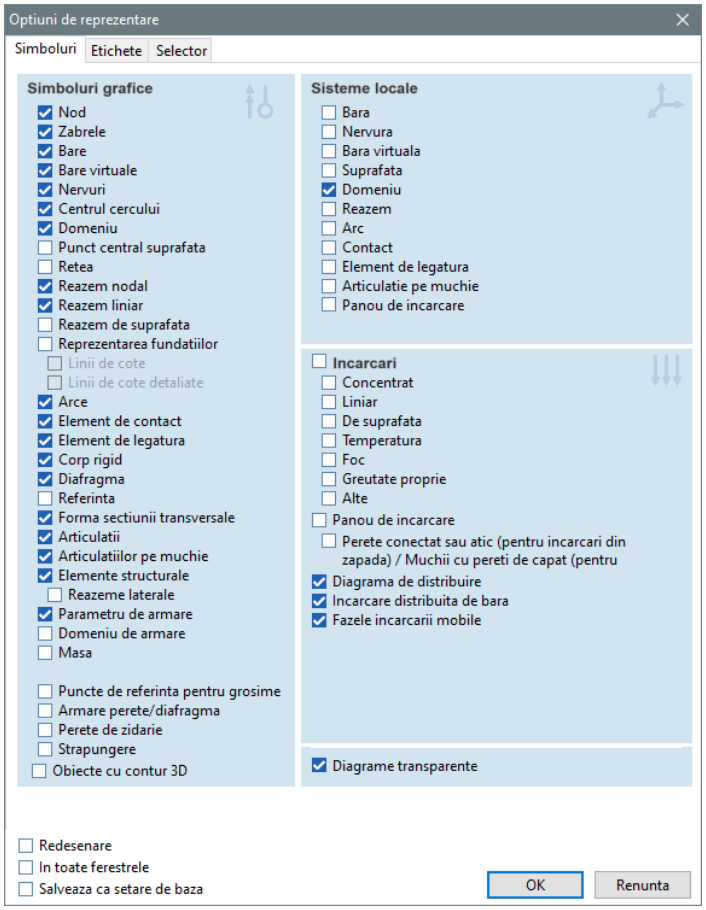
Fâșii virtuale cu lățime afișată (stânga) și fără afișarea lățimii (dreapta)



2.16.17. Căutare

Caută nodul sau elementul finit cu numărul de ordine specificat de utilizator. Cursorul este poziţionat pe elementul căutat. Dacă opţiunea *Selectare element* este activată, elementul găsit se va selecta cu culoarea mov.

2.16.18. Opţiuni de reprezentare



Simboluri

Vizualizarea simbolurilor selectate.

Simbolurile comune pot fi activate/dezactivate utilizând comanda rapidă.

Simboluripe pot fi personalizate. Vezi *Optiuni / Preferinţe / Simboluri grafice*.

Simboluri grafice

Reţea

Vizualizarea conturului interior al elementelor finite plane.

- Dacă opţiunea este dezactivată, apare numai conturul structurii.

Nod

Vizualizarea nodurilor structurii (pătrat negru).

Punct central suprafaţă

Vizualizarea punctului central de identificare a elementului de suprafaţă.

- Culoarea lor:
  Placă : roşu,
  Şaibă : albastru,
  Învelitoare : verde.

Centrul cercului

- Centrul cercului sau arcului este marcat cu cruce.

Domeniu

Este marcat cu un contur în interiorul domeniului.

- Culoarea conturului se referă la tipul suprafeţei:
  placă = roşu,
  şaibă = albastru,
  învelitoare = verde

Reazem

Vizualizarea reazemelor:

- *Reazeme în noduri*: axa reazemului apare cu linie îngroşată
  Reazem pe muchie: muchia rezemată apare cu linie îngroşată
  Blocaj la translaţie = galben, blocaj la rotire = portocaliu
  Reazem de suprafaţă: haşură maro deschisă.

Fundaţie

- Fundaţiile dimensionate în modulul de dimensionare a fundaţiilor apar cu dimensiunile şi formele calculate sau specifice. **Vezi...** 2.16.11.10 Cote pentru fundaţii
  Linii de cote
  - Acivează reprezentarea cotelor fundaţiei.

Element de legătură

- **Element de legătură Punct-Punct** punctele sunt legate cu linie verde, locul legăturii este marcat cu săgeată.

  Element de legătură Linie-Linie mijlocul liniilor sunt legate cu linie continua verde iar capetele cu linie punctată verde. Poziţia legăturii este marcată cu săgeată.

Corpurile rigide

- Corpurile rigide sunt reprezentate cu linie groasă neagră.

Diafragme

- Diafragmele sunt reprezentate cu linie întreruptă de culoare gri.

Referinţă

Vizualizarea sistemelor de referinţă cu ajutorul cărora se precizează sistemele de coordonate locale ale elementelor finite

Vezi... 4.9.21 Referinţe

- Cruce, vector sau triunghi roşu.

Forma secţiunii transversale

Vizualizarea secţiunilor transversale ale barelor, zăbrelelor şi nervurilor.

- Reprezentarea se face la scară. La secţiunile compuse apare dreptunghiul circumscris.

Articulaţii

Vizualizarea **articulaţiilor** la capetele de bară.

Articulaţii la capătul barelor

- cerc albastru : articulaţie/rolă la capăt de bară
- cerc albastru cu cruce : articulaţie semirigidă
- cerc roşu : articulaţie sferică.
- cerc plin albastru : articulaţie plastică la capăt de bară

Articulaţii pe muchie

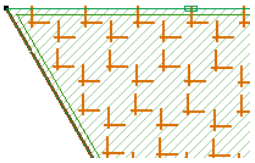
- Reprezentare: cu cercuri desenate pe muchie

Elemente structurale

Vizualizarea elementelor structurale.

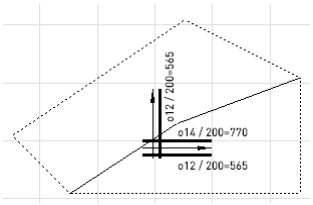
- Reprezentare: cu linie portocalie în lungul elementului cu numărul de ordin al acestuia.

Parametru de armare



- Adouă linii intersectate trasate în centrul elementelor de suprafață indică faptul că parametrii de armare sunt atribuiți suprafeței. Direcția liniilor ilustrează direcțiile armării stabilite. (**vezi**... 6.5.1 Calculul parametrilor de armare și calculul armăturii pentru elemente plane – modul RC1).

Domeniu de armare



- Domeniile de armare independente de reţea sunt reprezentate cu linie întreruptă de culoare maro. În centrul domeniului se vor afişa şi armăruile efective pe cele două direcţii x şi y. Simbolul armăturii este legat cu linii de culoare maro de colţurile domeniului.

Masa

Vizualizarea maselor concentrate în noduri.

- Cerc dublu de culoare roşu închis.

Centrul maselor pe nivel

Încărcările folosite pentru analiza seismică sunt transformate în mase. Pentru aceste mase se determină centrul maselor

- Semnnul + desenat într-un cerc negru cu inscripţia Gmi, unde i este numerotarea nivelului.

Centrul de forfecare pe nivel

Programul determină centrul de forfecare pentru pereţii de pe un nivel.

- Crucea roşie desenată într-un cerc roşu, cu inscripţia Si, unde i este numerotarea nivelului.

Elemente ARBO-CRET

Elemente ARBO-CRET poziţionate în model

- Schiţa elementului.

Elemente AIRDECK

Elemente AIRDECK poziționate în model

- Elementele de umplere apar ca nişte sfere în reprezentarea în linii.

Limitele obiectelor în 3D

Reprezentarea în 3D cu linii a schemei statice.

Puncte de referință pentru grosime

Puncte de referință definite în timpul modelării unui planșeu cu grosime variabilă.

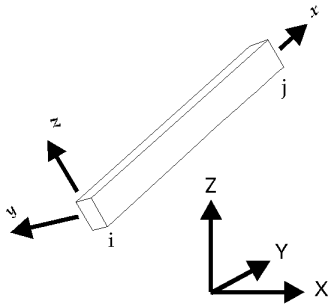
- Cruci portocalii, etichete cu valorile grosimilor, linii punctate portocalii ce leagă punctele de referință.

Armarea nucleelor și a pereților

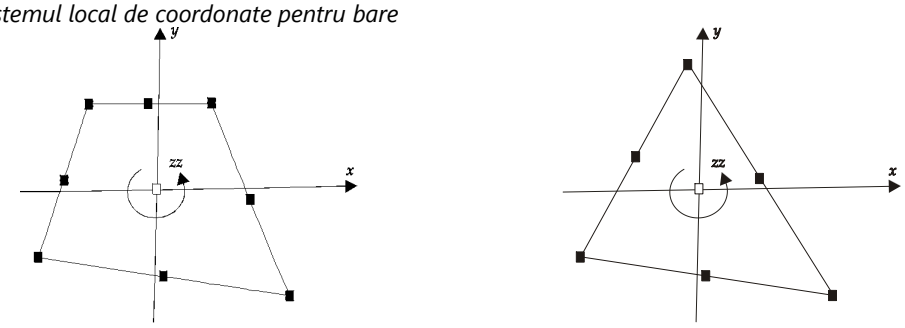
Pentru descriere detaliată, vedeți... 6.5.13 Proiectarea pereților și a nucleelor din beton armat – modulul RC5

Sisteme locale

Vizualizează sistemele locale de coordonate pentru elementele alese.



Sistemul local de coordonate pentru bare

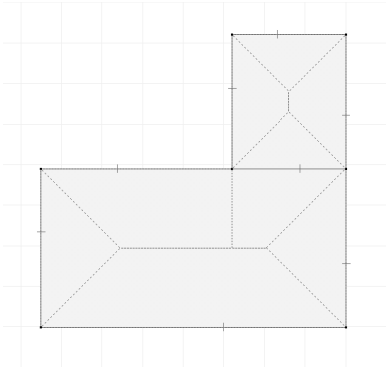


Sistemul local de coordonate pentru elemente plane

Vizualizarea încărcărilor

Simbolurile încărcărilor se pot vizualiza în funţie de tipul acestora.
Se pot selecta următoarele tipuri de încărcări: forţă concentrată, încărcare pe linie, încărcare pe suprafaţă, încărcări de temperatură, încărcare mobilă, greutate proprie şi alte tipuri de încărcări (forţă de tensionare, variaţie de lungime).

Distribuţia pe bare a încărcărilor de suprafaţă (vezi *figura alăturată*) se poate vizualiza cu activarea opţiunii *Diagrama de distribuţie*.



Panou de încărcare

Contururile panourilor de încărcare sunt reprezentate cu linii întrerupte albastre. Dacă sunt atașate panouri de încărcare pe domenii, apar dreptunghiuri mici pe conturul domeniului reprezentând legătura.

Perete conectat sau atic (pentru încărcări din zăpadă)

Pot fi selectate muchiile panourilor de încărcare pentru definirea pereților conectate sau a aticelor. Aceste muchii sunt reprezentate cu un dreptunghi maro pe lungul muchiilor.

Încărcare distribuită pe bară

Afişare încărcare de suprafaţă distribuită pe bară.

Fazele încărcarli mobile

Cu activarea opţiunii se vor afişa toate fazele încărcării mobile.
Cu dezactivarea opţiunii se va afişa încărcarea mobilă în ipoteza de încărcare activă.

Contururile obiectelor în 3D

Reprezentarea modelului static în stilul 3D cu izolinii (pot fi verificate secțiunile, grosimile și excentricitățile). Culorile sunt în funcție de tipul elementelor (stâlp, grindă, perete, planșeu).

Redesenare

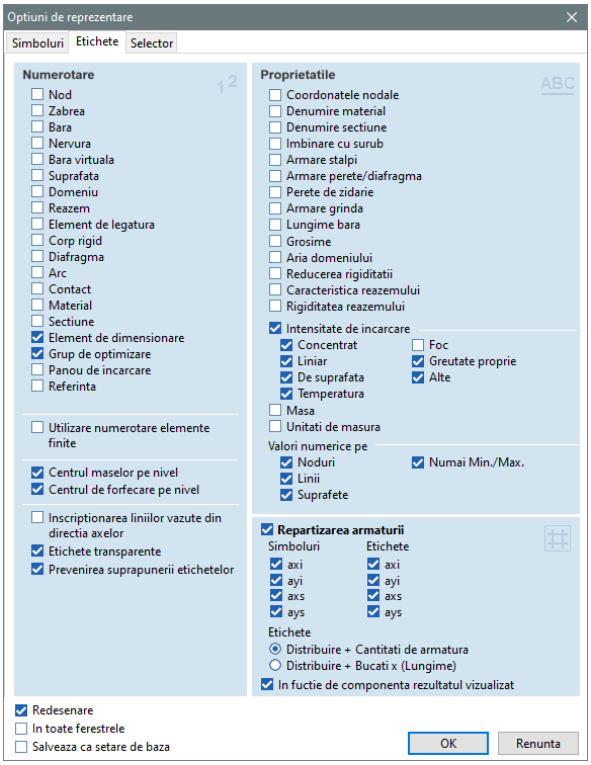
Vizualizarea imediată a simbolurilor selectate.

În toate ferestrele Aceasta să fie setarea de bază

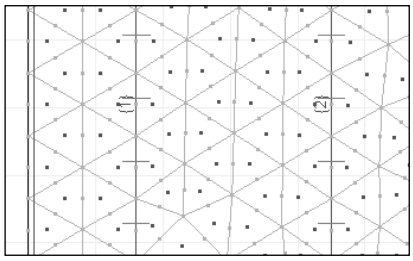
Vizualizarea simbolurilor în toate ferestrele.

După activare la fiecare model nou aceste simboluri, etichete şi opţiuni vor fi cele implicite.

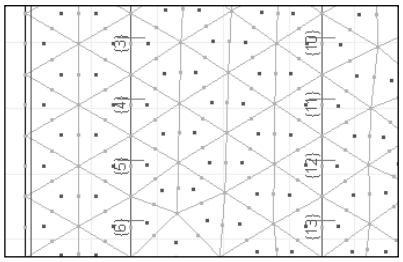
Etichete



Numerotare



Se afişează numerotarea nodurilor, elementelor, materialelor, profilelor şi a referinţelor.



În cazul în care pe elementele de linie sunt generate reţele cu opţiunea *Numerotarea elementelor finite* se vor afişa numerotarea elementelor finite din care este compus elementul.

Utilizare numerotare elemente finite

Activând această opţiune înlocuieşte numărul elementelor pe diagrame cu numărul elementelor finite. Tabelele de asemenea reprezintă rezultatele pe baza elementelor finite, nu a elementelor structurale. **Vezi** şi 3.2.14 Asamblarea elementelor structurale**,** 3.2.15 Dezasamblarea elementelor structurale.

Inscripţionarea liniilor văzute din direcţia axelor

Prin activarea opţiunii *Inscripţionarea liniilor văzute din direcţia axelor,* se poate activa afişarea inscripţiilor pe liniile care sunt văzute din direcţia axelor (lini afişate ca şi puncte).

Etichetare transparentă

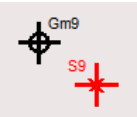
Când această opţiune este activată, programul va afişa etichetele cu fundal transparent. În caz contrar, fundalul etichetelor va fi un dreptunghi cu o anumită culoare.

Împiedicarea suprapunerii etichetelor

Dacă opţiunea aceasta este activată, programul evită suprapunerea etichetelor. Unde nu este posibilă evitarea suprapunerii, etichetele cu importanţă mai redusă vor fi dezactivate. În cazul acesta, oadată cu mărirea desenului, vor fi afişate din ce în ce mai multe etichete. Dacă sunt multe etichete, optimizarea durează mai mult.

Centrul de greutate al nivelului

Dacă sunt nefinite niveluri, pot fi reprezentate centrele de greutate ale nivelurilor cu un cerc negru pe o cruce neagră, cu o etichetă *Gm<index nivel>*.



Centrul de forfecare al nivelului

Dacă sunt nefinite niveluri, pot fi reprezentate centrele de forfecare ale nivelurilor cu un cerc roşu pe o cruce roşie, cu o etichetă *S<index nivel>*.

Proprietăţi

Afişarea pe desen a denumirii secţiunii, lungimii barelor, grosimii elementelor, intensităţii încărcării, intensităţii maselor. Inscripţionarea se face cu unităţile de măsură selectate (alese).

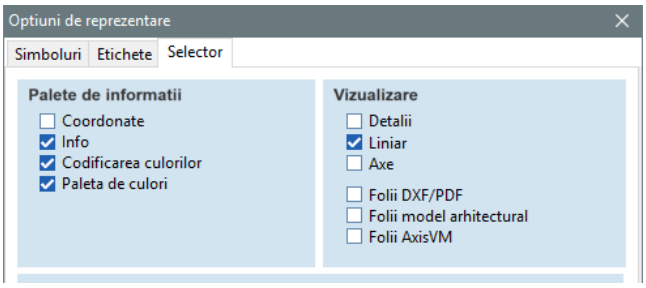
Scrieți valori în

Controlează modul în care etichetele de rezultate sunt plasate peste desen.

Repartizarea armăturii

Afişarea simbolurilor cantităţilor de armătură pe direcţia axelor x şi y se poate activa pe componente.
Activând opţiunea *În funcție de componenta rezultantei afișată* face componenta curentă a armăturii să fie singura componentă reprezentată.

Selector



Palete de informaţii

Coordonate	**Vezi...** 2.18.2 Paleta de coordonate
Info	**Vezi...** 2.18.1 Paleta de Informaţii
Codarea culorilor	**Vezi...** 2.18.3 Codarea culorilor
Paleta de culori	**Vezi...** 2.18.4 Paleta de culori

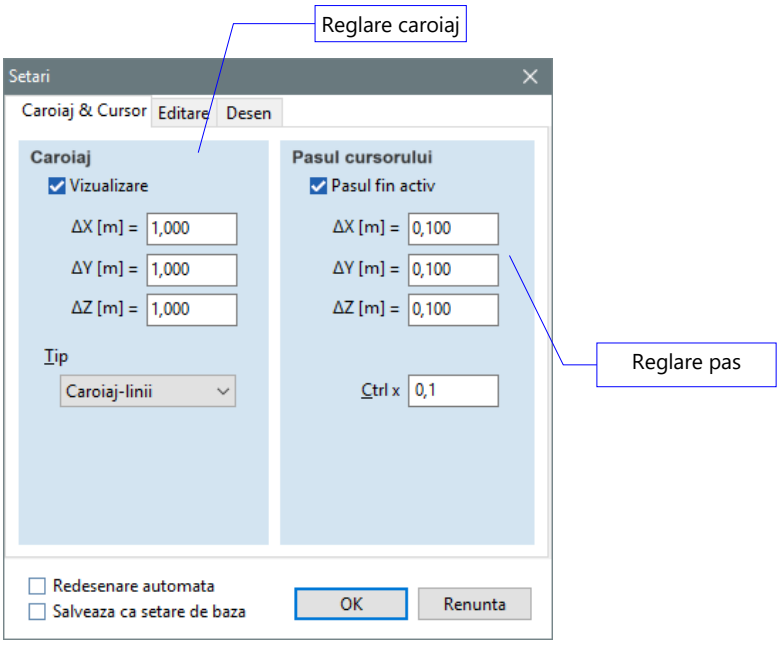
Vizualizare

Vizualizarea detaliilor actuale şi a liniilor de ghidare.

Detalii	Activarea detaliilor logice sau personalizate
Linii de ghidare	Vizualizarea liniilor de ghidare
Sistem de axe	Vizualizarea sistemului de axe
Folii DXF/PDF	Vizualizarea foliilor de fundal
Folii arhitecturale	Vizualizarea foliilor arhitecturale importate
Folii AxisVM	Vizualizarea foliilor definite în AxisVM

2.16.19. Setări

Caroiaj & Cursor



Caroiaj Se poate regla distanţa dintre liniile de caroiaj (reţea ajutătoare) după direcţiile **X, Y, Z** în [m].

Linii Liniile axelor au culoarea galbenă iar liniile caroiajului culoarea gri.

Puncte Axele sunt formate din cruciulite galbene iar caroiajul din puncte de culoarea gri.

Pentru caroiaj se pot seta următoarele elemente:

Vizualizare
Se poate seta vizualizarea caroiajului.

ΔX, ΔY, ΔZ

Se poate regla distanţa dintre liniile caroiajului pe cele trei direcţii al spaţiului.

Tip
Se poate selecta tipul caroiajului (caroiaj-puncte, caroiaj-linii).

☞ ***Caroiajul se poate seta la pasul cursorului. În acest caz nodurile se pot defini numai în intersecţiile liniilor caroiajului care uşurează editarea geometriilor bazate pe module.***

Pasul cursorului

ΔX, ΔY, ΔZ
Reglează pasul de deplasare al cursorului cu tastele de control al tastaturii. La apăsarea săgeţilor, cursorul se deplasează cu pasul **ΔX, ΔY, ΔZ** pe direcţia respectivă ΔX, ΔY, ΔZ.

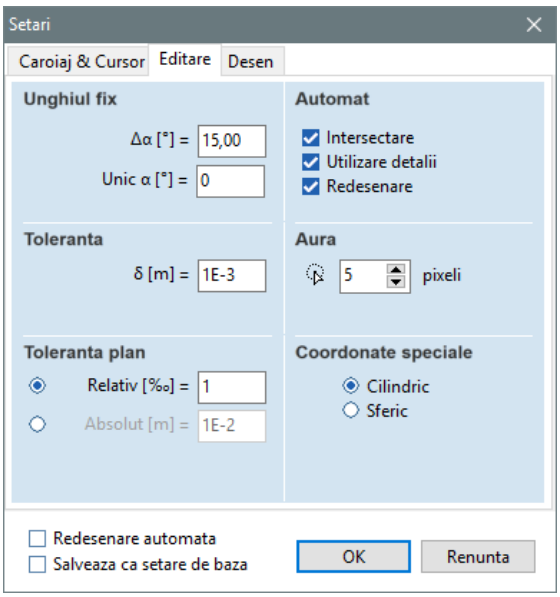
Ctrl x
În timpul deplasării cursorului, la apăsarea tastei **[Ctrl],** paşii ΔX, ΔY, ΔZ sunt multiplicaţi cu valoarea dată din câmpul **Ctrl x**.

activ
La alegerea acestei opţiuni, modul de folosire al -lui va fi identic cu cel al tastaturii. Acest mod se activează numai la editarea structurii. Tasta **[Ctrl]** se poate utiliza şi cu ajutorul mausului dacă opţiunea activ este selectată.

☞ ***Pasul cursorului devine inactiv dacă cursorul este pozitionat pe o linie care nu este paralelă cu axele sistemului global de coordonate. În acest caz cursorul se deplasează pe linie.***
Dacă precizia editării este mai mare decât pasul cursorului, acesta va fi pasul cursorului.
În cazul direcţiilor blocate pasul cursorului se înţelege pe direcţia blocată. Cursorul se va deplasa pe direcţia selectată iar pasul cursorului va fi prima valoare dintre (ΔX, ΔY, ΔZ).

Vezi detaliat... 4.7.4 Unghiuri fixate

Editare



Unghiul fix Se pot defini unghiurile $\Delta\alpha$ şi α.

Vezi detaliat... 4.7.4 Unghiuri fixate

Automat Funcţiile selectate se execută automat în timpul editării.

Intersectare

Dacă este activată intersectarea automată la crearea noilor elemente, în intersecţia liniilor sunt generate automat noduri, iar elementele sunt împărţite. Opţiunea se poate activa în fereastra *Opţiuni/Setări/Editare/Automat/Intersectare*. Elementele de suprafaţă sunt împărţite tot în elemente de suprafaţă. Dacă elementele intersectate sunt elemente finite, noile elemente moştenesc caracteristicile şi încărcările elementului finit iniţial.

Utilizare detalii

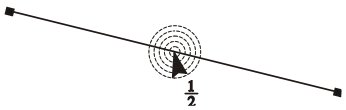
Dacă opţiunea *Automat/Utilizare* este activată, noile elemente create sunt ataşate la detaliul unic activ. În cazul detaliilor logice elementele sunt incluse automat în detalii.

Reîncărcare

Reîncărcarea automata a modelului după fiecare acţiune.

Toleranţa Pentru distanţe mai mici între două noduri decât toleranţa, funcţia de verificare a reţelei uneşte cele două noduri. Aceasta precizie este folosită şi la filtrarea barelor.

Aura cursorului Se poate regla sensibilitatea cursorului în puncte ecran (pixeli).



La deplasarea cursorului pe desen, programul găseşte elementul (nod, linie) care este în interiorul aurei. Dacă sunt mai multe elemente în aură, este găsit elementul cel mai apropiat de cursor.

Vezi detaliat... 4.7.1 Aura cursorului

Toleranţa plan Nodurile domeniilor şi a elementelor de suprafaţă trebuie să fie în acelaşi plan. Dacă un nod al domeniului sau al elementului de suprafaţă este în afara planului definit de celalte noduri, mai mult decât valoarea aici setată, atunci elementul este şters.

Toleranţa se poate defini în felul următor:

-Relativ [%]: procentul celei mai mari dimensiuni a poligonului elementului,

-Absolut [m]: cu o valoare dată.

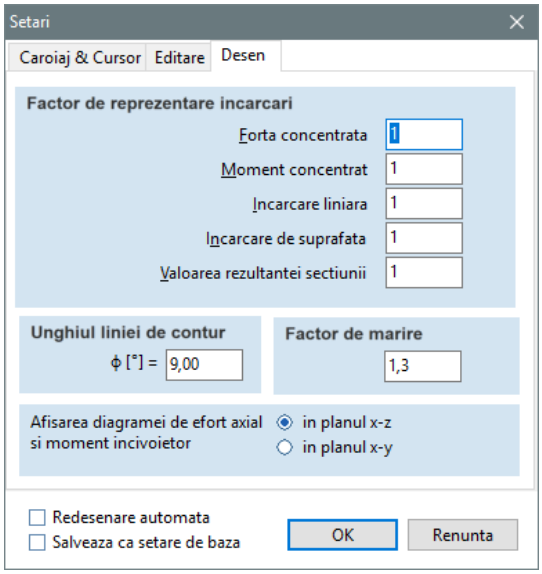
:

Coordonate speciale

- Coordonate cilindrice
- Coordonate sferice

Vezi detaliat... 4.3.2 Sisteme de coordonate speciale (cilindric şi sferic)

Desen



Factor de reprezentare al încărcărilor

Scara de reprezentare a încărcărilor poate fi reglată. Programul afişează încărcările cu o scară predefinită, corespunzătoare valorii unitare a factorilor. Modificând valoarea factorilor, scara reprezentării se modifică.
Atragem atenţia asupra faptului că factorii afectează doar reprezentarea, nu şi valoarea forţei.

Forţă concentrată
Scara forţelor concentrate.

Moment concentrat
Scara momentelor concentrate.

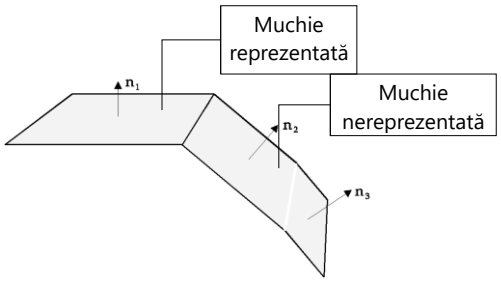
Încărcare pe linie
Scara forţelor uniform distribuite liniar.

Încărcare de suprafaţă
Scara forţelor uniform distribuite pe suprafeţe.

Valoarea rezultantei secţiunii
Scara sageţii la reprezentarea rezultantei secţiunii.

Unghiul linie de contur

Conturul a două elemente de suprafaţă nu este vizualizat dacă unghiul suprafeţelor este mai mic decât valoarea dată aici.



Factor de mărire

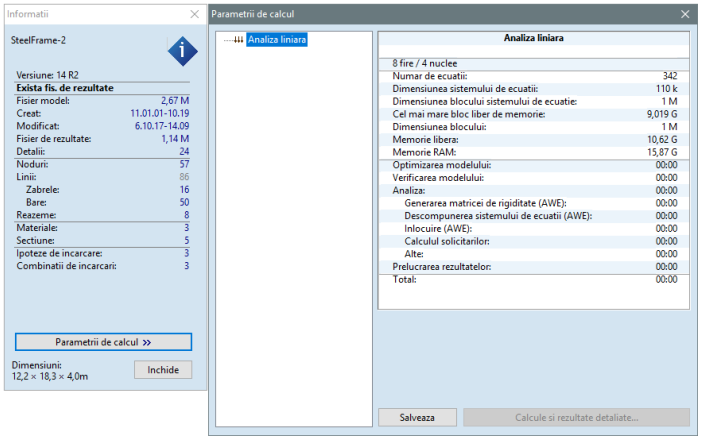
Se poate regla factorul măririi şi al micşorării care se poate activa cu tastele **+** şi **-**.
Comanda afectează scara reprezentării geometriei, nu şi a forţelor.

Afișarea diagramei de efort axial și moment de torsiune

Până la versiunea 12 diagramele de effort axial și moment de torsiune erau afișate doar pe axul local x-z. De la versiunea 13 pot fi vizualizate și pe axul local x-y.

2.16.20. Informaţii

Se afişează o fereastră cu informaţiile despre model: numărul nodurilor, numărul elementelor finite pe tipuri, numărul ipotezelor de încărcare şi numărul combinaţiilor.
Printr-un clic pe butonul *Parametri de calcul,* se vor afişa parametrii analizei.



2.17. Taste rapide

Tastele rapide ajută la activarea / dezactivarea opţiunilor de reprezentare a elementelor de desen (simbolurilor) şi a instrumentelor des utilizate la editarea structurilor. Posibilitatea de a schimba planul de lucru se poate face şi aici. Tastele rapide sunt poziţionate în partea stânga jos a ecranului de lucru.

Activare/dezactivare intersectare automată

Activare/dezactivare caroiaj fin

Niveluri

Activare/dezactivare detalii (afişare în structura arborescentă)

Activarea/dezactivarea elementelor filtrate pe baza detaliilor logice

Afişarea exclusivă a elementelor selectate

Schimbare plan de lucru

Activare/dezactivare secţiuni

Activare/dezactivare reţea EF

Activare/dezactivare simboluri încărcări

Activare/dezactivare simboluri

Activare/dezactivare vizualizare coordonate locale

Activare/dezactivare elemente

Activare/dezactivare folie dos

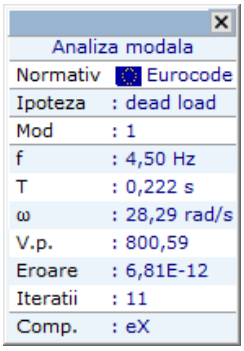
Activare/dezactivare detectare folie dos

☞ ***Aceste setări pot fi efectuate şi din meniurile Opţiuni de reprezentare, respectiv Setări.***

2.18. Palete de informaţii

Ferestrele de informaţii sunt afişate pe suprafaţa de desenare. Poziţia ferestrelor pe ecran se poate modifica cu ajutorul mausului, trăgându-le de bara de titlu.

2.18.1. Paleta de Informaţii



Pe paleta de informaţii sunt afişate informaţiile referitoare la ipoteza de încărcare activă, standardul actual, componenta rezultatelor şi setări. Interpretarea parametrilor E(U), E(P), E(W), E(EQ), vezi la capitolele *5* Analiză şi 5.1 Statică

În cazul unui calcul neliniar, din punct de vedere geometric, dacă apar probleme de stabilitate în increment, apare un mesaj de avertizare. **Vezi ...** 5.1 Statică

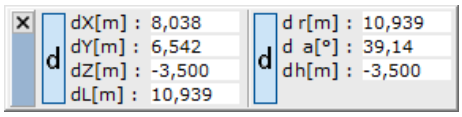
În cazul unui calcul nelinear, care ia în considerare și armăturile, vor apărea pe scurt și mesaje de avertizare legate de elementele armate. **Vezi...** 6.5.5 Analiza neliniară a grinzilor și stâlpilor din beton armat și 6.5.6 Analiza neliniară a plăcilor din beton armat

Mesajul de avertizare se afișează atunci, cand problema apare în incrementul curent sau într-un increment anterior.

Dacă este activat un singur detaliu, atunci pe paletă va fi afişată denumirea acesteia.

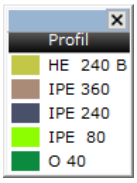
Dacă sunt activate mai multe detalii, pe paletă va fi afişată denumirea acestora dacă numărul lor nu depăşeşte o anumită valoare. Această valoare se poate modifica în fereastra de dialog, care se afişează prin clic pe paleta de informaţii cu butonul din dreapta a mausului.

2.18.2. Paleta de coordonate



Vezi detaliat... 4.4 Paleta de coordonate

2.18.3. Codarea culorilor



Această fereastră apare după activarea unei codări de culori în cazul în care nu este dezactivată din meniul Ferestre (**Vezi...** 3.6.2 Palete).

Tipul codării este afişat în titlul ferestrei in interiorul liniei negre.

Vezi detaliat... 2.16.5 Codarea culorilor

2.18.4. Paleta de culori

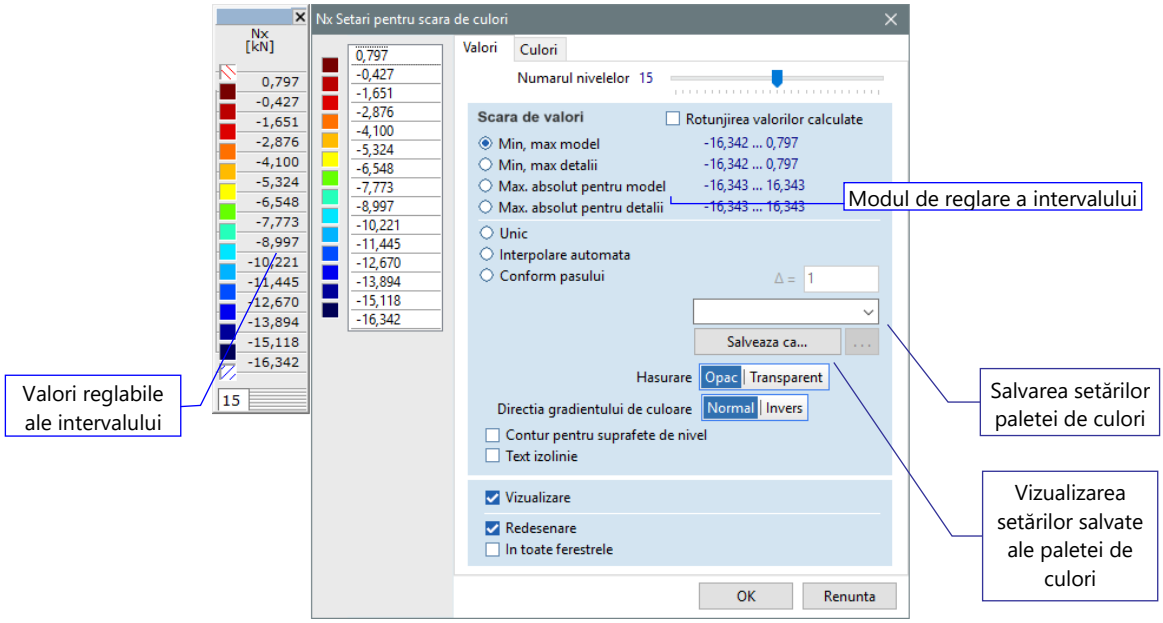
Paleta de culori

Poziţionând cursorul în interiorul paletei şi apăsând butonul stâng al mausului apare fereastra de dialog pentru reglarea scării de culori.

În cazul diagramelor reprezentate cu suprafeţe şi izolinii, pe aceasta este afişată corespondenţa între culori şi valori.

Numărul culorilor afişate se poate modifica odată cu înălţimea paletei, cu ajutorul scării din colţul dreapta sus (Numărul nivelelor).

Pentru fiecare culoare se poate da valoare separată dacă daţi clic pe paletă.



Pe partea dreaptă a paletei sunt afişate valorile actuale al intervalului iar pe paleta din stânga se pot seta valorile după necesităţi.

Moduri de reglare a intervalului:

Scara de valori

Min/max model

Se determină valorile minime şi maxime iar acestea sunt atribuite la limita inferioară, respectiv superioară de culoare. Valorile intermediare se determină prin interpolare.

Min/max detalii

Se determină valorile minime şi maxime pe întreaga structură ale solicitării reprezentate în fereastră şi acestea sunt atribuite la limita inferioară, respectiv superioară de culoare. Valorile intermediare se determină prin interpolare.

Max absolut pentru model

Se determină maxima în valoarea absolută din structură a solicitării afişate şi aceasta este atribuită la limita inferioară, respectiv superioară de culoare. Valorile intermediare se determină prin interpolare.

Max absolut pentru detalii

Se determină maxima în valoarea absolută din detaliul activ şi aceasta este atribuită la limita inferioară, respectiv superioară de culoare. Valorile intermediare se determină prin interpolare.

Valorile intermediare se vor determina cu interpolare liniară.

Rorunjirea valorilor calculate

În cazul în care valorile intermediare sunt rezultate prin interpolare (fără definirea unei valori personalizate sau a unui pas), aceste valori pot fi rotunjite.

Modul de setare a intervalelor

Unic

Printr-un clic pe un câmp din listă se poate regla individual valoarea aferentă culorii. În timpul editării, în listă se poate deplasa cursorul cu tastele săgeţilor.
La apăsarea tastei OK, valorile trebuie să fie monoton descrescătoare de sus în jos.

Interpolare automată

Dacă este activată opţiunea **Interpolare automată,** la modificarea valorii unui câmp din listă se recalculează şi valorile pentru restul câmpurilor. Dacă au fost schimbate prima şi ultima valoare din listă, valorile intermediare se determină cu interpolare liniară. Dacă este modificată o valoare intermediară, programul foloseşte interpolare biliniară pentru determinarea valorilor intermediare şi interpolare liniară între valoarea minimă şi valoarea intermediară dată, respectiv valoarea intermediară dată şi valoarea maximă, dar paşii pentru cele două intervale pot fi diferiţi.

Conform pasului

Valorile pentru culori sunt calculate conform pasului Δ. În cazul definirii noilor valori pentru culori restul valorilor sunt calculate conform pasului. Dacă se trece la această setare din alta setare, scara culorilor porneşte de la nivelul cel mai de jos cu ultimul pas definit.

Haşurarea valorilor în afara intervalului

Se poate seta ca valorile în afara intervalului să fie transparente sau opace.

Direcția gradientului de culoare

Permite schimbarea direcției gradientului.

Conturul suprafețelor

Dacă este bifată căsuța Conturul suprafețelor, va apărea un contur pe muchiile suprafețelor.

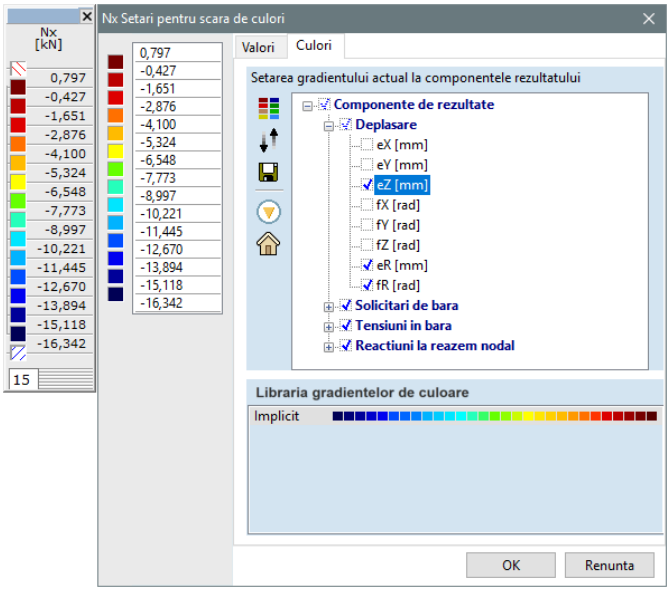
Text izolinie

Dacă este bifată opțiunea, izoliniile sunt etichetate automat.

Valorile ***numerice ale paletei de culori pot fi salvate prin clic pe butonul*** **Salvează ca**... având posibilitatea de reîncărcare ulterioară. Programul împreună cu setările salvate reţine şi componenta rezultantă la care s-a utilizat. Printr-un meniu rulant putem alege dintre setările salvate. La ştergerea setărilor putem utiliza fereastra de dialog care apare la clic pe butonul **...**

☞ ***Alte valori se pot selecta din meniul rapid care apare la clic cu butonul din dreapta al mausului pe fereastra de scară a culorilor***

Culori



Culorile pot fi modificate prin atribuirea unui gradient la valori. Un gradient poate fi atribuit la componentele rezultatelor, de exemplu deplasările pot fi reprezentate în alte culori faţă de eforturi. Setarea unui gradient de la deschis la închis rezolvă ambiguitatea unei listări în alb-negru.

Gradient nou
Poate fi definit un gradient nou prin poziţionarea capetelor la poziţiile dorite.

Inversarea gradientului
Schimbă direcţia gradientului.

Salvarea gradientului în catalogul de gradiente
Gradientele pot fi salvate pentru o utilizare ulterioară.

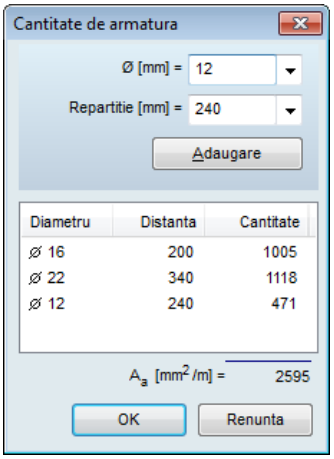
Salvarea gradientului curent ca setare implicită
Setarea curentă a gradientului devine setare implicită în noile modele.

Restaurarea setărilor implicite de gradient
Atribuie setările implicite pentru componentele rezultatului.

Selectând un element al *Catalogului de gradiente* aplică gradientul respectiv.

Vizualizarea rezultatelor în funcţie de tipuri de armare

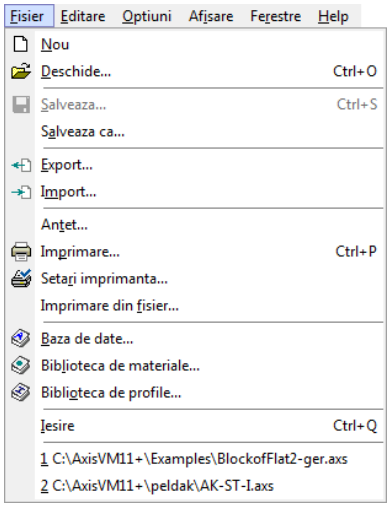
La reprezentarea armăturilor programul la scara culorilor alocă tipuri de armare în loc de valori numerice. În aceste cazuri se poate seta ca scara de culori să includă doar armarea detaliilor active sau armarea totală.



ó

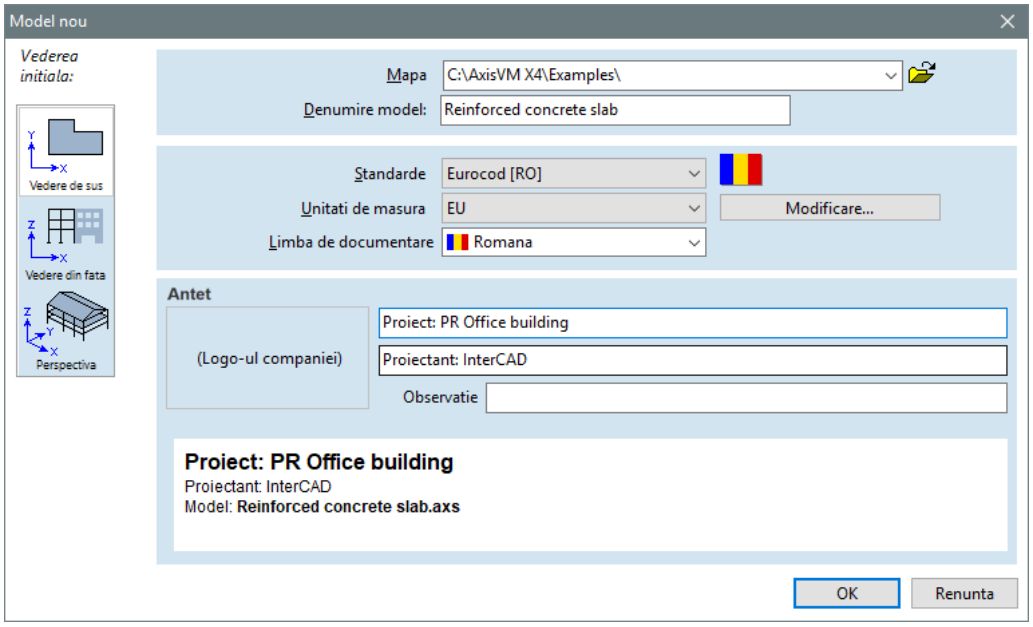
3. Bara de MENIU

3.1. Meniul Fişier



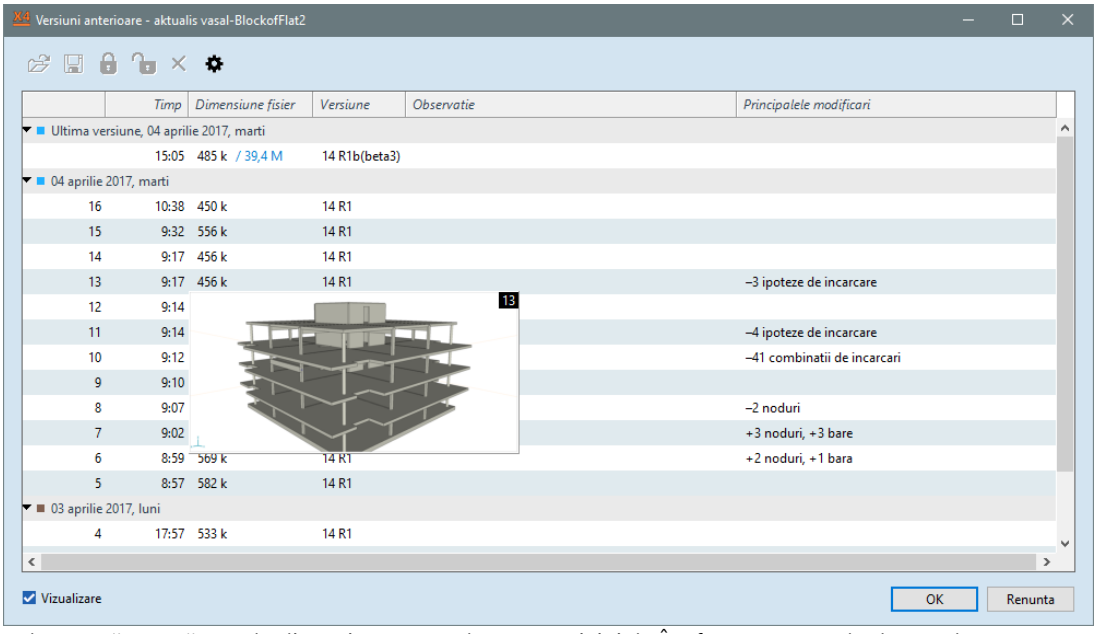
În continuare se vor detalia punctele meniului.

3.1.1. Nou



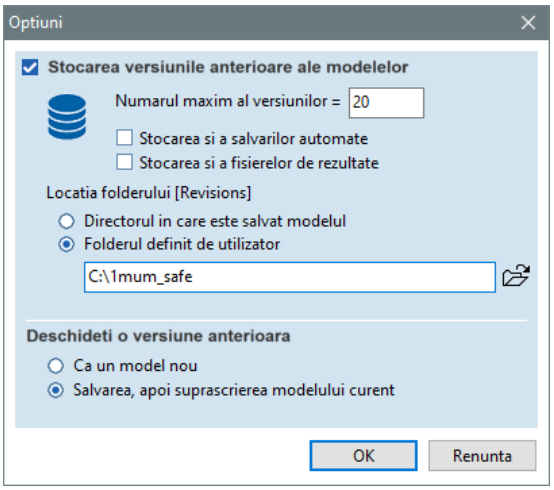
Se introduc datele generale ale modelului.
Sistemul de programe este iniţializat cu setări implicite.
Fişierele de date sunt salvate pe hard-disk sau pe unitatea de dischetă cu *numemodel*.
Dacă s-a introdus un logo la listarea desenelor, tabelelor și breviarelor, acel logo apare și în această fereastră. Selectați imaginea pentru a o schimba sau puteți schimba imaginea la Opțiuni / Preferințe / Breviar / Logo-ul companiei / Opțiuni...

3.1.2. Versiuni anterioare...



AxisVM păstrează versiunile salvate anterior a modelului. În fereastra Versiuni anterioare, aceste versiuni sunt afișate în ordine cronologică inversă. În coloana Dimensiune fișier, sunt afișate dimensiunea fișierului de model, și dimensiunea fișierului de rezultate, dacă acesta există.
Versiunile mai vechi pot fi deschise și blocate. În coloana Notă putem adăuga un scurt comentariu la oricare versiune.

În ferestra Setări se poate seta numărul versiunilor anterioare salvate. În cazul în care programul ajunge la numărul maxim, versiunea cea mai veche va fi ștearsă. Este posibilă salvarea automată și stocarea fișierelor de rezultate. Fișierele salvate automat sunt afișate cu gri, cu numărul versiunii în paranteză.
În Setări / Setări de bază / Securitatea datelor acești parametri pot fi modificați.



Există două moduri de a deschide o revizuire anterioară:

- Deschide-l ca *model nou* sau
- *Salvarea apoi rescrierea modelului curent.*

Ultima variantă salvează starea actuală a modelului ca revizuire, iar revizuirea anterioară suprascrie modelul.

Deschidere. Deschiderea versiunii anterioare din listă.

Salvarea versiunii anterioare. Putem salva versiunea anterioară din listă ca un model. Este posibilă și stocarea versiunilor anterioare.

Blocarea versiuniilor. Versiunile blocate nu se șterg nici în cazul în care numărul versiunilor a ajuns la numărul maxim setat.

Deblocare. Dacă deblocăm o versiune, programul îl va șterge, când este necesar.

Ştergerea din listă a versiunii selectate.

☞ ***Versiuniile anterioare sun salvate în Versiuni anterioare/numele modelului, subfolder creat anterior în folderul modelului. Din această cauză daca vom copia/muta modelul în altă parte, şi dorim să păstrăm şi versiuniile anterioare, trebuie să copiem/mutăm şi subfolderul.***

3.1.3. Deschide

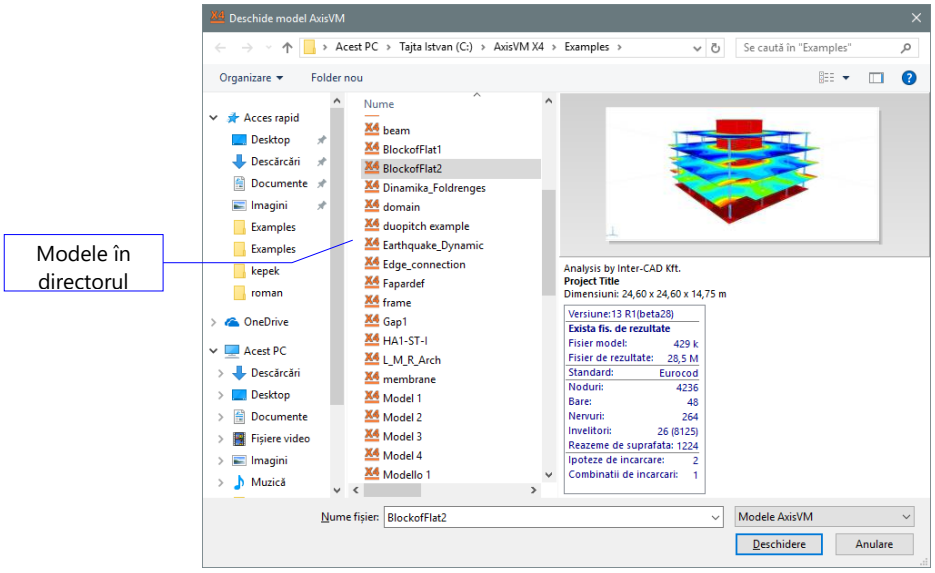
[Ctrl]+[O]

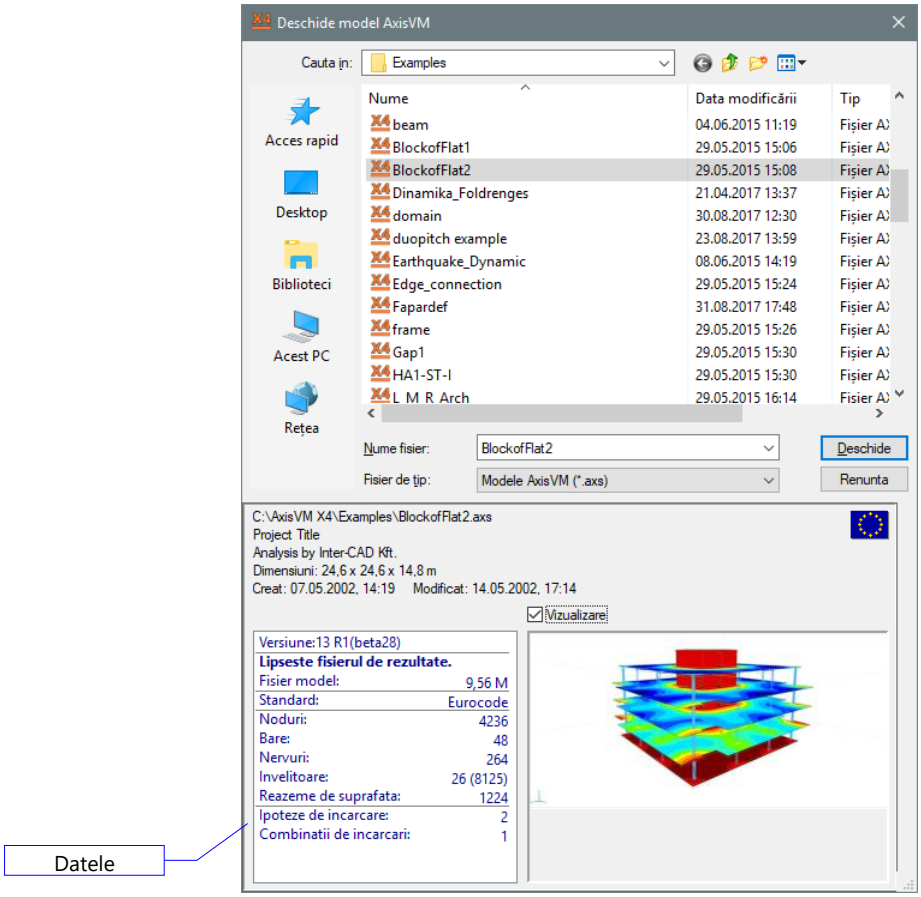
Deschide un model existent. Se selectează un model din directorul sau subdirectorul curent.

☞ ***Extensia fişierelor de intrare este .AXS iar celor de ieşire .AXE.***

La salvare programul scrie în cele două fişiere un identificator iar la încărcare verifica dacă fişierele AXS şi AXE sunt ataşate la acelaşi model.

Fereastra *Deschide* arată diferit în sistemele de operare Windows XP şi Vista / Windows 7 / Windows 8.





3.1.4. Salvare

[Ctrl]+[S]

Salvează datele modelului actual. Datele salvate sunt stocate sub aceleaşi nume cu care au fost încărcate. Dacă modelul actual încă nu are nume, se activează comanda *Salvare cu nume*. Dacă este activată opţiunea *Copie de siguranţă* în meniul de *Opţiuni/Setări de bază/Siguranţa datelor*, programul face o copie de siguranţă cu datele de intrare în fişierul ***numemodel.~AX***

Dacă este bifată opțiunea Opțiuni / *Preferințe* / *Siguranța datelor* / *Fișier AXS comprimat*, modelul se salvează într-un fișier comprimat. Dimensiunea medie a unui fișier comprimat este de aproximativ 10% din fișierul necomprimat. Comprimarea este mai eficientă pe fișiere mai mari.

3.1.5. Salvare cu nume

Salvează datele modelului actual cu o denumire nouă.

☞ ***Modelul vechi (dacă există) rămâne neschimbat.***

Există posibilitatea ca modelul să fie salvat în format AxisVM mai vechi.

3.1.6. Exportare

Opțiunea de exportare crează fișiere cu difertite extensii, care pot fi deschise cu alte programe inginerești.

3.1.6.1. Exportare în DXF

Fişier DXF

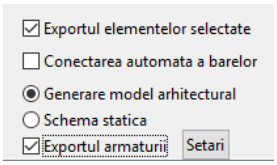
Exportul acestui tip de fişier necesită modulul DXF.
Geometria (noduri, linii, suprafeţe) modelului actual este salvată într-un fişier cu format DXF cu denumirea numefişier.DXF.
Dacă selectați această comandă din meniu se va afișa fereastra de dialog Export DXF, care vă permite să specificați unitățile de măsură din fișierul exportat. Rezultatele setate în vizualizarea curentă (în diagramă, contur, suprafață 2D, modul de vizualizare etc.) pot fi, de asemenea, exportate.
Exportul fişierelor DXF se poate efectua în următoarele formate:
- AutoCAD 2004
- AutoCAD 2000
- AutoCAD R12
- fişier AutoCAD/AUTOCAD 2004 pentru desenarea betonului armat.

Este recomandată utilizarea formatului AutoCAD 2004 pentru a evita pierderile de informații. Formatele mai vechi de DXF suportă doar 256 de culori și doar caractere ASCII.
Pentru alte opțiuni de export de fișiere DXF și descrierea acestora, **vezi...** 3.1.6.7 Exportare în alte aplicații

3.1.6.2. Exportare în IFC

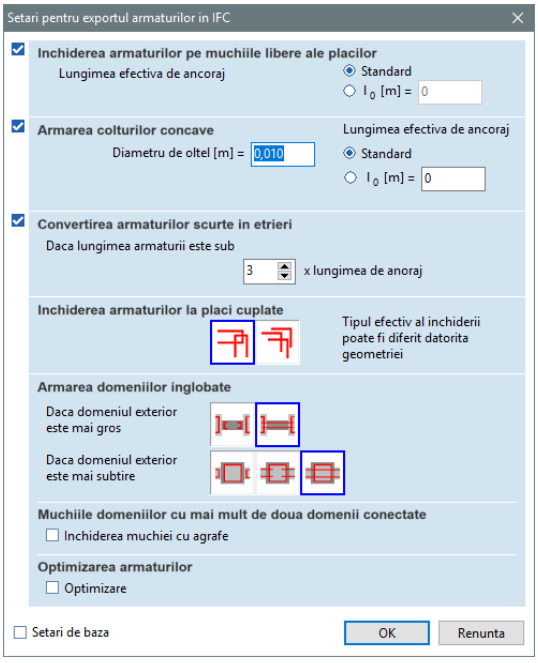
Fişiere IFC 2x, 2x2, 2x3

Exportul acestui tip de fişier **necesită modulul IFC**.
Se poate genera fişier IFC în care sunt înscrise obiecte structurale (perete, planşeu, stâlp, grindă) caracteristice modelelor arhitecturale. Fişierele IFC se pot încărca în următoarele programe: ArchiCAD, AutoDesk ADT, Revit, Nemetscheck Allplan, Tekla Structures etc.



Prin bifarea opțiunii *Exportul armăturii* în fereastra exportului iar pe urmă cu un clic pe comanda Setări, se afișează opțiunile de export ale armăturilor.

De la lansarea versiunii 13R1, utilizatorii au posibilitatea de a exporta armături prin fișiere .ifc. Trebuie selectat IFC2x3 ca tipul fișierului. În fereastra Export, în partea de jos dacă bifăm exportarea armăturii, butonul de setări se activează, astfel apare fereastra cu setări pentru exportul armăturilor în IFC.
Algoritmul programului AxisVM face posibilă atât exportul armăturilor distribuite definite de utilizator cât și a armăturilor cu anumite forme, cum ar fi agrafele, ciocurile etc.



- *Bordarea muchiilor libere ale planșeelor:* bordarea planșeelor se face cu agrafe a căror lungime este calculată pe baza suprapunerilor de armături, care este o valoare calculată pe baza normativului în care se lucrează sau este o valoare dată de utilizator. Această opțiune poate fi activată sau dezactivată.
- *Armarea colțurilor concave:* colțurile concave pot fi rigidizate prin armături calculate pe baza suprapunerilor de armături, care este o valoare calculată pe baza normativului în care se lucrează sau este o valoare dată de utilizator. Această opțiune poate fi activată sau dezactivată.
- *Convertirea armăturilor scurte în etrieri:* pentru evitarea duplicării inutile a armăturilor, armăturile a căror lungime este mai mică decât lungimea de ancoraj dată prin coeficientul introdus de utilizator vor fi convertite automat în etrieri. Această opțiune poate fi activată sau dezactivată.

- *Inchiderea armăturilor la planșee conectate*: pe muchiile planseelor din planuri diferite se pot conecta armăturile longitudinale din cele doua planșee prin agrafe sau ciocuri. Geometria acestor bare depinde și de geometria planșeelor conectate și câteodată algoritmul suprascrie alegerea utilizatorului.bDimensiunile armăturilor sunt calculate pe baza suprapunerilor minime ale armăturilor.
- *Armături în planșee înglobate:* metoda de înglobare a armăturilor în planșeele înglobate poate fi aleasă de utilizator. Armăturile acestor planșee pot fi tratate separat sau pot fi petrecute în ambele planșee.
- *Muchiile planșeelor cu mai mult de două domenii conectate:* în aceste cazuri nu se poate aplica o soluție automată, utilizatorul poate sări peste aceste muchii sau poate trata muchiile independente unele de altele.
- optimizarea poziției armăturilor pentru o distribuire egală în cazul în care domeniile de armare se suprapun.
- lungimile armăturilor calculate sun întotdeauna rotunjite la cea mai apropiată valoare dintre: 0.4, 0.5, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.5, 2.0, 2.4, 3.0, 4.0, 6.0, 12.0 m

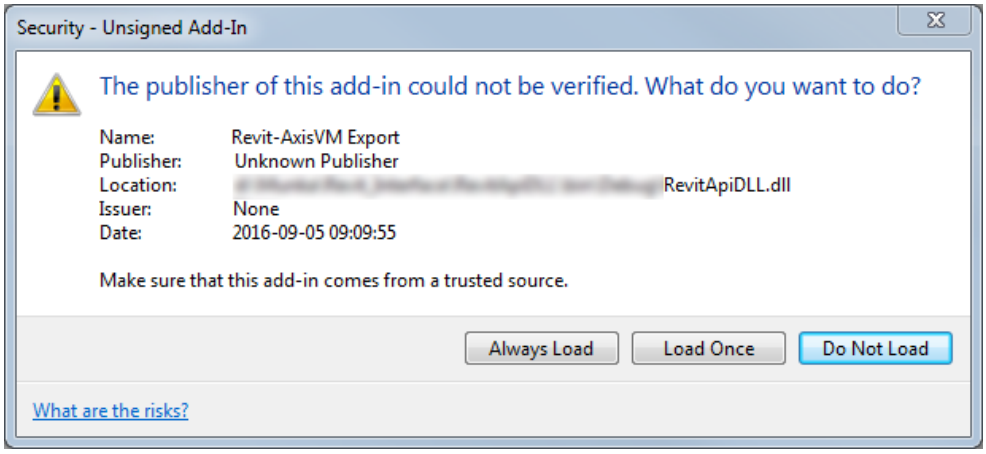
Export model static Dacă este activată opțiunea *Model arhitectural*, doar elementele arhitecturale vor fi exportate. Dacă este selectată opțiunea *Model static,* discretizările, incărcările, ipotezele de încărcari, grupurile de încărcări și combinațiile de încărcări vor fi incluse în fișierul IFC. Efectul dinamic, liniile de influență și încărcările mobile nu vor fi incluse.

3.1.6.3. Exportul modelului în Revit

Export în Revit (.are)* Programul cu ajutorul API-ului activat de Revit poate transfera datele din modelul în Revit. Acest lucru necesită Autodesk Revit 2015 (sau versiuni mai noi).
Când instalați AxisVM, se creează un subfolder RevitImport în directorul de instalare și atribuie fișierele necesare.
Fișierul .addin este necesar pentru colaborarea dintre cele două programe. Acest fișier se găsește în c: \ Users \ <Username> \ AppData \ Roaming \ Autodesk \ Revit \ Addins \ yyyy unde yyyy este 2015 sau un număr mai mare, în funcție de versiunea Revit-ului.
Fișierul acesta și conținutul folderului RevitImport sunt necesare pentru comunicarea dintre cele două programe.

Dacă utilizatorul are Revit, extensia este instalată automat, chiar dacă utilizatorul nu are modulul REV.

☞ ***Începând cu versiunea Revit 2017, apare următoarea fereastră pop-up atunci când inițializați plug-in-urile.***



În acest caz faceți click pe "Load Once" / "Încarcă o dată" pentru a încărca modulul sau dacă nu doriți să vedeți această fereastră pop-up în viitorul apropiat, puteți face clic pe "Always Load"/"Încarcă tot timpul" . În caz contrar, modulul nu se va încărca.

Date exportate

În prezent, datele geometrice sunt exportate în Revit, astfel:

- • Elemente de tip bară și materialele, secțiunile transversale acestora
- • elemente de domeniu și materialele acestora
- • suporturi

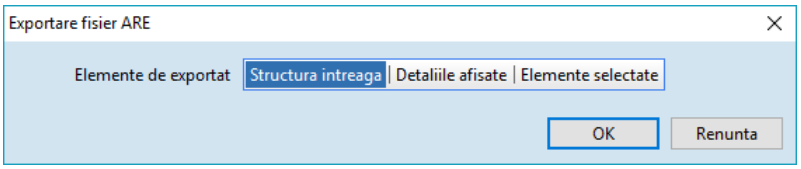
Pentru moment, încărcările definite în AxisVM nu fac parte din export.

Folosire

Procesul trebuie întotdeauna pornit de la AxisVM în modul următor:

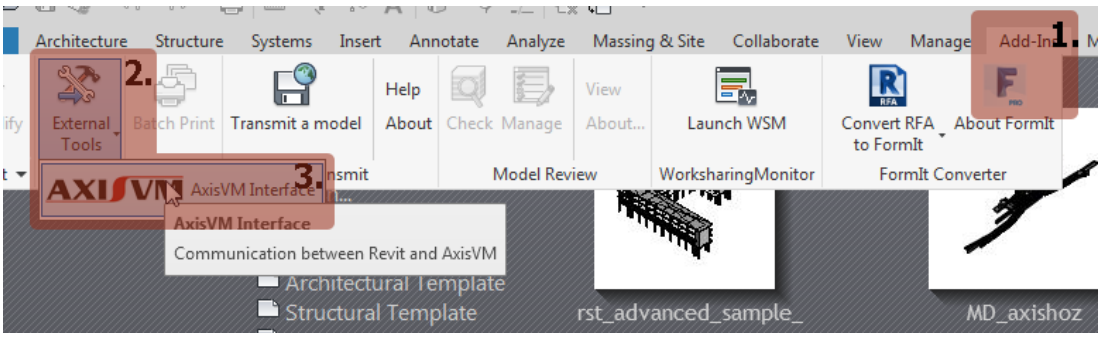
Meniu fișI -> Export -> Export to Revit (* .are)

Puteți alege una dintre următoarele opțiuni făcând clic pe butonul Setări din fereastra de export:



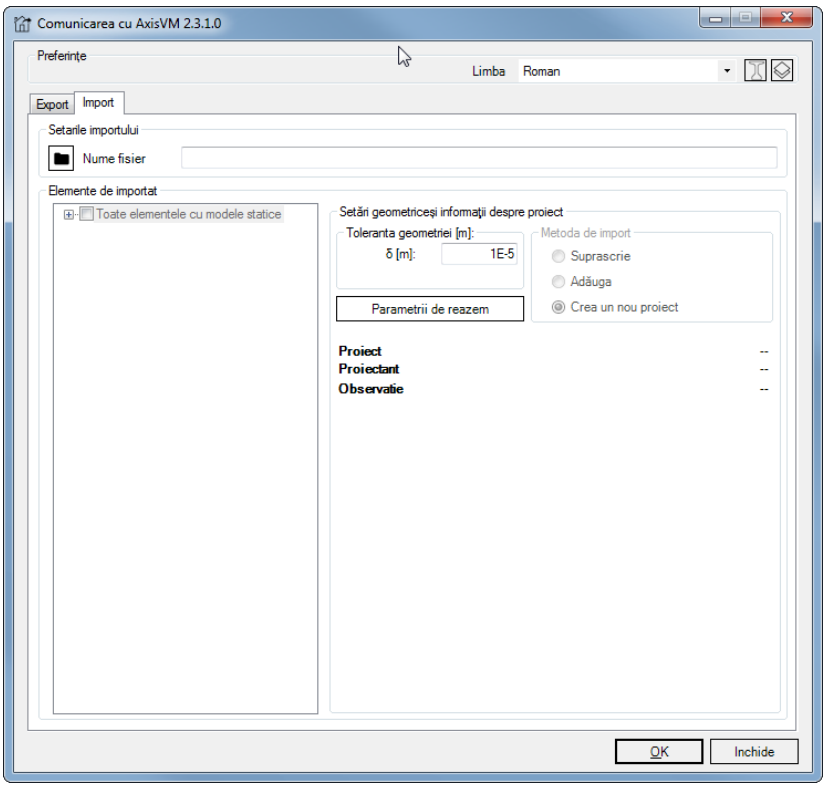
- Structura întreagă – Toate datele exportabile din model sunt scrise în fișier
- Detaliile afișate – vor scrise în fișier numai detaliile care sunt afișate pe ecran
- Elemente selectate – numai elementele selectate sunt scrise în fișier

După salvarea fișierului .are, acesta trebuie citit în Revit după cum urmează:



Add-Ins / External Tools / AxisVM Interface

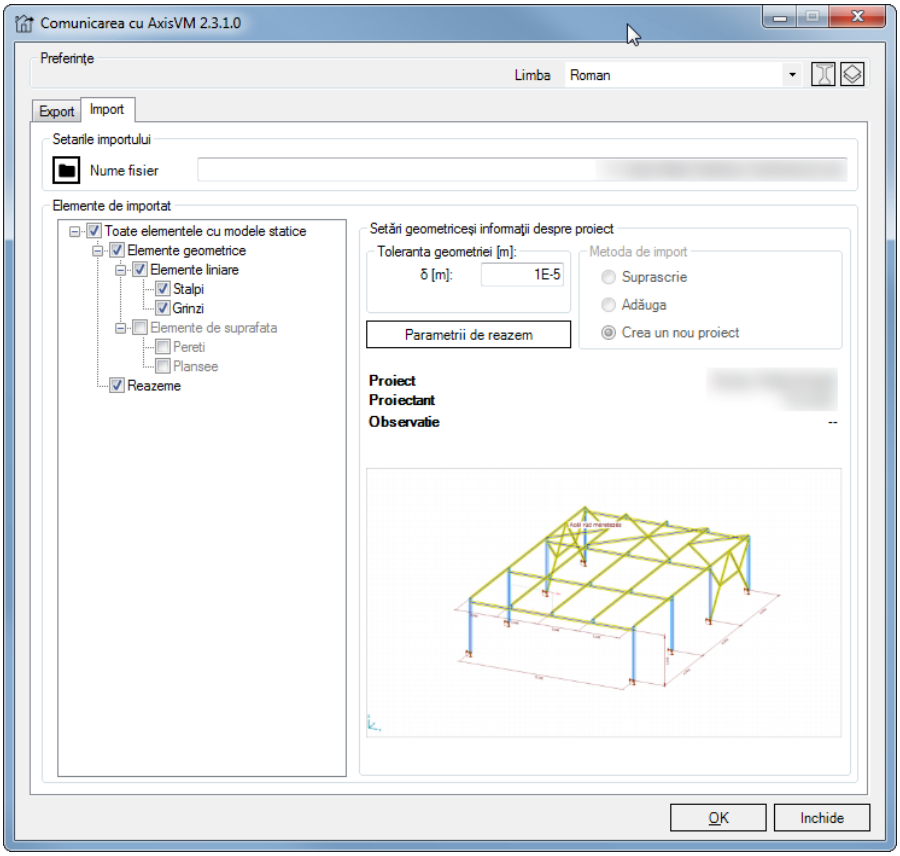
Se va afișa următoarea fereastră:



Dacă nu există un proiect deschis în Revit, atunci numai opțiunea de Import este activă, în caz contrar ambele opțiuni pot fi utilizate.

Făcând clic pe butonul de lângă numele fișierului, puteți începe să importați fișierul .are salvat anterior.

În acest moment, conținutul arborelui din stânga se actualizează în funcție de tipul elementelor care conține fișierul, iar în colțul din dreapta jos este afișat imaginea de previzualizare a modelului:



Prin activarea căsuțelor de lângă elementelor arborelui, puteți filtra elementele importate efectiv.

Metoda de importare

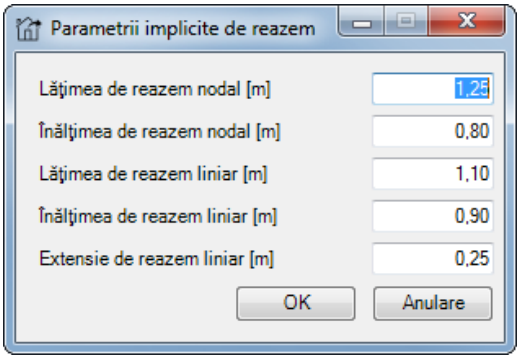
Dacă un proiect este deschis în momentul importului în Revit, puteți alege dintre mai multe tipuri de import:

- Suprascrie – toate elementele existente vor fi șterse (cu excepția celor fixate în proiect) și vor fi importate elementele noi în proiectul gol astfel rezultat
- Adaugă – elementele noi sunt importate lângă cele existente
- Crează un proiect nou – proiectul deschis nu se va schimba, lângă el se va crea un proiect nou și vor fi importate elementele în acest proiect

În caz contrar, nu există altă opțiune decât crearea unui proiect nou.
Este important să știm că dacă proiectul deschis este ''read-only'', atunci doar opțiunea "Creați un proiect nou" este activă, ca și când nu ar exista deloc un proiect deschis.

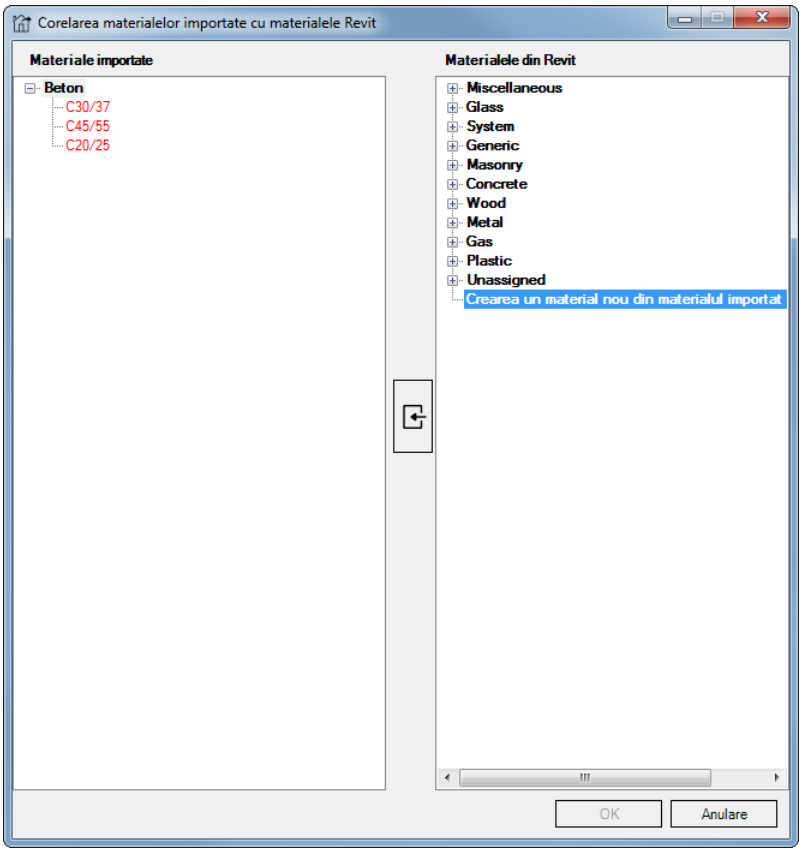
Caracteristici de suport

Importarea suporturilor dintr-un fișier .are se face conform următoarei proceduri:
Dacă geometria suportului a fost definită în AxisVM, atunci aceasta va fi folosită. În caz contrar geometria suporturilor este definită cu parametri de bază.
Acești parametri de bază pot fi definite făcând clic pe butonul Caracteristici de suport:



Setarea materialelor

Deoarece materialele din AxisVM nu sunt potrivite automat cu materialele cunoscute de Revit, este necesar ca utilizatorul să facă acest lucru în următoarea fereastră:



Până când nu ați potrivit tuturor materialelor importate un material existent, nu puteți continua.
Potrivirea se poate face prin selectarea materialului pe care vreți să îl potriviți din arborul din stânga (material importat), apoi selectând materialul pe care vrei să îl setați din arborul din dreapta (material existent în Revit), apoi făcând clic pe butonul dintre cei doi arbori.
În acest moment, în partea stânga se selectează automat următorul material care nu a fost potrivit. Materialele care nu au fost potrivite se afișează cu roșu, celelalte cu negru.
Potrivirea materialelor nu trebuie făcută neaparat individual pentru fiecare material. Dacă în stânga nu este selectat doar un singur material, ci un tip de material, potrivirea se face pentru toate materialele care sunt atribuite tipului selectat.
De asemenea, este posibil să nu atribuiți un material Revit existent unui anumit material AxisVm care seste importat, ci să creați un material complet nou în baza de date Revit pe baza caracteristicilor materialului importat. În acest moment, ar trebui să fie selectată ultima opțiune a arborelui din dreapta.

Când toate potrivirile sunt finalizate, butonul OK va fi activ și va fi continuat procesul de importare.

3.1.6.4. Exportare în Tekla Structures

Fişier Tekla

Programul salvează datele în doua formate:

Fisier ascii Tekla (*.asc)

Generează fişier **Tekla** (program pentru detalierea structurilor metalice) care conţine coordonatele capetelor ***i*** şi ***j*** a zăbrelelor şi a barelor, datele secţiunii şi referinţele care descriu poziţia barelor în spaţiu.

Fisier Tekla DSTV (*.stp)

Datele zăbrelelor şi a barelor (noduri de capăt, material, secţiune, referinţă) sunt salvate în fişier DSTV standardizat. Acest format este suportat de mai multe programe CAD sau BIM pentru structuri de oţel.

3.1.6.5. Exportare în Nemetschek Allplan

Fişier ASF

Exportul acestui tip de fişier **necesită modulul ALP**.

Generează un fişier Allplan ASF, care include datele armăturii calculate sau asociate domeniilor selectate. Datele armării sunt salvate în fişiere individuale pentru fiecare domeniu (Nume_001.asf, ...). Aceste fişiere se pot deschide ulterior în acelaşi timp în Allplan. Din cauza limitărilor importului de fişiere ASF în Allplan, domeniile sunt întotdeauna transformate în planurile X-Y sau X-Z, în funcţie de care plan este mai aproape de planul domeniului.

Aceste fişiere conţin doar datele armăturilor domeniilor, nu şi a planşeelor definite individual.

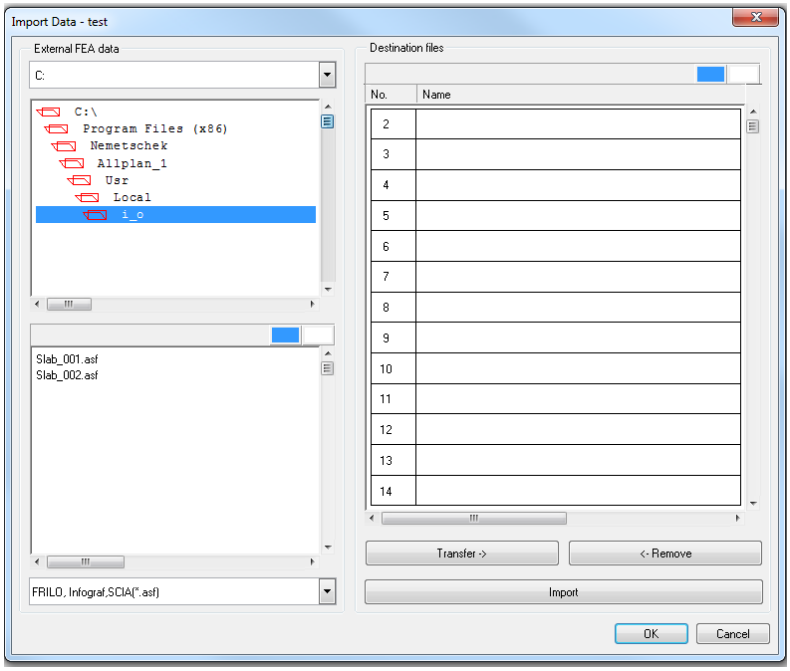
La activarea poziţionării în origine, domeniile se deplasează în aşa fel încât cel mai apropiat punct să ajungă în origine.

Se pot selecta rezultatele care să fie exportate: armătura necesară (calculată), armătura efectivă (asociată) sau armătura care are valoarea mai mare din aceste două.

☞ ***Exportarea modelului ca fişier ASF este posibilă doar la calculul betonului armat.***

Import fişier ASF în AllPlan

- Pentru a importa un fişier asf, selectaţi opţiunea ***Create/Interfaces/Import FEA files*** din meniul AllPlan.



- Selectați directorul fișierului asf in arborele din fereastra din stânga sus. Puteți vedea fișierele asf în partea din stânga jos a ferestrei. Selectați unul sau mai multe fișiere asf din listă și selectați poziția acestor fișiere printr-un clic pe rândul din dreapta in care vreți să le introduceți (Destination files).
- Dați un clic pe **Transfer->** și vor apărea în listă fișierele selectate.
- Clic pe comanda **Import** și fișierele selectate vor fi importate în program.
  Închideți fereastra cu **OK**.

Afișarea armării în AllPlan

De exemplu:

- Dați clic pe ***Create/Engineering/Bar Reinforcement/FEA reinforcement Color Image*** în meniul AllPlan
- Selectați fișierul asf dorit
- Alegeți poziția (superioară/inferioară) și tipul (compresiune/întindere) armăturii
- Dați un clic pe **OK**

3.1.6.6. Exportare în AxisVM

Viewer AxisVM

Modelul este salvat în format AxisVM Viewer.
Vezi... 8 AxisVM Viewer şi Viewer Expert

Fişier AXS

Modelul întreg, detaliile activate, elementele selectate se pot salva şi în fişier AxisVM.
În fereastra de dialog Export se poate seta ce să fie salvat în fişier AXS. Opţiunile sunt asemănătoare cu opţiunile folosirii memoriei rapide (**vezi...** 3.2.8 Setările pentru copiere/inserare)

Exportul elementelor selectate

Poate fi setat ca în fişierul de export să fie introduse doar elementele selectate sau modelul întreg.

Unitatea de măsură a coordonatelor

Se poate seta unitatea de măsură pentru coordonatele exportate.
Setarea implicită este metrul [m].

3.1.6.7. Exportare în alte aplicații

Fişier BoCad

Generează fişier **BoCad** (program pentru detalierea structurilor metalice) care conţine coordonatele capetelor ***i*** şi ***j*** a zăbrelelor şi a barelor, datele secţiunii şi referinţele care descriu poziţia barelor în spaţiu.

Fisier DXF StatikPlan

Pentru programul Statikplan se genereaza un fişier DXF care conţine conturul plăcii de beton armat, ariile de armătură calculate sub forma de izolinii şi valorile în format text pe diferite folii.

Fişier PianoCA

Se generează un fişier pentru programul PianoCA cu extensia *.pia. Conţine datele barelor selectate, reazemele, încărcările şi rezultatele.

Fişier CADWork

Programul generează fişier DXF pentru programul de armare CADWork.
Înainte de generare trebuie selectate domeniile care se exportă.
Programul CADWork lucrează în plan, deci domeniile selectate trebuie să fie în acelaşi plan. Programul, în fişierul DXF, transformă toate domeniile într-un sistem de coordonate locale X-Y iar la coordonata Z este asociată aria de armatura necesară. Programul de armare foloseşte la editare aceste informaţii.

Fişier SDNF 2.0, 3.0

Modelul este salvat în fişier SDNF (Steel Detailing Neutral Format) pentru programele de detaliere a structurilor de oţel (Advance Steel, SDS/2, Tekla Structures, PDMS).

*Fişier *.fem Glaser – isb cad-*

Informaţiile domeniilor de armare sunt salvate pentru programul Glaser –isb cad-

3.1.7. Import

Programul AxisVM poate importa fişiere cu diferite extensii, create cu alte programe inginereşti. Cu această opţiune de importare se poate crea legătură cu sistemul BIM (Building Information Modeling).

3.1.7.1. Importul fişierelor DXF – modul DXF

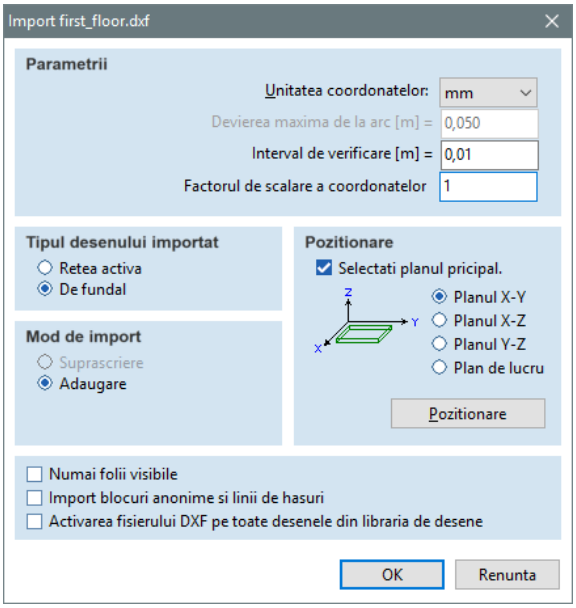
*Fişier AutoCAD *.dxf*

Importul acestui tip de fişier **necesită modulul DXF**.
Dintr-un fişier cu format DXF, se citeşte reţeaua formată din linii, arce şi cercuri. Fişierul DXF poate fi în format AutoCAD 12, 13, 14 şi 2000 sau 2004. **Vezi...** 3.3.3 Managerul de folii
Fişierul importat cu toate foliile se va introduce în *Managerul de folii* care păstrează legătura cu fişierul DXF. Dacă data fişierului DXF se schimbă, la deschiderea modelului se poate opta pentru reîmprospătarea foliilor din model

☞ ***Elipsele sunt convertite în poligoane în cazul în care optăm pentru o reţea activă iar în cazul foliei de dos sunt considerate ca elipse.***

☞ ***În cazul afişării rezultatelor se poate importa doar pe folia de fundal. (background layer)***

Import DXF



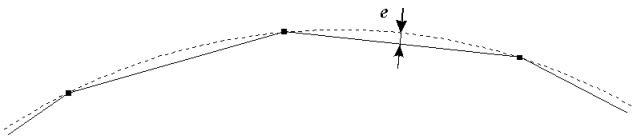
Parametri

Unitatea de măsură a coordonatelor DXF:

Se poate seta în fişierul DXF în ce unitate de măsură să fie interpretate valorile.

Deviere maximă de la elipsă [m]:

Dacă se încarcă un fişier DXF ca reţea activă, elipsele sunt convertite în poligoane cu densitatea în funţie de devierea maximă.



Interval de verificare [m]:

Din reţea sunt eliminate nodurile şi liniile duble. În timpul verificării sunt unite nodurile care sunt mai apropiate decât intervalul de verificare. Coordonatele nodurilor noi vor fi calculate ca media coordonatelor nodurilor unite.

Tipul desenului importat

Împărţirea poligonului se poate seta prin abaterea maximă de la arc. Reţeaua alcătuită din linii, poligoane, arce şi noduri poate fi utilizată în două moduri în program: ca o reţea activă sau ca folie de dos:

Reţea activă
Reţeaua astfel obţinută se poate utiliza ca o reţea editată în editorul propriu al programului. Din folii se pot genera automat şi detalii.

Background – Folie de dos
Reţeaua astfel încărcată se poate vizualiza pe ecran, dar nu se poate utiliza activ la editarea geometriei structurii. Se poate utiliza ca şi folie dos care ajută la editarea modelului (ex. importarea planurilor de planşeu dintr-un program de arhitectură).

Cursorul detectează punctele şi liniile din folia dos, acestea putând fi utilizate la editarea geometriei.

Inserare
Se poate defini planul de bază pentru folia de dos care se importă.

Folia de dos apare pe ecran în culoarea verde.

Mod de import

Sunt două posibilităţi:

Suprascriere: se poate suprascrie geometria existentă
Adăugare: se poate adăuga geometria la geometria existentă

Poziţionare

Se poate defini planul de bază a foliei DXF.
Cu butonul *Poziţionare* desenul DXF se poate poziţiona în sistemul de coordonate globale.

Doar foliile vizibile

Cu această opţiune activă, AxisVM importă doar foliile definite ca vizibile în fişierul DXF.

Importul haşurilor

Haşura este reprezentată de linii individuale într-un fişier DXF, in cele mai multe cazuri nu se recomandă importul haşurilor. Dacă aveți nevoie de haşuri bifați această opțiune.

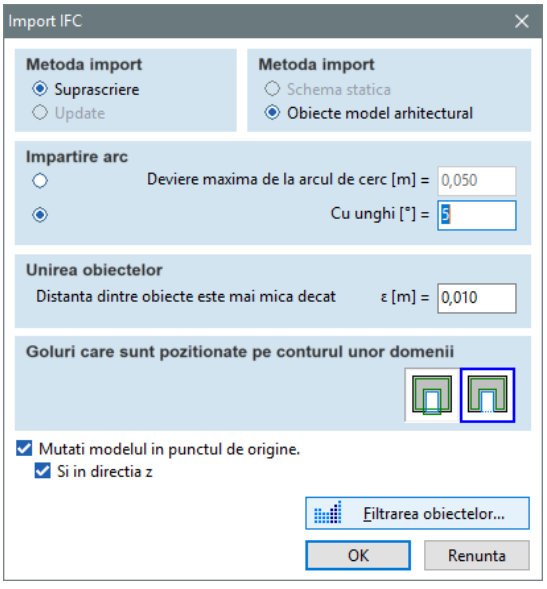
Activarea fişierelor importate DXF pe desenele din librăria de desene

Pentru afişarea fişierelor DXF şi pe imaginile salvate anterior în biblioteca de desene, trebuie activată această opţiune.

3.1.7.2. Importul fişierelor IFC– modul IFC

*Fişierul IFC 2x, 2x2, 2x3 şi 2x4 *.ifc*

Exportul acestui tip de fişier **necesită modulul IFC**.
Din fişierul cu format IFC citeste elementele (perete, placă, stâlp, grindă, acoperiş) modelului arhitectural. Obiectele importate se pot afişa ca şi un model 3D a cărui puncte şi linii se pot utiliza la editarea modelului.
Importarea modelelor bazate pe obiecte arhitecturale este posibilă din următoarele programe: ArchiCAD, AutoDesk Architectural Desktop, Revit Structure, Revit Building, Nemetscheck Allplan, BoCad, Tekla Structures etc.
La importul IFC, programul dă posibilitatea citirii modelului arhitectural sau a schemei statice (suprascriere sau update)
Importând fişiere IFC se poate extrage modelul static (dacă este disponibil) sau modelul arhitectural prin suprascrierea sau actualizarea informațiilor modelului curent.



☞ ***Opțiunea este accesibilă doar la datele de intrare.***

Încărcare schemă statică

Începând cu formatul IFC 2x3 este posibil transferul schemelor statice prin fișiere IFC.
Opțiunea se poate folosi numai atunci când fișierul IFC conține aceste informații (noduri, topologia structurii, reazeme, încărcări, combinații de încărcări). Dacă fișierul selectat conține numai elemente arhitecturale (stâlp, grindă, perete, planșeu, acoperiș), atunci în programul AxisVM se poate opta pentru generarea automată a schemei statice pe baza elementelor arhitecturale.

Încărcare obiecte arhitecturale

Dacă există model arhitectural încărcat, în funcție de setări acesta se va suprascrie sau se va actualiza. Programul citește elemente de stâlp, grindă, perete, placă și acoperiș.

Programul generează automat secțiunile elementelor din datele geometrice.
Pe baza proprietăților obiectelor selectate ale modelului arhitectural, se poate opta pentru generarea schemei statice. Schema statică astfel generată va fi parte integrantă a modelului AxisVM.
Vezi detaliat... 4.9.22 Generarea schemei statice din model arhitectural

Gol pe muchia domeniului

Importa ca un gol

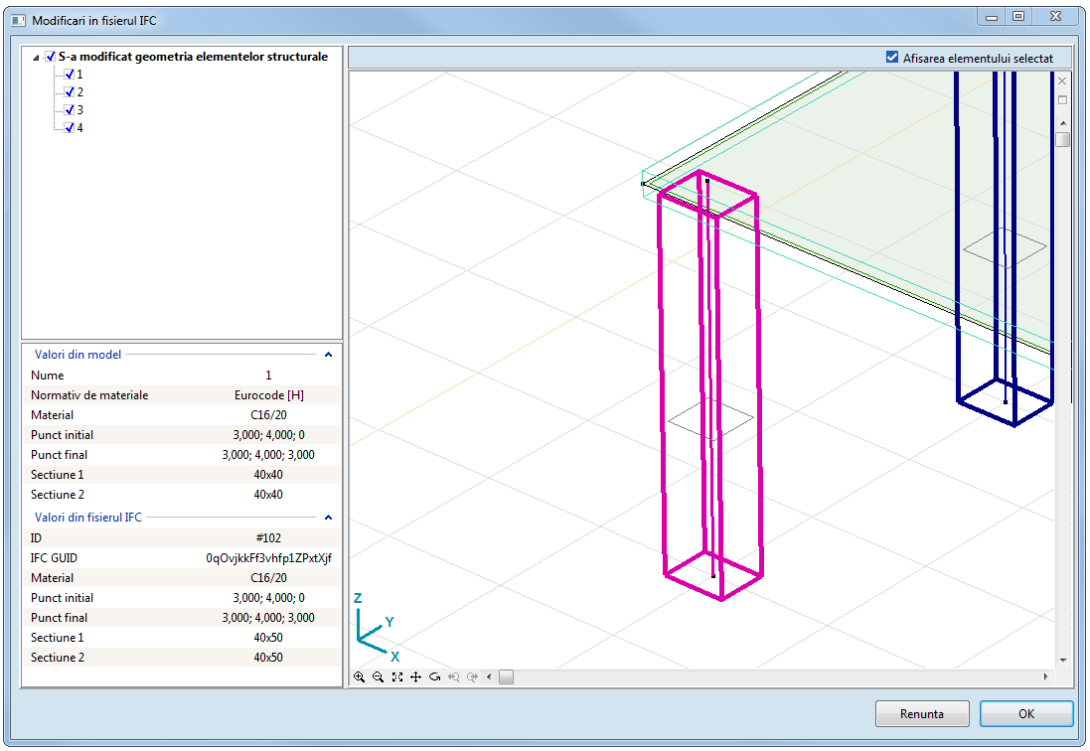
Ajustarea conturului domeniului

Translatarea modelului în apropierea originii

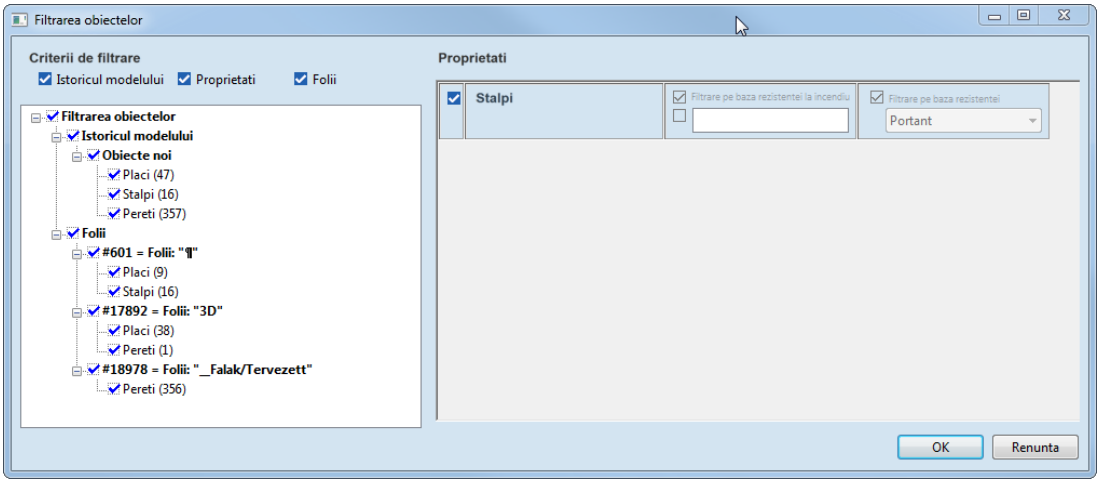
Dacă această opțiune este activată, modelul în momentul încărcării, va fi mutat în apropierea originii. Opțiunea este folositoară în cazul proiectelor cu valori mari de coordonate. Dacă este activă și Translatarea după Z, programul efectuează o translatare și după direcția verticală, în caz contrar translatarea se face doar după direcția orizontală.

Recunoașterea automată a modificărilor

Această funcție listează elementele noi, modificate și șterse la reimportarea fișierelor IFC. Fiecare modificare poate fi aceptată sau ignorată. Selectarea unei modificări din listă afișează poziția elementului selectat în model.



Filtrarea obiectelor



Filtrare după *istoria modelului* – dacă această filtrare este activă, putem alege:

- Importarea elementelor noi
- Importarea elementelor modificate

Această filtrare este posibilă doar în cazul fișierelor IFC, care au fost exportate din AxisVM, modificate cu un alt program.

Filtrare după *proprietăți* – dacă această filtrare este activă, putem alege:

- Filtrare după capacitate portantă
- Și/sau filtrare după rezistența la foc

Această filtrare este posibilă doar în cazul în care aceste date se găsesc în fișier.

Filtrare după *folie* – dacă fișierul IFC conține informații despre folii, elementele se pot importa în funcție de folia pe care au fost salvate. Se poate selecta folia dorită pentru importare, și programul va importa elementele care au fost salvate pe folia respectivă.

☞ ***În cazul programului ADT (Architectural Desktop) înainte de exportarea modelului în format IFC trebuie dezactivată intersectarea automată a pereţilor.***

3.1.7.3. Importul fișierelor Revit RAE – modul REV

Import din Revit

Se pot importa modele create în Revit 2015 (sau în versiuni mai noi) cu ajutorul API Revit, care permite transferul de date dintr-un alt program.

În timpul instalării programului AxisVM, se generează un director cu numele RevitImport în directorul programului și acolo se vor copia fișierele necesare. Fișierul necesar .aadin pentru colaborarea celor două programe se regăsește în directorul *c:* \ *Users* \ *<Username>* \ *AppData* \ *Roaming* \ *Autodesk* \ *Revit* \ *Addins* \ *yyyy*, unde yyyy este 2015, sau mai mare în funcțe de versiunea de Revit.

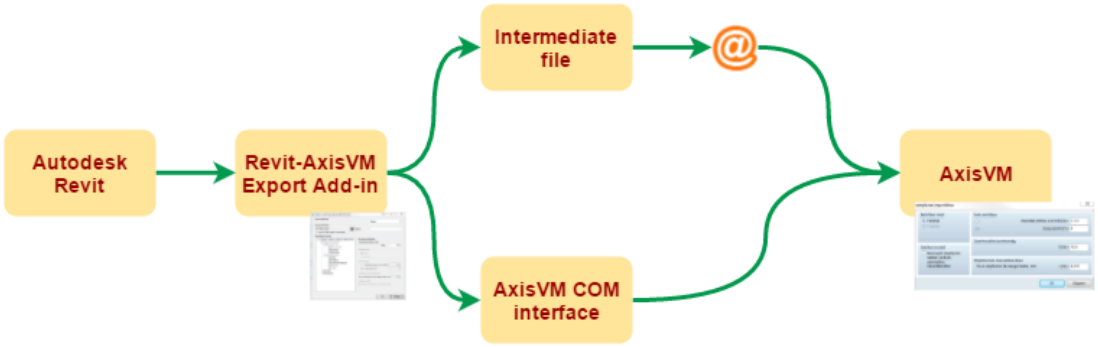
Pentru a funcționa corect comunicarea dintre cele două programe este necesar acest fișier și conținutul directorului *RevitImport*.

AxisVM poate colabora cu Revit în două moduri:

1. ***Printr-un fișier comun***
2. Prin interfața ***AxisVM COM.***

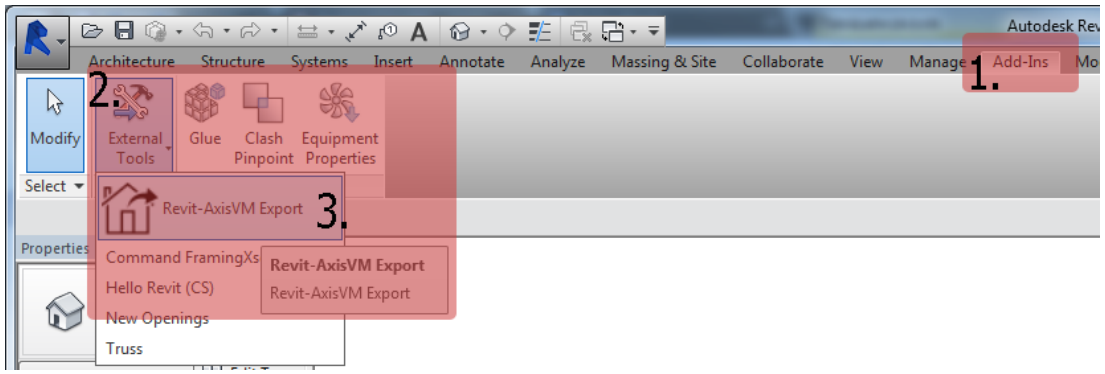
Folosire

Schema transferului de date este întotdeauna aceasta:

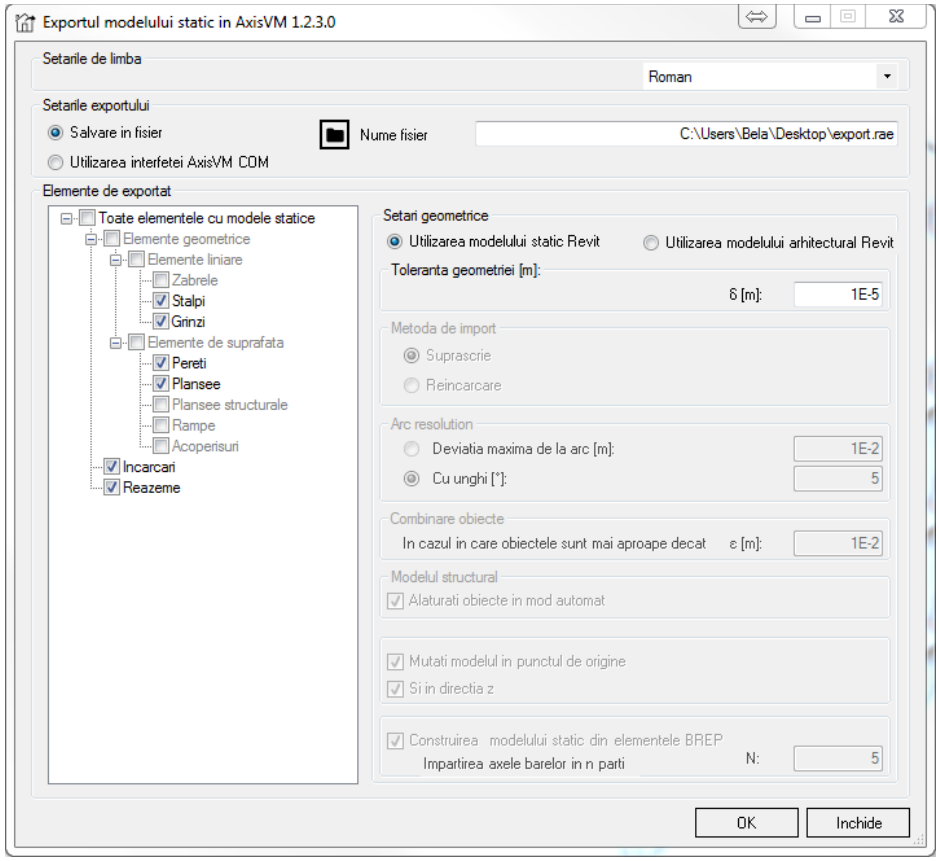


Adică **procedura trebuie pornită întotdeauna din Revit** în următorul fel:

Modulul de export Revit-AxisVM poate fi lansat în următorul mod:



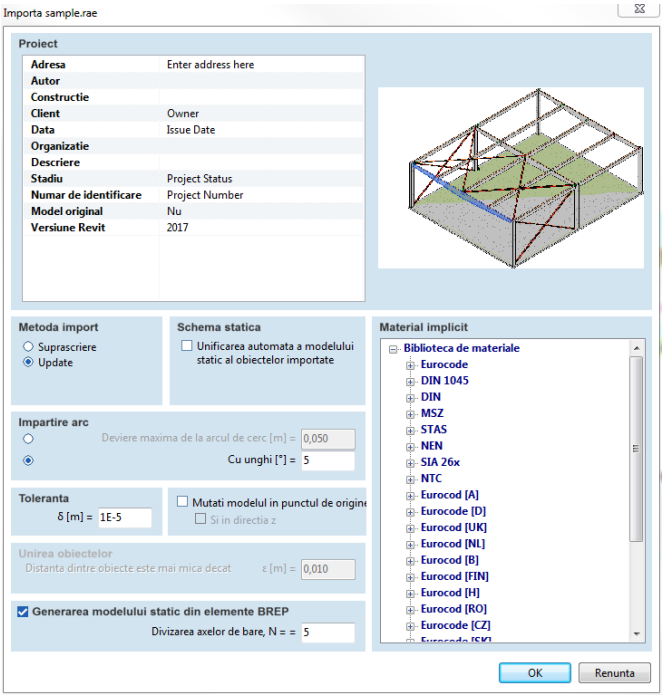
Add-Ins / Module externe / Interfața AxisVM



În fereastra de export se poate selecta metoda de export. În cazul utilizării interfeței COM, există pozibilitatea modificării unor parametri geometrici.

Fereastra de dialog *Exportul modelului static în AxisVM* ne permite să alegem dintre două metode. Această opțiune determină deasemenea opțiunile disponibile în fereastră.
Prin selectarea opțiunii *Utilizarea interfeței AxisVM COM* vă oferă anumiți parametri geometrici. Limba ferestrei de dialog poate fi deasemenea selectată dintr-o listă.
Dacă este selectată opțiunea *Utilizarea modelului structural Revit,* se exportă modelul structural cum este definit in Revit, în caz contrar va utiliza modelul arhitectural pentru calculul modelului static pentru export.

Prin fișier comun



Se recomandă opțiunea de export prin fișier comun, când se dorește transmiterea modelului către un alt utilizator. În acest caz trebuie definit numele fișierului. După o salvare reușită fișierul poate fi deschis cu AxisVM și va apărea următorul dialog:

Proiect Informațiile despre proiect definite in Revit sunt listate în lista din stânga în partea superioară a ferestrei, în timp ce imaginea din dreapta afișează o imagine a proiectului cum se putea vedea în Revit.

Metoda de încărcare Dacă în AxisVM, modelul nu este gol, utilizatorul poate opta pentru a șterge modelul existent și a vizualiza doar elementele importate (*Suprascriere*) sau pentru a actualiza modelul (*Actualizare*).

Model static Dacă este activată această opțiune, programul modifică modelul static în așa fel, încât elementele excentrice să fie legate cu corpuri rigide, domeniile cu grinzi atașate le transformă în domenii cu nervuri etc. În cazul modelelor mari, această opiune poate încetini considerabil importul, dar în același timp este recomandată utilizarea opțiunii.

Netezirea arcelor Unele metode geometrice solicită arcele convertite în linii drepte scurte. Numărul segmentelor poate fi în funcție de unghiul central pe baza tengentelor maxime.

Precizie de modelare Toleranța utilizată la calculul gemoetriei.

Unirea obiectelor Pentru îmbunătățirea eficienței de detectare a coliziunilor, chenarele de încadrare pot fi crescute. Această toleranță poate fi definită aici.

Material implicit Se poate selecta din catalogul AxisVM materialul care să fie utilizat la elementele a căror informații de material lipsesc din Revit.

Import prin interfața COM

Utilizați această opțiune doar dacă rulați ambele programe pe același calculator. După un export reușit către prin interfața COM, se lansează AxisVM unde veți putea edita modelul în continuare. Următoarele caracteristici vor trebui definite la exportul din Revit.

Translatarea modelului în apropierea originii

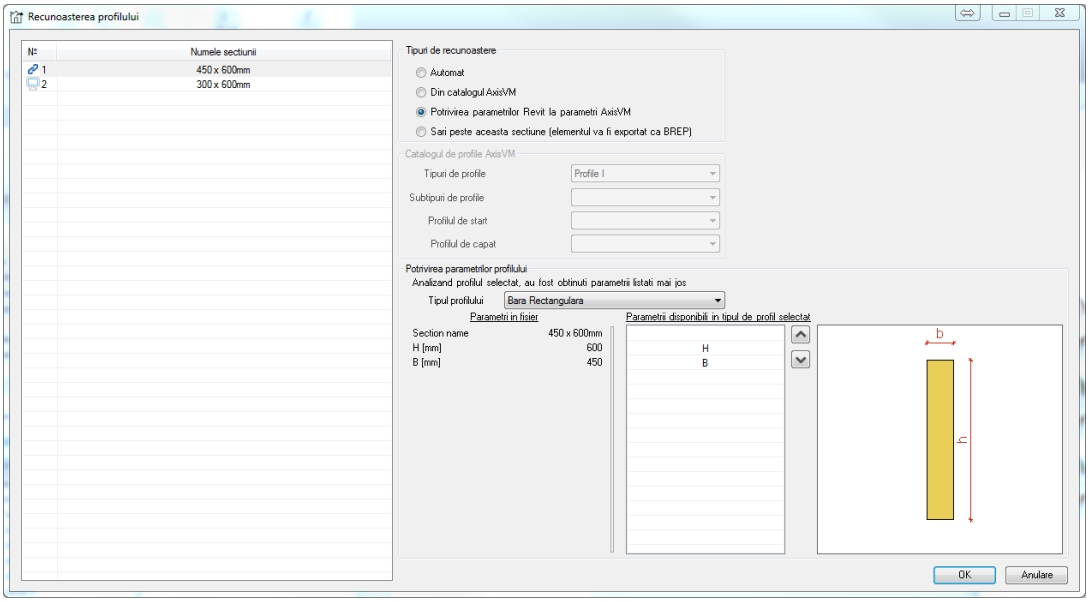
Această opțiune este accesibilă doar în cazul în care importul se face prin COM. Dacă această opțiune este activată, modelul în momentul încărcării, va fi mutat în apropierea originii. Opțiunea este folositoare în cazul proiectelor cu valori mari de coordonate. Dacă este activă și Translatarea după Z, programul efectuează o translatare și după direcția verticală, în caz contrar translartaea se face doar după direcția orizontală.

Elemente de exportat

Utilizatorul poate selecta tipurile de elemente pe care le dorește de exportat. Începând cu versiunea X4, este posibil importul domeniilor excentrice, domeniilor cu grosimi variabile.

Recunoașterea profilelor

În unele cazuri este limitată citirea informațiilor de profil din baza de date Revit și este necesară intervenția utilizatorului pentru identificarea profilelor. În acest caz va apărea o fereastră de dialog.



În lista din stânga apr toate profilele din model. Iconițele lor arată dacă profilul a fost recunoscut sau nu.

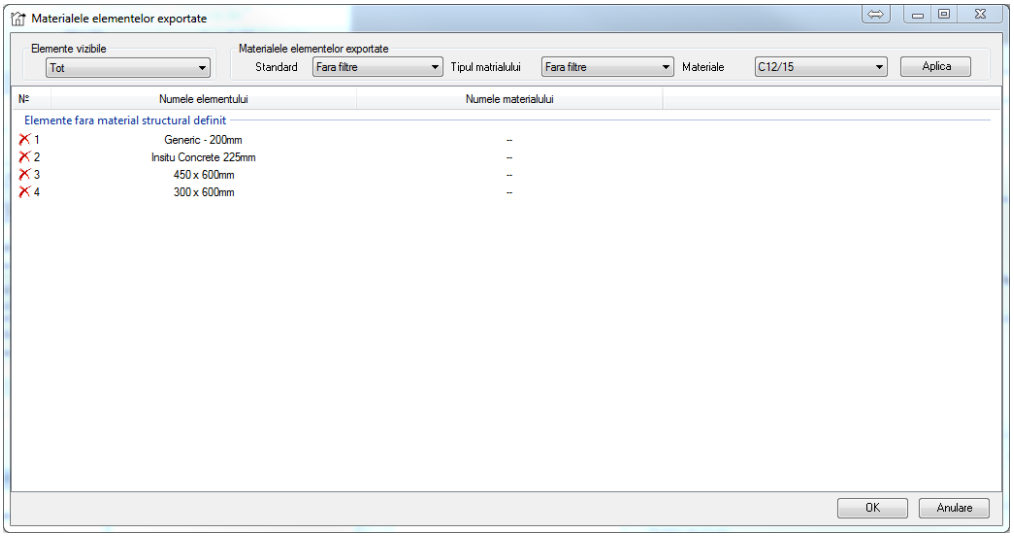
Sunt trei metode de identificare a profilelor:

- **Automat –** în acest caz s-au preluat datele profilului corect din Revit.
- **Din catalogul AxisVM –** când recunoașterea automată nu a funcționat se pot selecta profilele potrivite din catalogul AxisVM.
- **Potrivirea parametrilor din Revit cu parametri din AxisVM –** Stocarea parametrilor de profile nu este consistentă în Revit și în unele cazuri este necesară o potrivire unică. Puteți selecta proprietatea profilului din listă și o puteți muta în sus și jos în poziția corectă pentru asocierea cu parametri din AxisVM și Revit.
- **Omiterea profilului –** Prin omiterea unei secțiuni, toate elementele cu acel profil se vor importa ca un obiect general cu reprezentarea conturului dar fără un model structural.

☞ Programul învață ***parametrii de potrivire a profilelor și la următoarea ocazie va identifica proprietățile profilelor fără ajutorul utilizatorului.***

Definirea materialelor

Extragerea informațiilor de material atrage aceleași probleme. Dacă aplicația eșuează, va cere ajutorul utilizatorului pentru identificarea materialelor care nu au putut fi identificate și veți putea atribui materiale din AxisVM la numele elementelor.



☞ ***Se pot lăsa unele elemente neatribuite, care la import în AxisVM vor primi automat un material implicit.***

Dacă apar erori la instalare...

Dacă în timpul instalării apare vreo eroare și programul Revit nu găsește un fișierul .dll al aplicației, o puteți instala manual pri rularea fișierului *!REGISTER_Revit.BAT* din directorul în care s-a instalat AxisVM.

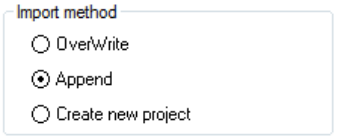
☞ ***Este important de știut că această colaborare dintre cele două programe este bazată pe interfața Revit API. Modelul structural al elementelor este preluat din baza de date Revit (dacă programul Revit nu oferă această informație, AxisVM poate importa doar schița elementului). Acest model structural necesită ajustări minore pentru a fi utilizabil. AxisVM încearcă îmbinarea elementelor (dacă bifați această opțiune) dar uneori va trebui să editați modelul înainte de a avea un model structural correct.***

Schimb de date bazat pe comparație

Începând cu versiunea X5, AxisVM și Revit împărtășesc un flux de lucru între ele. Aceasta este, de fapt, o comparație bazată pe export-import.
Prin aceasta, inginerii care lucrează la același proiect pot importa entități noi sau modificate fără a afecta elemente neschimbate.
Procesul fluxului de lucru poate fi început atât din AxisVM, cât și din Revit.

Când porniți de la Revit, trebuie să lăsați bifată caseta din partea de jos a ferestrei principale.

Motivul este că pentru a injecta parametrii necesari în fișierul de proiect, aplicația are nevoie de permisiunea utilizatorului și de a salva fișierul ulterior. Dacă nu se poate întâmpla, fișierul exportat nu va conține parametrii fluxului de lucru. AxisVM va putea citi încă fișierul produs, însă importul bazat pe comparație nu va fi posibil.
La pornirea fluxului de lucru de la AxisVM nu este nevoie de astfel de acțiuni, parametrii necesari vor fi încorporați automat în fișier.
Se poate utiliza importul bazat pe comparație numai dacă există un model deschis anterior în oricare dintre aplicații.
În Revit, butoanele radio trebuie să fie comutate ca în imaginea de mai jos:



În AxisVM, puteți vedea liniile prezentate mai jos la importul unui fișier salvat anterior cu parametrii fluxului de lucru:

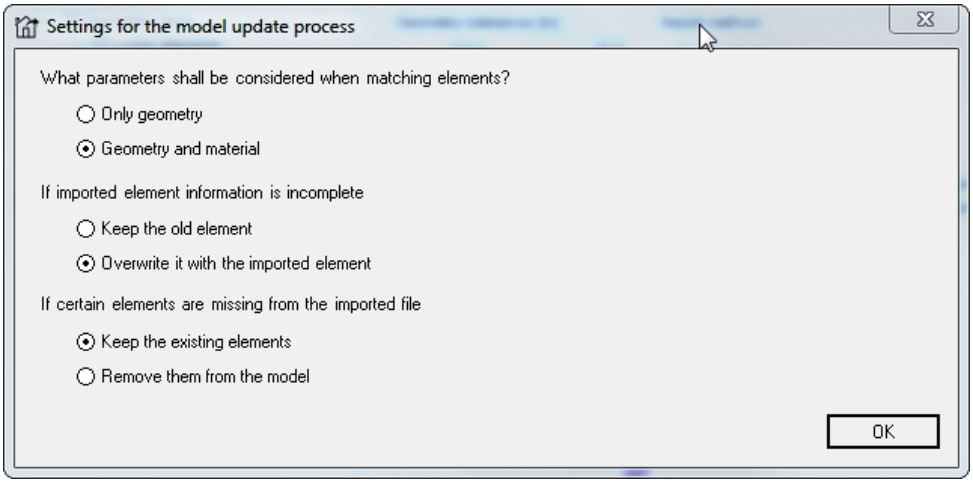
Revit version	2019
Export selected only	No
Data exchange compat...	Yes

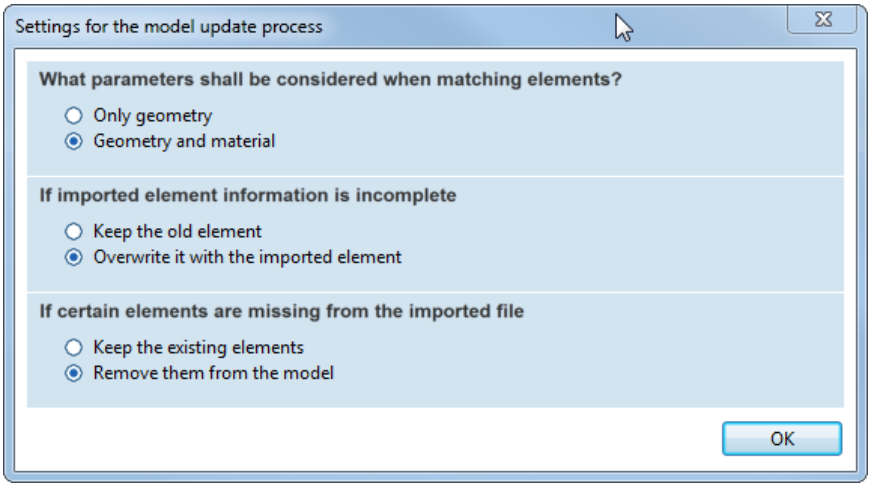
Pentru ca comparația să se întâmple efectiv, trebuie să bifați caseta de mai jos:

În timpul importului, sunt gestionate trei scenarii de bază:

1. Elementul care trebuie importat nu poate fi găsit în modelul propriu-zis, deci poate fi pur și simplu procesat și importat.
2. Unul sau mai multe elemente ale modelului propriu-zis nu pot fi găsite în fișierul care urmează să fie importat. În acest caz, utilizatorii pot alege să șteargă aceste elemente sau să le ignore și să le lase intacte.
3. Articolul care urmează să fie importat poate fi găsit în modelul propriu-zis. În acest caz, efectuăm o comparație bazată pe:
    a. Materialul elementelor
    b. Modelul static al elementelor
    c. Profilul sau grosimea elementelor

Dacă după aceasta le găsim echivalente, obiectul importat este omis. Cu toate acestea, dacă se constată că sunt diferite, elementul care soseste este procesat, iar elementul anterior este șters.
Când, pentru orice motiv, nu putem efectua o comparație reușită, utilizatorii pot alege să păstreze articolul existent sau să importe altul nou.
Aceste preferințe de utilizator menționate pot fi ajustate înainte de procesul de import real în formularul atașat mai jos:

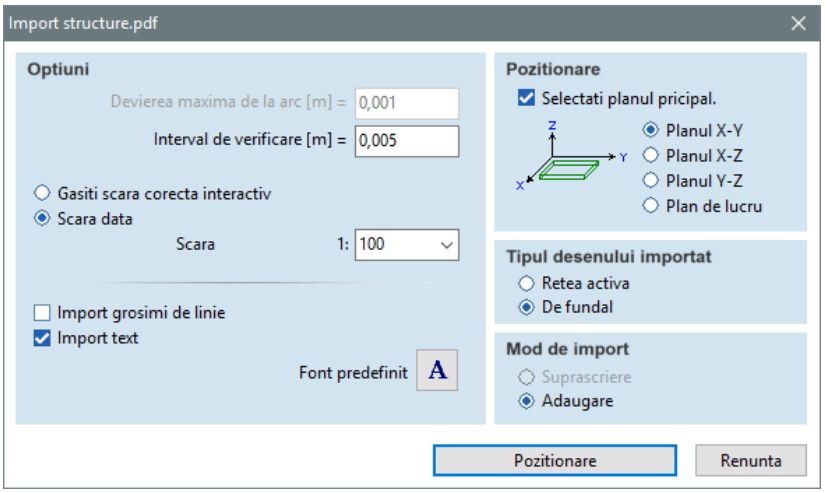




3.1.7.4. Importul fișierelor PDF

*Fișierul PDF *.pdf*

Import de desene din fișiere PDF ca un strat de fundal sau ca linii AxisVM.
Sunt procesate doar linii, curbe și obiecte text, imaginile și celelalte tipuri de elemente sunt ignorate.
Putem seta o mărime fixă a desenului înainte de import, sau putem ajusta desenul pe ecran după import. După preferința utilizatorului se pot importa și textele existente în fișier.
Notă: Unele programe de creare pdf exportă textele ca și elemente grafice. În cazul acesta nu este posibiliă diferențierea textelor de desene.



Se poate seta un *Font predefinit* pentru utilizare în cazurile în care se afișează un font nedisponibil. După ce dați clic pe *Poziționare,* va trebui introdus numărul paginii pentru fișiere cu pagini multiple. Doar o singură pagină poate fi importată deodată.

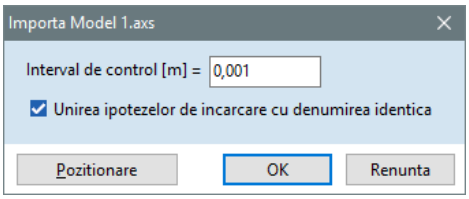
Pentru alte setări și comenzi vedeți partea următoare care descrie importul fișierelor DXF.

3.1.7.5. Importul fișierelor AXS

*Fişier AxisVM *.axs*

În modelul actual se încarcă datele modelului AxisVM ales. Nodurile şi liniile duble rezultate în urma încărcării se elimină conform intervalului de verificare. În locurile în care rezultă elemente suprapuse, programul păstrează elementul din modelul actual. Se încarcă numai acele materiale, secţiuni, referinţe care nu sunt definite în modelul actual. Dacă modelul importat conţine grupare sau combinaţie de încărcări, acestea apar în model ca grupări şi combinaţii noi.
Dacă modelul actual nu conţine grupări sau combinaţii de încărcări şi modelul importat conţine o ipoteză de încărcare care există şi în modelul actual, ipotezele sunt unite. Dacă pe un element, într-o ipoteză de încărcare unită, există o încărcare care se poate defini numai o dată (ex. încărcarea din variaţie de temperatură), este luată în considerare doar cea din modelul actual. Sunt încărcate şi detaliile, secţiunile şi perspectivele din modelul importat. Detaliile şi secţiunile cu nume identice sunt unite de program.

La importare apare următoarea fereastră de dialog:



Utilizând butonul *Poziţionare* modelul importat poate fi poziţionat arbitrar în sistemul de coordonate.

3.1.7.6. Importul fișierelor create cu alte aplicații

*Fişierul Stereo Lithography *.stl*

Citeşte dintr-un fişier binar sau text cu format STL datele reţelei triunghiulare care descriu suprafaţa corpului. Eventualele noduri duble şi triunghiurile degenerate la citirea fişierului sunt filtrate.
Se poate încărca şi ca folie de dos.

*Fişier de interfaţă BoCAD *.sc1*

Deschide un fişier creat cu programul pentru editarea structurilor metalice BoCad şi citeşte din acesta datele complexe pentru structuri de bare (coordonatele la capătul elementelor şi datele referitoare la secţiunea elementelor).

*Fişier Glaser -isb cad- *.geo*

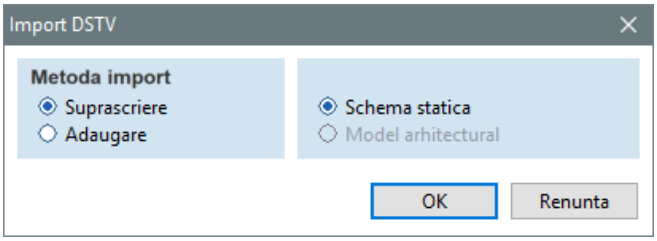
Importul fişierelor *.geo folosit de programul Glaser -isb cad- pentru descrierea sistemelor de bare şi de suprafeţe.

Fişier SDNF (Steel Detailing Neutral Format)

Importul fişierelor Steel Detailing Neutral Format pentru descrierea structurilor de oţel folosit de programele de detaliere a structurilor de oţel (Advance Steel, SDS/2, Tekla Structures, PDMS).

*Format DSTV fișier *.stp*

În versiunea aceasta AxisVM este capabil în importul fișierelor stp implementând schma "PSS_2000_04" bazată pe "Standard Description for Product Interface Steel Construction 4/2000". Acest tip de fișier este destinat pentru stocarea datelor pentru structuri metalice și poate trata structuri liniare și planare. Pot fi importate până și calcule structurale prin această interfață cu anumite limitări.
După pornirea importului apare următoarea fereastră:



Dacă în model sunt stocate calcule statice și model arhitectural, utilizatorul poate selecta în a importa modelul arhitectural sau modelul static. Când se încearcă importul într-un model existent, utilizatorul poate selecta suprascrierea sau adăugarea modelului.

3.1.8. Proiectare parametrică

„Proiectarea parametrică se bazează pe ideea că numerele specifice, adică parametrii controlează geometria. Pentru a-și exploata întregul potențialul, acești parametri sunt legați între ei, iar aceste legături formează un sistem. Astfel, este posibil ca prin modificarea unui singur parametru să se schimbe întreaga geometrie. Această idee este folosită în mod regulat în proiectarea structurală. Imaginați-vă că modificând doar deschiderea unei ferme, înălțimea și aspectul fermei sunt actualizate automat atât în modelul 3D, cât și în desene. Pentru a construi un sistem capabil să facă acest lucru este nevoie de timp și, prin urmare, este esențial să ne gândim dacă merită să creăm un model parametric. Cu toate acestea, după ce am construit un astfel de sistem de parametri, legături și un model care se schimbă dinamic, avem un instrument extrem de flexibil.”

Bazat pe articolul: Péter Romvári: *Proiectarea parametrică în practică* în epiteszforum.hu

Plugin-uri de Export AxisVM

Cele mai utilizate software de proiectare parametrică în proiectare structurală sunt Grasshopper și Dynamo. Acestea sunt adesea denumite editori de algoritmi grafici care pot fi folosiți pentru a crea modele parametrice cu ușurință. Prin utilizarea pluginurilor AxiVM Export, modelele parametrice create în Grasshopper / Dynamo pot fi exportate către AxisVM. În primul rând, pluginul AxisVM Export ar trebui instalat în Grasshopper / Dynamo. Pluginul Export AxisVM comunică cu AxisVM prin API-ul său (interfața COM). Exportul necesită ca AxisVM și o versiune de Grasshopper / Dynamo să fie instalate pe același computer. După începerea exportului, AxisVM se lansează automat, prezentând modelul exportat.

Un avantaj al acestei interfețe este că este ușor de creat modele parametrice și chiar șabloane în Grasshopper / Dynamo. De exemplu, parametrii unei ferme pot fi dimensiunile de deschidere, înălțime, aspect și secțiune transversală. Celălalt avantaj este că în Grasshopper / Dynamo există o mulțime de funcții geometrice, care permit crearea de modele spațiale complexe.

În prezent, modelele cu linii drepte pot fi exportate către AxisVM. Există două opțiuni de export disponibile:

• linii de export;
• elemente de export, pentru care trebuie să fie definite tipul elementului (fermă, grindă, nervură), proprietățile materialului și secțiunea transversală.

În prezent, pot fi utilizate doar următoarele proprietăți:

• proprietatea materialelor: conform Eurocodurilor (din biblioteca de materiale AxisVM);
• secțiune transversală: I, tubulară (țeavă rotundă, pătrată), secțiuni rotunde și dreptunghiulare solide (din biblioteca secțiunii AxisVM).

3.1.8.1. Plugin Grasshopper/Rhinoceros

*fișiere *.gh, *.3dm*

Grasshopper este instrumentul de design parametric al software-ului CAD Rhinoceros. Grasshopper poate fi pornit din Rhinoceros. Pentru a exporta un fișier cu extensie * .gh, pluginul Export AxisVM va fi instalat în Grasshopper în versiunea Rhinoceros 6. După instalare, funcțiile de modelare și export (componente) sunt disponibile în meniul Grasshopper, în fila AxisVM. Fișierele Rhinocerus (* .3dm) vor fi încărcate în Grasshopper înainte de a exporta către AxisVM.

După export, modelul AxisVM este independent de modelul parametric. Pornirea unui nou export (de exemplu, cu parametrii geometrici modificați) lansează un nou model AxisVM într-o fereastră separată.

Pluginul Export AxisVM poate fi descărcat de pe https://www.food4rhino.com/app/axisvm-export.
Pentru detalii suplimentare, fișiere exemplu și ghid de instalare consultați:
https://github.com/AxisVM/GrasshopperToAxisVM/wiki

3.1.8.2. Plugin Dynamo/Revit

*fișiere *.dyn, *.rvt*

Dynamo este un instrument de design parametric al software-ului Autodesk Revit. Dynamo poate fi pornit din Revit sau ca un software independent (Dynamo Studio, Dynamo Sandbox). Pentru a exporta un fișier cu extensia * .dyn, pluginul Export AxisVM va fi instalat în Dynamo. După instalare, funcțiile (nodurile) de modelare și export sunt disponibile în meniul din stânga al Dynamo, în meniul derulant AxisVM. Fișierele Revit (* .rvt) vor fi încărcate în Dynamo înainte de a exporta în AxisVM.

În Dynamo, înainte de a începe exportul, mai întâi, va fi creat un model nou cu ajutorul nodului AxModel. Modele structurale parametrice pot fi adăugate cu greutate proprie, sarcină nodală și suporturi nodale. După începerea exportului, se creează o legătură unidirecțională între modelul parametric și modelul AxisVM. Aceasta înseamnă că modificarea unui parametru (geometric sau structural) în Dynamo actualizează automat modelul structural din AxisVM. În AxisVM, pot fi adăugate alte elemente structurale, dar acestea nu influențează modelul parametric Dynamo. În Dynamo, este posibil să începeți o analiză statică liniară AxisVM. Legătura dintre modele este distrusă prin închiderea oricăruia dintre modele.

Cea mai simplă modalitate de a descărca pluginul AxisVM Export este din programul Dynamo:
accesați Pachetele din meniul Dynamo, apoi alegeți Căutare un pachet ... și tastați AxisVM Export.
Pentru detalii suplimentare, consultați fișierele exemplu și ghidul de instalare:
https://github.com/AxisVM/DynamoToAxisVM/wiki

3.1.9. Legătura integrată Tekla Structures-AxisVM – Modulul TI

Instalare

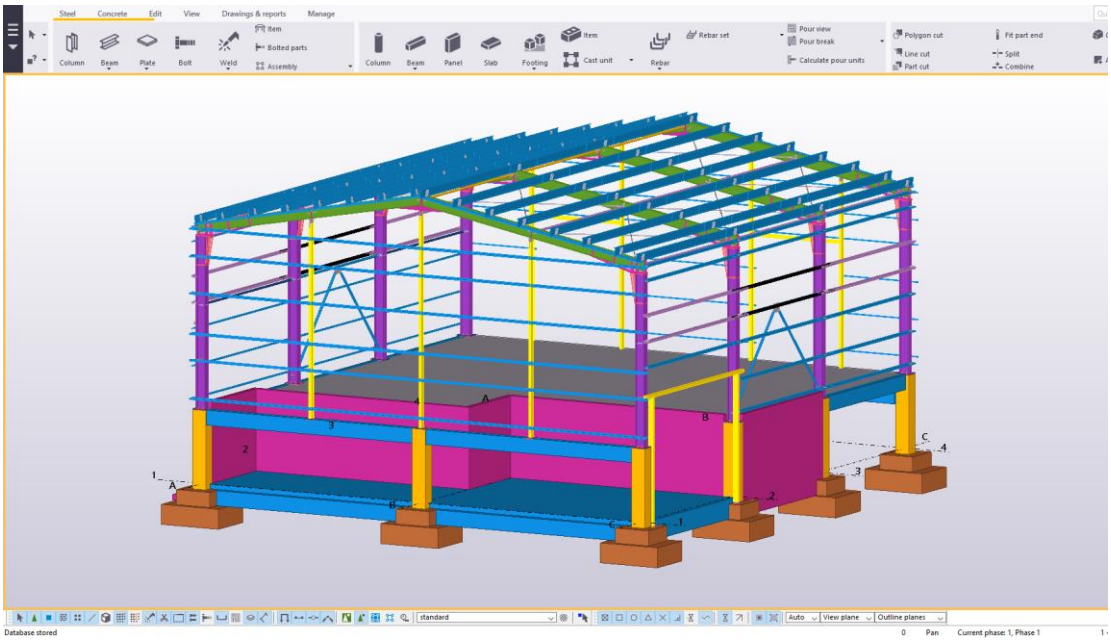
Legătura între cele două programe este asigurată de un server COM care comandă din exterior programul AxisVM. Pentru asigurarea legăturii trebuie înregistrat serverul COM în baza de date a sistemului de operare (Registry), pe de altă parte trebuie pregătit programul Tekla Structures.
Programul AxisVM efectuează aceste operaţii automat la instalare. Dacă în programul Tekla Structures încă nu este instalată înregistrarea, trebuie efectuată încă odată după instalarea programului cu cele două fişiere batch din subdirectorul AxisVM:

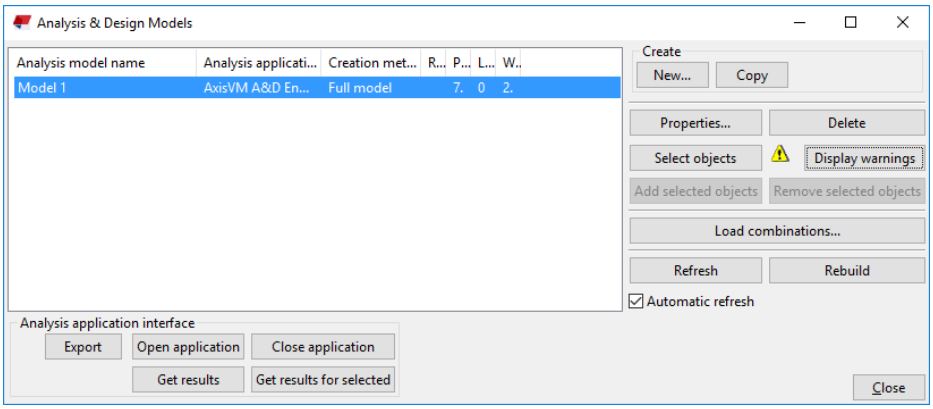
```
!REGISTER_AXISVM.BAT
!REGISTER_TEKLA.BAT
```

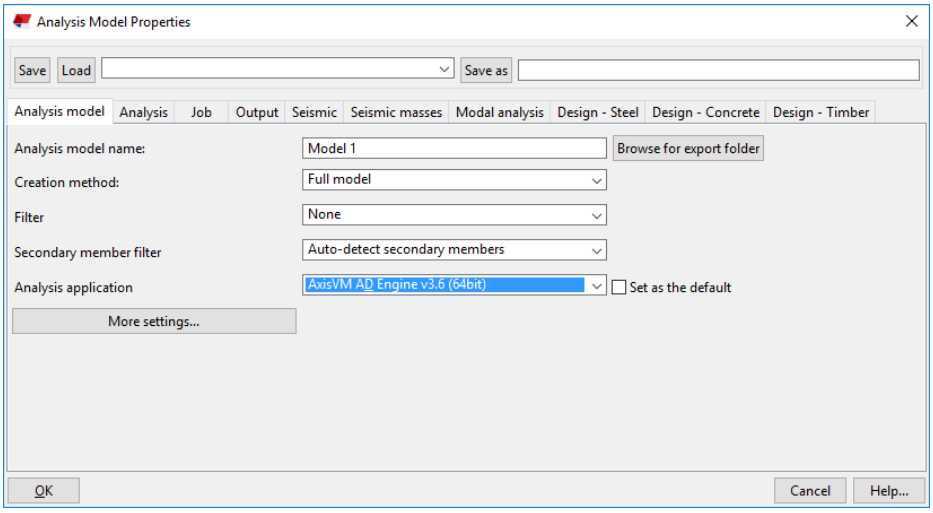
Dacă legătura între cele două programe nu funcţionează este recomandată repetarea înregistrării.

Legătura

După o înregistrare reuşită, modelul creat în Tekla Structures se poate transfera în AxisVM în felul următor: în meniul *Analisys/Analysis & Design models.../Properties* se poate seta ca modulul de analiză *(Analysis engine)* să fie AxisVM AD Engine.

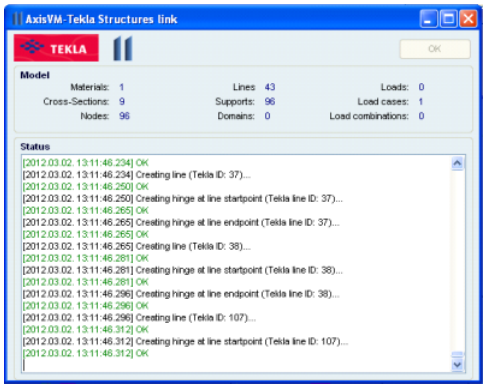




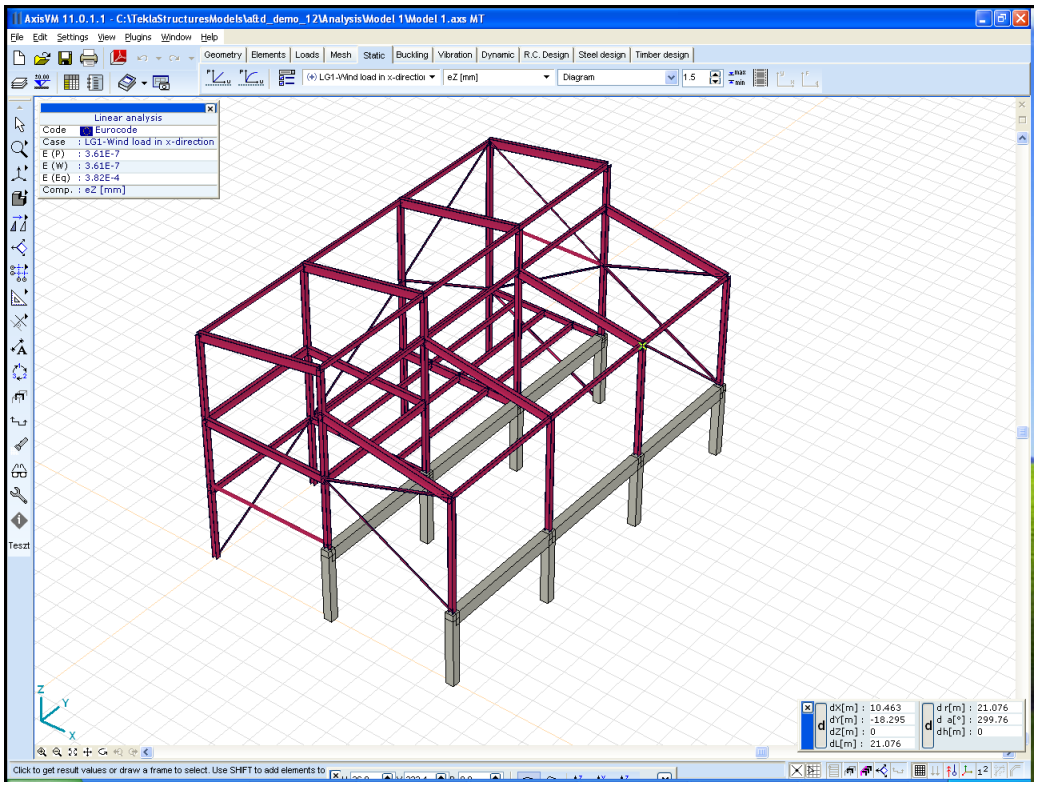


Dacă în meniul nu apare AxisVM AD Engine, atunci înregistrarea nu s-a reuşit şi trebuie repetată.

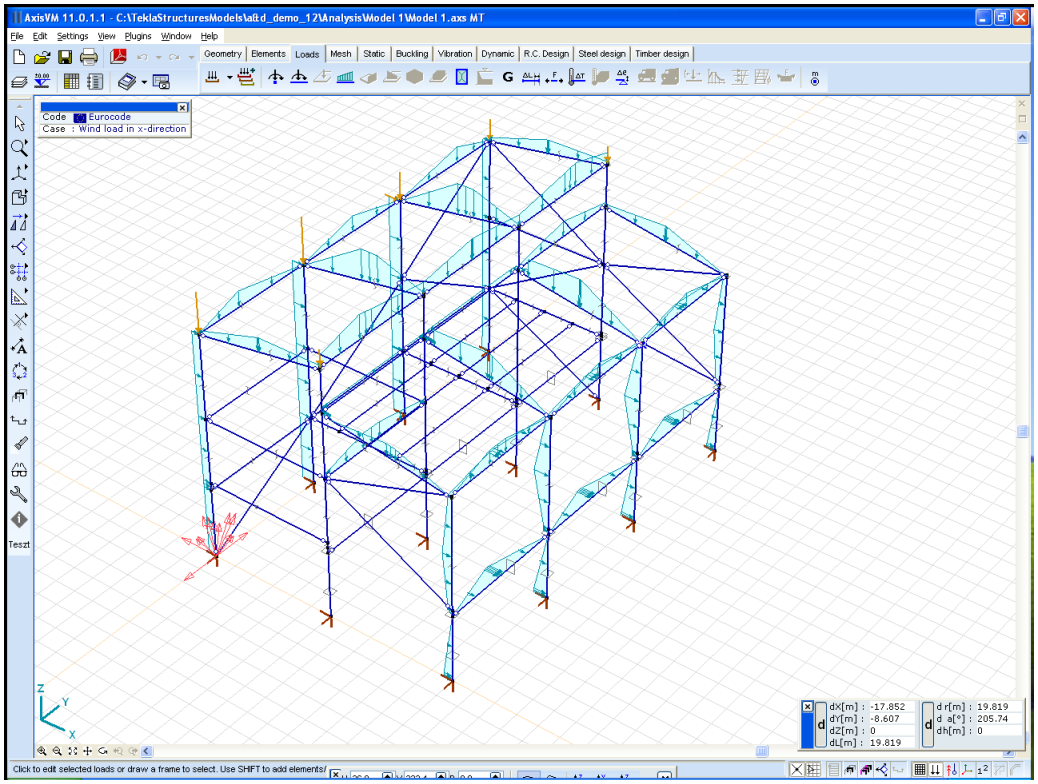
În fereastra *Analysis & Design models* apăsând butonul *Run* se lansează transferul de date. Procesul de transfer se poate urmări în fereastra de dialog. În cazul în care conversia s-a finalizat cu succes, prin apăsarea butonului OK se poate vizualiza modelul în programul AxisVM.



Modelul convertit:



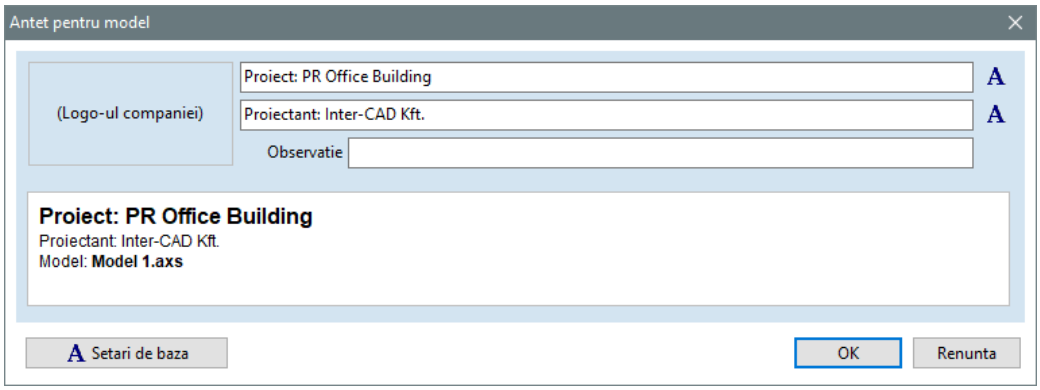
Sunt convertite încărcările şi ipotezele de încărcare definite în Tekla Structures:



3.1.10. Antet

Pentru orice model se poate defini un antet cu două rânduri care conţine denumirea proiectului şi numele proiectantului precum şi o observaţie.

☞ ***Datele astfel introduse apar pe toate paginile tipărite din program.***



Dacă s-a introdus un logo la listarea desenelor, tabelelor și breviarelor, acel logo apare și în această fereastră. Selectați imaginea pentru a o schimba sau puteți schimba imaginea la Opțiuni / Preferințe / Breviar / Logo-ul companiei / Opțiuni...

3.1.11. Setarea imprimantei

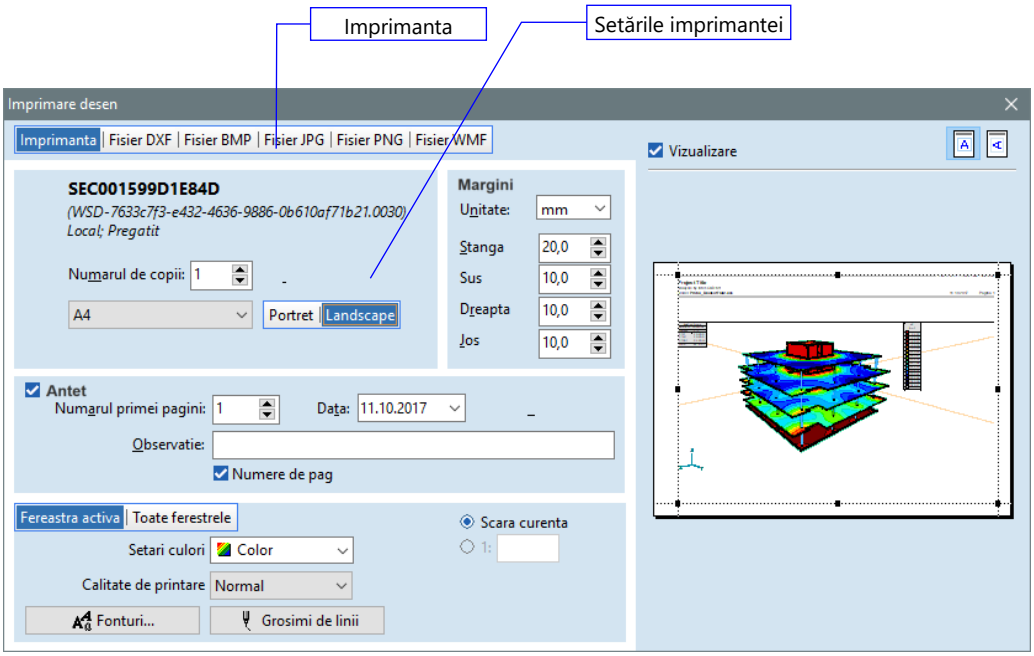
Setarea parametrilor imprimantei active.
Fereastra de dialog este o aplicaţie Windows standard, deci limba inscripţiilor va fi limba sistemului de operare instalat.

3.1.12. Imprimare

[Ctrl]+[P]

Setarea parametrilor de imprimare.

Imprimare desen



Trimite pe

Selectarea modului şi a locului imprimării. Direct la imprimantă, plotter, în fişier DXF, BMP, JPG sau WMF/EMF.

Imprimantă

Setarea tipului de imprimantă şi a parametrilor de imprimare. În cazul selectării opţiunii *Tipărire în fişier*, tipărirea se face în fişier. Se poate introduce numărul exemplarelor. Prin apăsarea butonului *Setări* se deschide fereastra de dialog pentru setarea imprimantei din Windows.

Scara

Setarea scării desenului de tipărit. Pentru desenele reprezentate în perspectivă scara nu se poate specifica.

Margini

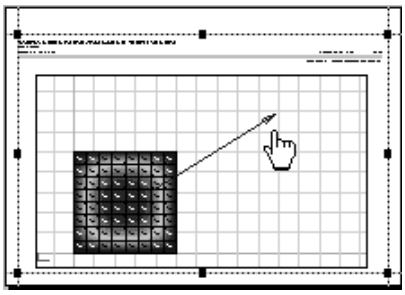
Setarea unităţilor de măsură pentru margini. Cu punctele de prindere se poate modifica lăţimea marginilor.

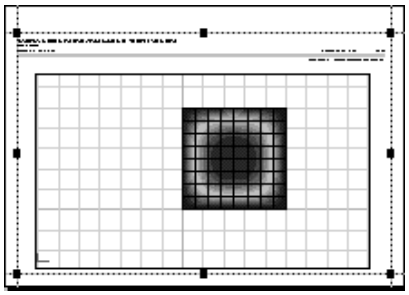
Dimensiune Bitmap (BMP)

Se poate seta rezoluţia pentru bitmap în dpi (puncte ecran/in), puncte ecran (pixel), în mm sau cm.

Vizualizare

Previzualizarea imaginii tipărite. Dacă pentru tipărire este selectată o imprimantă, cursorul tras pe imaginea previzualizată se transformă într-o mână. Cu ajutorul mausului imaginea se poate translata în interiorul chenarului. Această translaţie afectează numai imaginea tipărită.





Antet

Se poate specifica data, numărul de la care se începe numerotarea paginilor şi o observaţie. Dacă se dezactivează numerotarea paginii, paginile nu vor fi numerotate, astfel existând posibilitatea numerotării manuale. Cu un clic pe butonul Opţiuni se deschide fereastra de setări a antetului, unde se poate modifica și logo-ul comaniei.

Orientare

Orientarea paginii.

Setări culori

Ne dă posibilitatea de a imprima color, în nuanţele griului sau alb. Pentru imprimantele *Alb/Negru* dacă este selectată opţiunea:

Color

Culorile sunt convertite în nuanţele griului de driverul de imprimantă.

Grayscale

Convertirea se face prin program. La prima tipărire se recomandă încercarea ambelor variante pentru a vedea prin care opţiune se poate ajunge la o calitate mai bună a imaginii.

Dimensiunea hârtiei

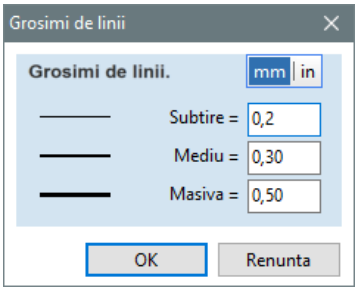
Selectarea mărimii hârtiei.

Fonturi

Reglarea tipului şi a mărimii caracterelor tipărite.

Grosimi de linii

Setarea grosimilor de linii la imprimarea desenului. Programul desenează cu linii groase reazemele, cu grosime medie – liniile de nivel, diagramele secţiunilor (exclusiv ceea a deplasărilor) şi diagramele de la armarea grinzilor. Pentru celelalte linii ale desenului sunt asociate linii subţiri.



Ferestre

Se poate opta pentru tipărirea ferestrei active sau a tuturor ferestrelor pe aceeaşi pagină.

Tipărire într-un fişier

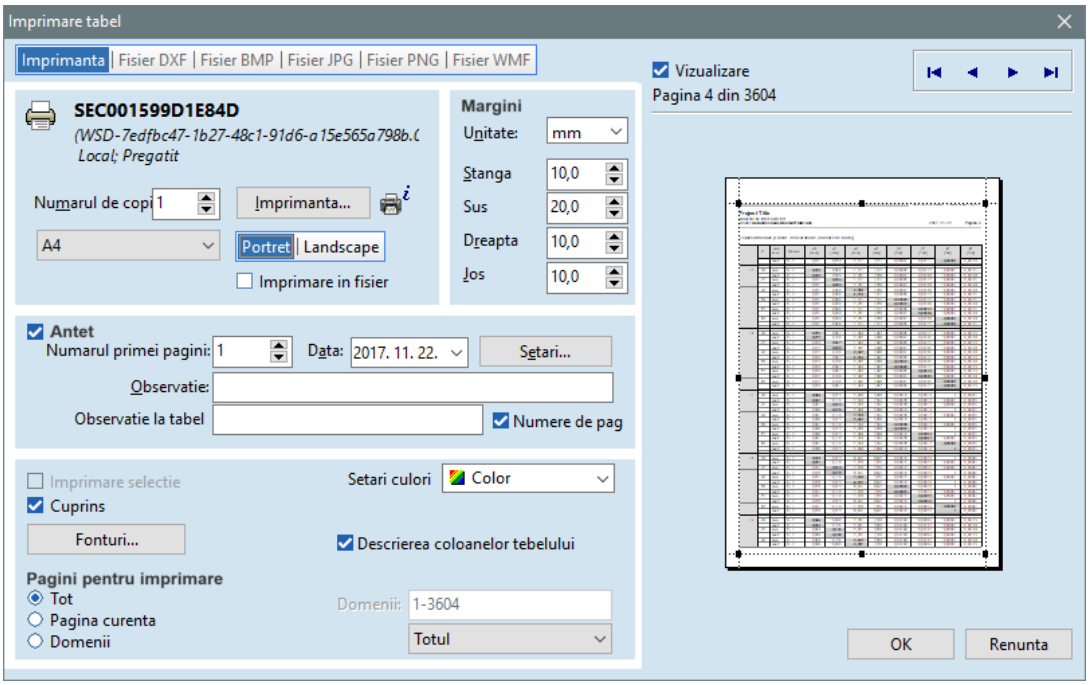
Avem posibilitatea să cerem tipărirea datelor de intrare/ieşire într-un fişier. În acest caz tipărirea se execută într-un fişier nume.prn care va fi salvat în biblioteca setată în fereastra de dialog.

Imprimare în fisier

Un fişier *.prn poate fi extins sau suprascris.

Imprimare tabel

La pornirea tipăririi dintr-un tabel, pot fi alese pentru tipărire paginile pare/impare sau părţile dorite. De exemplu, în rubrica domeniilor trecând expresia 1,3,7-10,20-18 vor fi tipărite paginile 1., 3., 7., 8., 9., 10., 20., 19., 18. ale tabelului.



Imprimare selecţie

Este activă doar la listarea breaviarelor. Dacă este activă această opţiune, se vor lista doar elementele selectate din breviar. Dacă nu este activă, se listează breviarul complet.

Cuprins

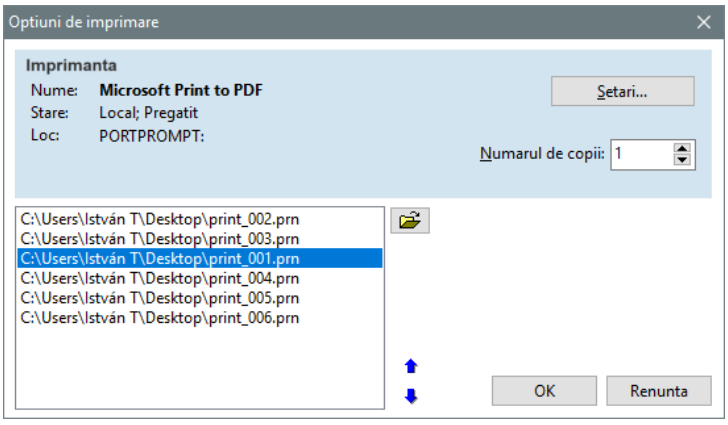
Se poate activa imprimarea cuprinsului la începutul breviarului.

Descrierea coloanelor tabelului

Dacă este activată opţiunea, va apărea un sumar la capătul fiecărui tabel pentru descrierea fiecărui cap de tabel.

3.1.13. Tipărire dintr-un fişier

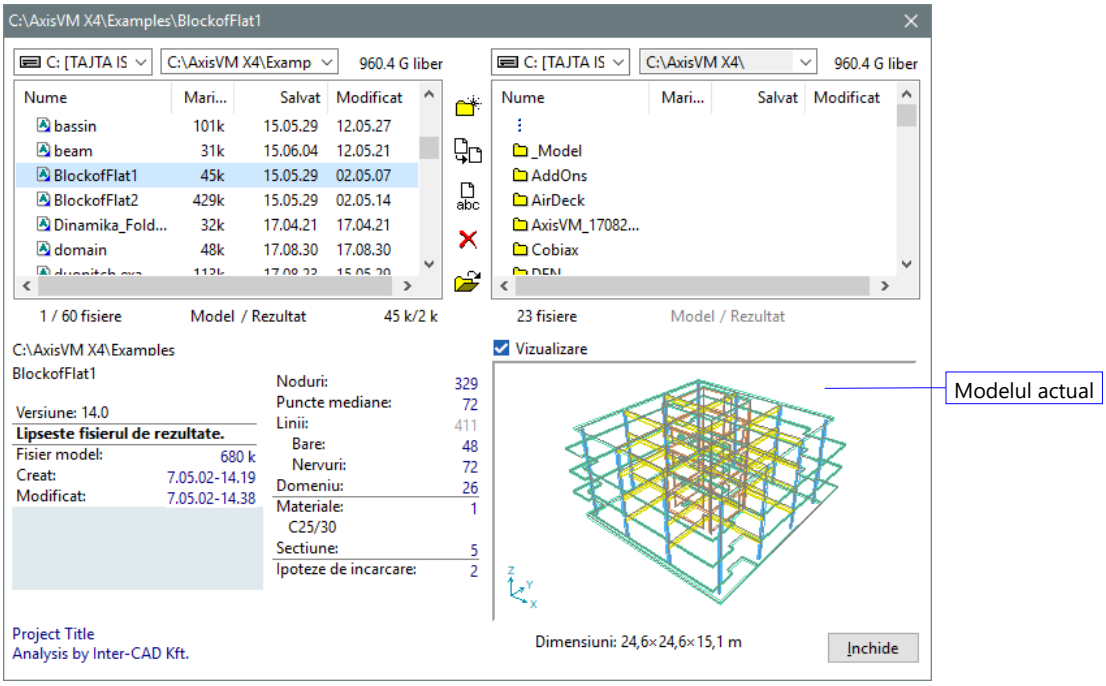
O documentaţie tipărită într-un fişier sau o documentaţie compusă poate fi tipărită pe imprimantă folosind următoarea fereastră de dialog:



Există posibilitatea imprimării mai multor fişiere odată. Ordinea acestora poate fi aleasă cu ajutorul săgeţilor sau poate fi schimbată cu tragerea la locul dorit a fişierului cu ajutorul mausului.

3.1.14. Biblioteca cu modele

Se pot afişa informaţii despre modelele care se află pe disc şi se pot efectua operaţii de copiere, redenumire şi ştergere a fişierelor respective. Pe ecran apar două ferestre în care se pot selecta subdirectoare diferite. Fişierele selectate se pot copia dintr-o fereastră în cealaltă. Cu ajutorul cursorului se poate selecta orice fişier iar cu comanda *Deschide*, acesta se încarcă.



Director nou

Creare subdirector nou cu nume.

Copiere

Copierea modelelor selectate dintr-un subdirector în celălalt.

Redenumire
Redenumirea sau mutarea modelelor selectate într-un alt subdirector.

Şterge
Ştergerea modelelor selectate. Se poate opta pentru ştergerea ambelor fişiere sau numai a fişierelor de rezultate.

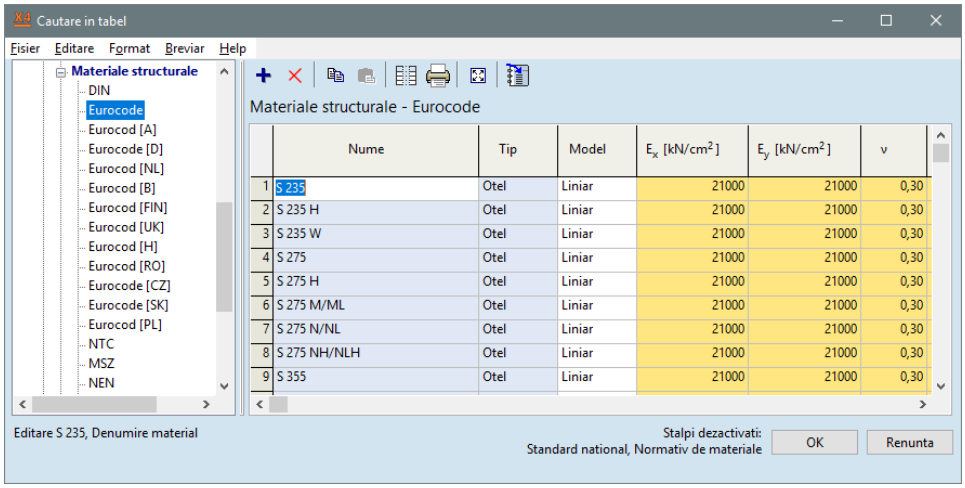
Deschide
Încărcarea modelului selectat.

Fişierele AxisVM au iconiţa . Dacă modelul are şi rezultate, colţul din dreapta jos al iconiţei este colorat albastru.

Vizualizare
Previzualizarea reţelei modelului selectat în vederea în care acesta a fost salvat. Lângă model se afişează datele sintetice ale structurii.

Închide
Părăsirea bazei de date a modelelor.

3.1.15. Biblioteca de materiale



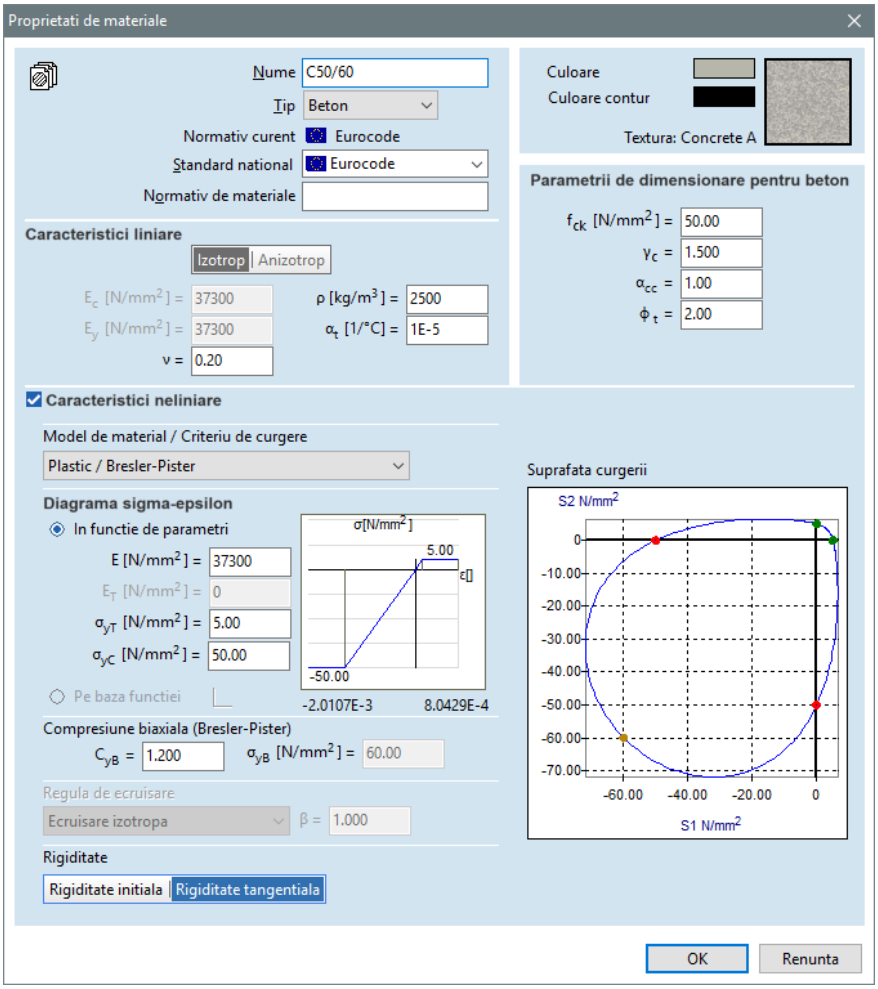
Baza de date a materialelor se poate accesa cu editorul de tabele din meniul *Fişier/Biblioteca de materiale*. Mai multe ferestre de dialog ajută la definirea rapidă a materialelor. **Vezi...** 4.9.9 Elemente liniare, 4.9.22 Generarea schemei statice din model arhitectural.
Descrierea detaliată a tabelelor se găseşte în capitolul 2.9
Baza de date conţine materialele utilizate în practica de proiectare conform STAS, MSz (maghiar), Eurocode, Eurocode (românesc), Eurocode (german), DIN-1045 (german), DIN-1045-1 (german), NEN (olandez), SIA-162 (elveţian) şi italian. Această bază de date poate fi modificată şi completată de către utilizator după necesităţi. Materialele din această bază de date se pot încărca în orice model. În cazul introducerii materialelor cu aceeaşi denumire ele vor apărea în tabel cu *_număr*. Materialele astfel definite se pot folosi la orice model.

Modificările efectuate în baza de date a materialelor nu au efect asupra modelelor în care s-au folosit aceste materiale.

Material nou **[Ctrl+Ins],** *Modificarea caracteristicilor materialelor*

La definirea unui material nou sau prin clic pe o coloană a tabelului care nu se poate edita direct (standardnational sau tip) apare o fereastră de dialog unde se pot defini toate proprietăţiile de calcul şi de dimensionare.
Câmpurile care conţin caracteristici se pot edita direct în tabel.
Dacă la material încă nu s-a ataşat textură, prin clic pe imaginea texturii se poate accesa baza de date a texturilor. **Vezi detaliat...** 2.16.4 Modul de reprezentare

La definirea unui material nou apare următoarea fereastră de dialog.



Caracteristici ale materialelor

Baza de date conţine următoarele caracteristici ale materialelor:

Denumirea materialului,
Tipul materialului: [Oţel, beton, lemn, aluminiu, zidărie etc.],
Standardul actual
Standardul national si de material,
Culoarea materialului si a conturului,
Textura materialului pe imaginea randată

Apasand butonul se pot modifica parametri de calcul şi de dimensionare.

Parametri de calcul liniari

Model de material poate sa fie: izotrop/anizotrop**.**

$\mathbf{E_x}$	[kN/cm2]	Modulul de elasticitate pe direcţia *x*
$\mathbf{E_y}$	[kN/cm2]	Modulul de elasticitate pe direcţia *y*
ν	-	Coeficientul Poisson
$\boldsymbol{\alpha_T}$	[1/°C]	Coeficientul de dilatare termică
$\boldsymbol{\rho}$	[kg/m3]	Densitate

Calculul caracteristicilor de material

$$E_z = \max\{E_x, E_y\}$$

$$\nu_{ij} = \begin{cases} \nu, & \text{daca } E_i \geq E_j \\ \nu \dfrac{E_i}{E_j}, & \text{daca } E_i < E_j \end{cases}$$

$$G_{ij} = \frac{E_i \cdot E_j}{E_i + E_j + 2\nu_{ij} E_j}$$

unde ij = {xy,xz,yz}

În cazul lemnului:

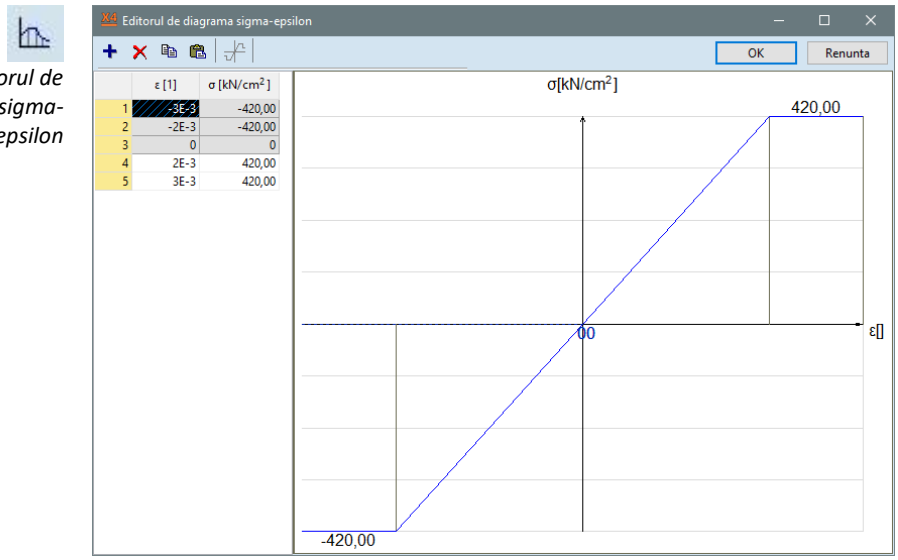
ρ densitatea corespunzătoare unei umidităţi de 12%, E modulul de elasticitate obţinut pe cale experimentală (Prin încercări la încovoiere). Deformaţiile de scurtă durată nu sunt luate în considerare. Materialul utilizat în program se aplică numai în cazul deformărilor mici.

Parametri de calcul neliniari

Modelul materialului/criteriu de curgere	***Tipul materialului***		
	Oţel	***Beton, cărămidă***	***Altele***
NL elastic/bazat pe energie din tensiune	✓	—	✓
Plastic/von Mises	✓	—	✓
Plastic/Bresler-Pister	—	✓	✓

E [kN/cm²]	Modulul de elasticitate pentru analiza neliniara (tangenta diagramei **σ-ε pe primul segment**)
E_T [kN/cm²]	Modulul de elasticitate pentru analiza neliniara (tangenta diagramei **σ-ε pe segmentul final**)
σ_{yT} [kN/cm²]	Limita de curgere la întindere
σ_{yC} [kN/cm²]	Limita de curgere la compresiune

Pe baza funcţiei



Editorul de diagramă sigma-epsilon

Majoritatea funcţiilor sun aceleaşi ca şi în cazul editorului de funcţii time history.

Vezi... 4.10.28 Incărcări dinamice (pentru analiza de tip time-history) – modul DYN (pentru analiza de tip time-history).

Dacă este activă această opţiune, prin definirea părţii pozitive a funcţiei se va genera automat şi partea negativă.

Funcţie simetrică

Compresiune biaxială

C_{yB} []	Factorul de compresiune biaxială
σ_{yB} [kN/cm²]	Limita de curgere de compresiune biaxilă $\sigma_{yB} = C_{yB} \cdot \sigma_{yC}$

Restricții pe parametri

Modelul materialului/criteriu de curgere	E_T	σ_{yC}	C_{yB}	*diagrama σ-ε*
NL elastic/bazat pe energie din tensiune	$E_T \geq 0$	$\sigma_{yC} \geq 0$	N.A.	arbitrar
Plastic/von Mises	$E_T \geq 0$	$\sigma_{yC} = \sigma_{yT}$	N.A.	simetrică
Plastic/Bresler-Pister	$E_T = 0$	$\sigma_{yC} \geq \sigma_{yT}$	$1 \leq C_{yB} \leq 1.2$	I.D.

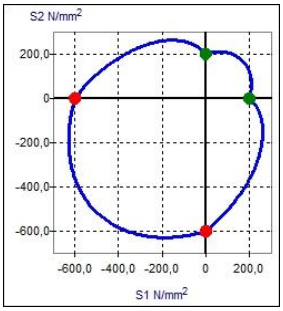
I.D. – indisponibil

Afișarea planului de curgere

Diagrama reprezintă intersecția suprafeței de curgere cu planul tensiunilor principale S1-S2. Această curbă de limită aparține stării de tensiune plană.

NL elastic/bazat pe energie din tensiune

Acest model de material are un comportament elastic neliniar. Aceasta înseamnă că punctul care reprezintă starea materialului se deplasează de-a lungul curbei σ-ε și când crește și când scade sarcina. Nu există nicio deformare ireversibilă.

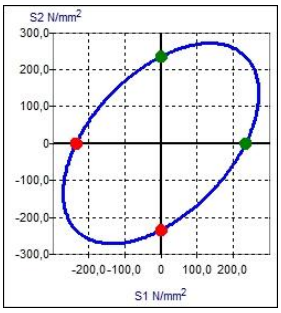


$\sigma_{yT} = 200$ MPa , $\sigma_{yC} = 600$ MPa

Plastic/von Mises

Acest model de material este recomandat pentru materiale de oțel. Pentru această suprafață de curgere este disponibil numai comportament simetric de solicitare-tensiune. [35]

https://en.wikipedia.org/wiki/Von_Mises_yield_criterion

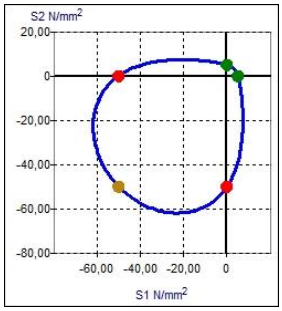


$\sigma_{yT} = 200$ MPa , $\sigma_{yC} = 200$ MPa

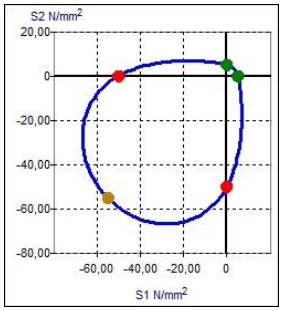
Plastic/Bresler-Pister

Model de material recomandat pentru materiale de beton și cărămidă. Modelează simultan întinderea mică, compresiunea mare și compresiunea biaxială deosebită de mare. [36]

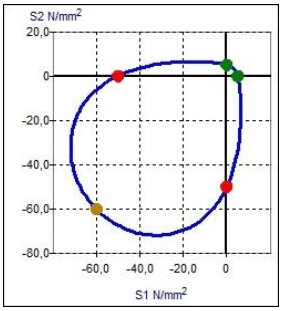
https://en.wikipedia.org/wiki/Bresler_Pister_yield_criterion



$\sigma_{yT} = 5$ MPa , $\sigma_{yC} = 50$ MPa
$C_{yB} = 1.0$
$\sigma_{yB} = C_{yB} \cdot \sigma_{yC} = 50$ MPa



$\sigma_{yT} = 5$ MPa , $\sigma_{yC} = 50$ MPa
$C_{yB} = 1.1$
$\sigma_{yB} = C_{yB} \cdot \sigma_{yC} = 55$ MPa

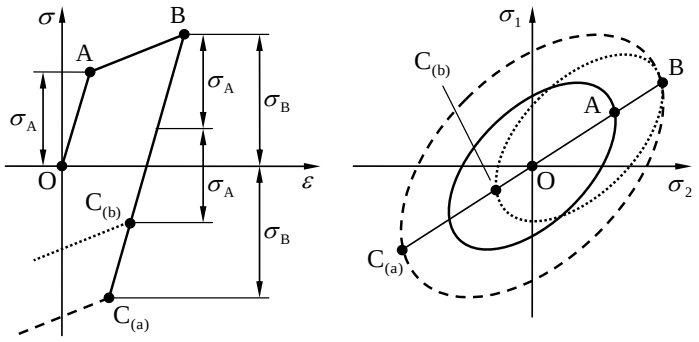


$\sigma_{yT} = 5$ MPa , $\sigma_{yC} = 50$ MPa
$C_{yB} = 1.2$
$\sigma_{yB} = C_{yB} \cdot \sigma_{yC} = 60$ MPa

Rigiditatea inițială Matricea de rigiditatea materială liniară inițială este utilizată pentru evaluarea matricei de rigiditate globală.
Calculul durează mult timp, deoarece sunt necesare mai multe iterații, însă convergența este mai sigură.

Rigiditatea tangentă Matricea de rigiditatea materială neliniară tangentă este utilizată pentru evaluarea matricei de rigiditate globală. Calculul durează un timp mai scurt, deoarece sunt necesare mai puține iterații, însă pot apărea probleme de convergență dacă sunt încărcări mari.

Consolidare Tipul consolidarii plastice in functie de caracteristicile suprafetei de curgere poate sa fie:
(a) Izotrop: $\beta = 1$
(b) Cinematic: $\beta = 0$



În cazul consolidării cinematice, mărimea suprafeței de curgere nu se modifică, iar centrul se va muta din originea tensiunilor în punctul O'. Tensiunea efectivă calculată pe baza suprafeței de curgere se modifică și apar tensiuni relative legate de centrul suprafeței de curgere. Astfel relația se scrie sub forma: $\sigma_{r,i} = \sigma_i - \sigma_{0',i}$

Vezi... 6.1.21 Tensiunea barelor, nervurilor și zăbrelelor și 6.1.22 Eforturi unitare în elemente de suprafaţă

În cazul consolidării izotrope $\sigma_{0',i} = 0$ și $\sigma_{r,i} = \sigma_i$.

Parametri de dimensionare Parametri se dau în functie de standard şi material:

oţel

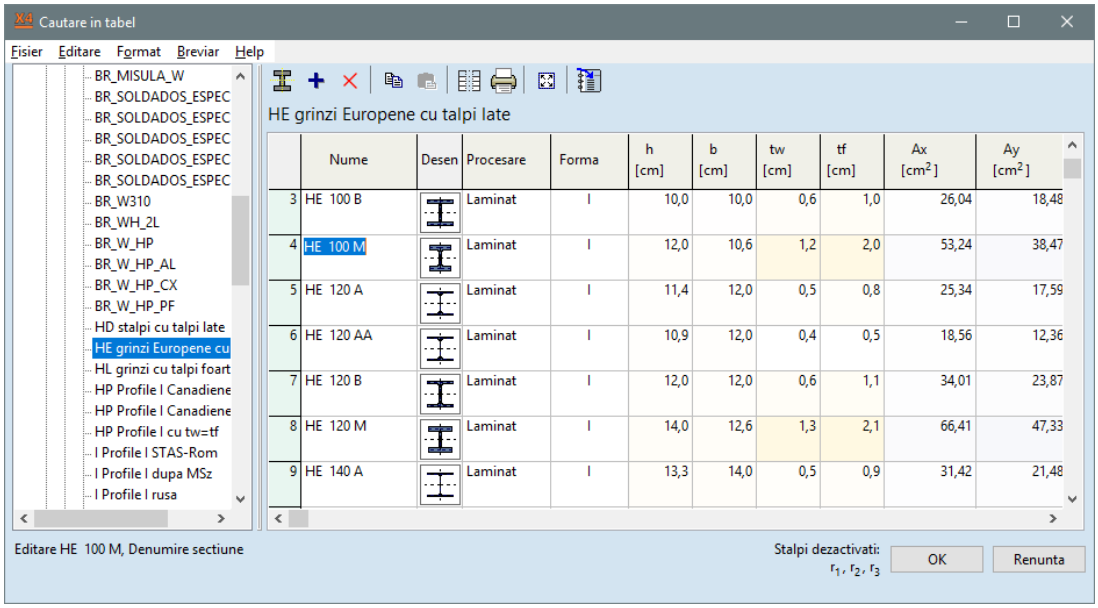
EC, DIN 1045-1, SIA 26x, Olasz	**oţel**	f_y	Limită de curgere
		f_u	Rezistenţă la rupere
		f_y^*	Limită de curgere (40mm <t< 100mm)
		f_u^*	Rezistenţă la rupere (40mm <t< 100mm)
NEN	oţel	f_{yd}	Limită de curgere
		f_{yt}	Rezistenţă la rupere
		f_{yd}^*	Limită de curgere (40mm <t< 100mm)
		f_{yt}^*	Rezistenţă la rupere (40mm <t< 100mm)
STAS	**oţel**	Rc	Rezistenţa la curgere
		R	Rezistenţă la rupere
MSz	oţel	σ_H	Rezistenţa admisibilă
		σ_{pH}	Rezistenţă la presiune pe gaură
		R_y	Rezistenţă la rupere

beton	**EC**, Olasz	**beton**	f_{ck}	Valoarea caracteristică a rezistenţei la compresiune
			γ_c	Factor parţial
			α_{cc}	Factor de reducere a rezistenţei la compresiune
			Φ_t	Caracteristica deformaţiei în timp a betonului
	DIN 1045-1	beton	f_{ck}	Valoarea caracteristică a rezistenţei la compresiune
			$f_{ck,cube}$	Valoarea caracteristică a rezistenţei la compresiune determinată pe cuburi
			γ_c	Factor parţial
			α	Factor de reducere a rezistenţei la compresiune
			Φ_t	Caracteristica deformaţiei în timp a betonului
	SIA 26x	beton	f_{ck}	Valoarea caracteristică a rezistenţei la compresiune
			γ_c	Factor parţial
			Φ_t	Caracteristica deformaţiei în timp a betonului
	NEN	beton	f'_{ck}	Valoarea caracteristică a rezistenţei la compresiune
			Φ	Caracteristica deformaţiei în timp a betonului
	STAS	**beton**	R_{bc}	Rezistenţă la compresiune
			R_{bi}	Rezistenţă la întindere
			Φ	Caracteristica deformaţiei în timp a betonului
			ε_{b1}	Deformaţia specifică a betonului
			ε_u	Deformaţia specifică ultimă a betonului
	MSz	beton	σ_{bH}	Rezistenţă admisibilă la compresiune
			σ_{hH}	Rezistenţă admisibilă la întindere
lemn	**EC**	**Lemn**	$f_{m,k}$	Rezistenţa la încovoiere
			$f_{t,0,k}$	Valoarea caracteristică a rezistenţei la întindere paralelă cu fibrele
			$f_{t,90,k}$	Valoarea caracteristică a rezistenţei la întindere perpendicular pe fibre
			$f_{c,0,k}$	Valoarea caracteristică a rezistenţei la compresiune paralelă cu fibrele
			$f_{c,90,k,y}$	Valoarea caracteristică rezistenţei la compresiune perpendicular pe fibre pe direcţia axei y (lemn cu secţiune plină şi Glulam).
			$f_{c,90,k,z}$	Valoarea caracteristică rezistenţei la compresiune perpendicular pe fibre pe direcţia axei z (lemn cu secţiune plină şi Glulam).
			$f_{v,k,y}$	Valoarea caracteristică rezistenţei la forfecare pe direcţia axei y (Pentru Glulam $f_{v,k,y} = f_{v,k,z} = f_{v,k}$)
			$f_{v,k,z}$	Valoarea caracteristică rezistenţei la forfecare pe direcţia axei z (Pentru Glulam $f_{v,k,y} = f_{v,k,z} = f_{v,k}$)
			$E_{0,mean}$	Valoarea medie a modulului de elasticitate paralelă cu fibre
			$E_{90,mean}$	Valoarea medie a modulului de elasticitate perpendicular pe fibre

lemn			$E_{0.05}$	Valoarea medie a modulului de elasticitate paralelă cu fibre pentru pragul de 5%
			G_{mean}	Valoarea medie a modulului de elasticitate transversal
			ρ_k	Valoarea caracteristică a densităţii
			ρ_{mean}	Valoarea medie a densităţii
			γ_M	Coeficientul de siguranţă a materialului
			s	Coeficientul de forma a secţiunii (pentru materialul LVL).
			$f_{m,k}$	Rezistenţa la încovoiere
			ρ_k	Valoarea caracteristică a densităţii
			ρ_{mean}	Valoarea medie a densităţii
			γ_M	Coeficient de siguraţă a materialului
			s	Coeficient care ţine cont de efectul dimensiunii (pentru materiale LVL)
zidărie	**EC**	***zidărie***	f_b	Rezistenţa la compresiune a blocurilor de zidărie
			f_k	Rezistenţa caracteristică la compresiune a zidăriei
			f_{vk0}	Valoarea iniţială a rezistenţei caracteristice la forfecare
			f_{xk1}	Rezistenţa caracteristică la încovoiere a zidăriei încovoiate într-o direcţie paralelă cu rosturile orizontale a zidăriei
			f_{xk2}	Rezistenţa caracteristică la încovoiere a zidăriei încovoiate într-o direcţie perpendiculară cu rosturile orizontale a zidăriei

3.1.16. Biblioteca de secţiuni

Sistemul de programe conţine o bază de date cu profile metalice şi una cu secţiuni dreptunghiulare de beton, care se poate accesa cu editorul de tabele. Baza de date conţine pofilele metalice STAS (România), Eurocode şi alte profile. Tabelele **vezi detaliat** în capitolul... 2.9 Tabele



Tabelul nou se poate crea cu comanda *Fişier/Nou*. Se defineşte denumirea fişierului în care este stocat tabelul, respectiv denumirea tabelului. Trebuie să introduceţi numele tabelului de profil, numele fişierului şi tipul profilului, sub care vreţi să introduceţi tabelul nou în Căutare în tabel. Regiunea

geografică și producătorul pot fi, de asemenea, introduse. Aceste caracterictici pot fi utilizate pentru filtrarea secțiunilor transversale atunci când sunt importate din bibliotecă. **Vezi...** 4.9.2.1 Import din biblioteca. Fişierul este salvat în directorul programului AxisVM sub denumirea *numefişier.sec*.
Ulterior se poate modifica denumirea tabelului, tipul secţiunilor din tabel sau se poate şterge tabelul din baza de date.

☞ ***Funcţia Anulează (Undo) nu funcţionează pentru modificările efectuate în tabel.***

Denumire profil

La fiecare secţiune nou definită se dă un nume şi se introduc următoarele caracteristici secţionale:

Nume	
Procedura de fabricare	Laminat, Tras la rece, Sudat, Alte
Forma	I, U, L, Ţeavă, Cerc, Dreptunghiular, C, Z, S, J, T, Închis, Unic

Caracteristici secţionale

În cazul în care secţiunile se definesc în tabel, în mod obligatoriu se completează toate câmpurile:

A*x*	[cm^2]	Aria secţiunii
A_1 $^{(*)}$	[cm^2]	Aria de forfecare pe direcţia ***1***
A_2 $^{(*)}$	[cm^2]	Aria de forfecare pe direcţia ***2***
$r_{1..3}$	[cm]	Raze de racordare
I*x*	[cm^4]	Momentul de inerţie după axa locală ***x*** (torsiune)
I*y*	[cm^4]	Momentul de inerţie după axa locală ***y*** (încovoiere)
I*z*	[cm^4]	Momentul de inerţie după axa locală ***z*** (încovoiere)
I_{yz}	[cm^4]	Momentul de inerţie centrifugal
I_1 $^{(*)}$	[cm^4]	Momentul de inerţie pricipal după axa ***1***
I_2 $^{(*)}$	[cm^4]	Momentul de inerţie pricipal după axa ***2***
I_ω	[cm^4]	Momentul de inerţie torsional pentru profile I necesare la proiectarea structurilor metalice
$W_{1,el,sup}$*	[cm^3]	Modulul de rezistenţă elastic secţional
$W_{1,el,inf}$*	[cm^3]	Modulul de rezistenţă elastic secţional
$W_{2,el,sup}$*	[cm^3]	Modulul de rezistenţă elastic secţional
$W_{2,el,inf}$*	[cm^3]	Modulul de rezistenţă elastic secţional
$W_{1,pl}$*	[cm^3]	Modulul de rezistenţă plastic secţional
$W_{2,pl}$*	[cm^3]	Modulul de rezistenţă plastic secţional
i_1	[cm]	Raza de giraţie pe direcţia 1
i_2	[cm]	Raza de giraţie pe direcţia 2
b	[cm]	Poziţia centrului de greutate după axa locală ***y***, măsurată faţă de colţul inferior stâng al dreptunghiului circumscris secţiunii transversale
h	[cm]	Poziţia centrului de greutate după axa locală ***z***, măsurată faţă de colţul inferior stâng al dreptunghiului circumscris secţiunii transversale
y_S, z_S	[cm]	Coordonatele relative a centrului de forfecare faţă de centrul de greutate a secţiunii
P.t.		Puncte de calcul al tensiunilor
(*)		Dacă direcţiile principale coincid cu axele locale y şi z, caracteristicile secţionale se vor nota cu indicii 1 şi 2

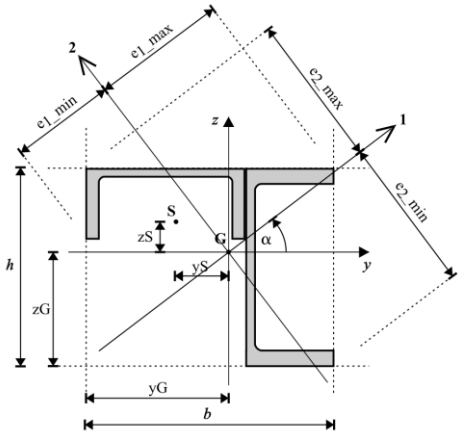
Definire, modificare şi ştergere secţiune

În tabel se pot introduce, modifica şi şterge grafic şi numeric secţiuni după preferinţă. Tabele se pot completa din fişiere Dbase sau prin memoria rapidă.

În editorul de tabele, datele profilelor se pot copia dintr-un tabel în altul inclusiv cu datele grafice. În alte aplicaţii prin memoria temporară se pot copia numai datele numerice.
Profil nou se poate adăuga la orice tabel. Se cere opţiunea **Date noi** sau **[Ctrl+Ins]** sau prin clicarea pe butonul **+** şi se completează rândul.
Profil nou se poate defini şi cu editorul grafic de secţiuni (*Editare/Editor de secţiuni*, **[Ctrl+G]**). Este posibilă şi **modificarea grafică** a profilelor dacă acestea au date grafice profile (*Editare/Modificarea grafică a secţiunii*, **[Ctrl+M]**).
În tabel dacă se schimbă un paramteru, programul recalculează toţi parametri şi modifică desenul profilului.
Ştergere profil se poate face din buton sau cu o combinaţie de taste **[Ctrl+Del].**

Editorul grafic de secţiuni **vezi detaliat** în capitolul 3.1.16.1 Editorul grafic de secţiuni

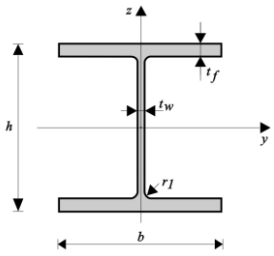
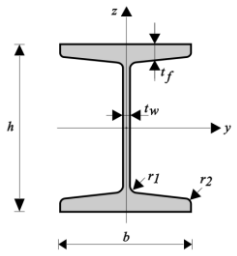
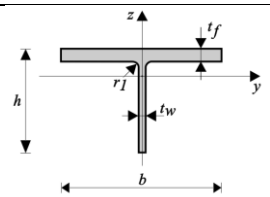
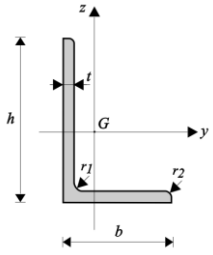
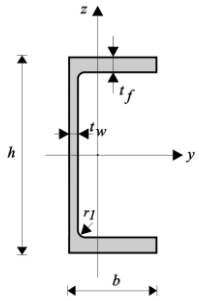
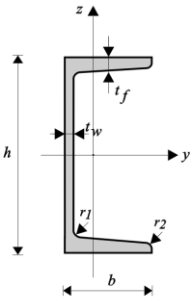
Profile

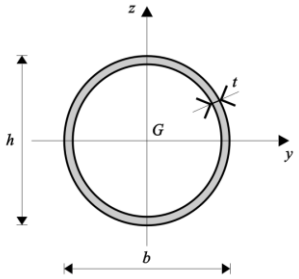
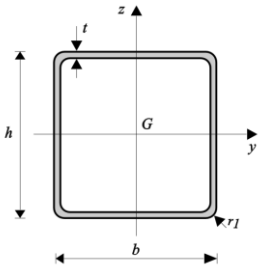
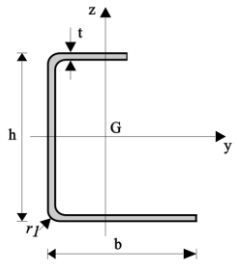
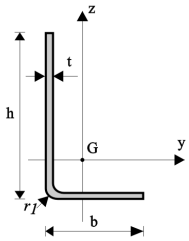
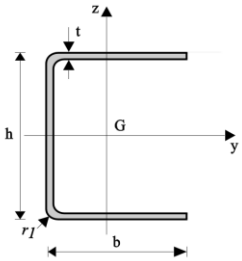
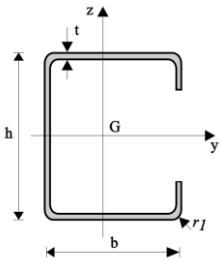
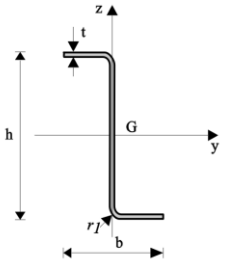
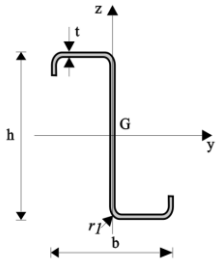
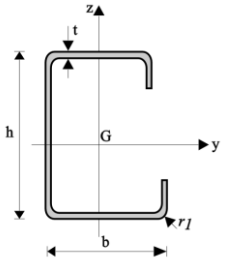
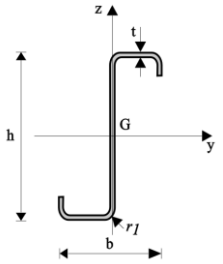


Aria secţiunilor şi reprezentarea profilelor se face ţinând cont şi de razele de racordare (r_1, r_2, r_3).
Raza de racordare, înălţimea, lăţimea, grosimile şi diametrele sunt considerate conform figurilor de mai jos.

Profile metalice

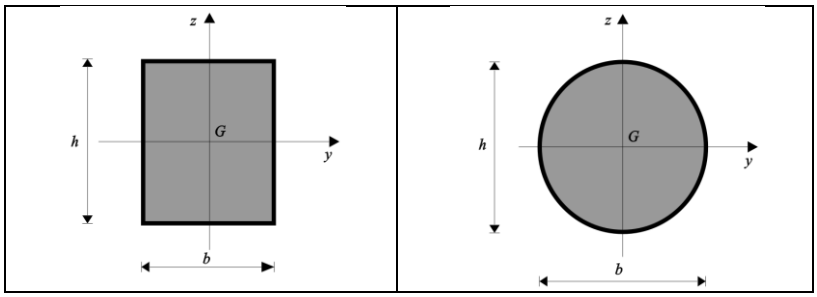
În catalogul de profile se regăsesc multiple tipuri de profile, din aceste tipuri câteva sunt afișate în tabel:

	
Profil I laminat la cald cu tălpi paralele.	*Profil I laminat la cald cu tălpi înclinate.*
	
Profil T laminat la cald	*Profil cornier laminat la cald*
	
Profil U laminat la cald cu tălpi paralele.	*Profil U laminat la cald cu tălpi înclinate.*

	
Ţeavă formată la rece	*Profil format la rece sau laminat la cald (RHS).*
	
Profile metalice de forma J formate la rece tip Dunaújváros.	*Profile metalice de forma L formate la rece tip Dunaújváros*
	
Profile metalice formate la rece tip Dunaújváros.	*Profile metalice de forma C formate la rece tip Dunaújváros.*
	
Profile metalice de forma Z formate la rece tip Dunaújváros	*Profile metalice de forma S formate la rece tip Dunaújváros.*
	
Profile metalice de forma C formate la rece tip LINDAB	*Profile metalice de forma Z formate la rece tip LINDAB.*

Secţiuni transversale de beton

În baza de date sunt introduse secţiunile dreptunghiulare şi circulare cele mai des utilizate, de la 20x20 cm până la 80x80 cm, cu trepte de 2 şi 5cm.



3.1.16.1. Editorul grafic de secţiuni

Editorul în secțiuni transversale vă permite să editați secțiuni transversale cu pereți subțiri/groși (solizi) sau să creați anumite secțiuni compozite parametrice din două sau trei materiale diferite.

Puteți utiliza forme parametrice circulare, dreptunghiulare, inelare și poligonale sau orice formă listată în bibliotecile cu secțiuni transversale pentru a construi secțiuni transversale complexe. Formele utilizate pentru a construi o nouă secțiune cu pereți subțiri sau cu pereți subțiri sunt denumite componente și trebuie să fie din același material.

Puteți translata, roti, oglindi, copia sau muta componentele selectate oricând în timpul editării. Când o componentă este plasată grafic la locația sa, sunt calculate axele principale și proprietățile secțiunii transversale a secțiunii compuse.
Puteți utiliza comenzi de la tastatură la fel ca în ferestrele principale de editare.

Butonul OK iese și închide fereastra editorului în secțiune transversală și salvează secțiunea transversală curentă în tabelul secțiunii modelului dvs. cu un nume specificat.

Funcţia se poate accesa din bara de iconițe a tabelului cu secţiuni sau din fereastra *Elemente/Elemente de linie* (definire zăbrea, nervură sau bară).
Vezi... 4.9.9 Elemente liniare
La generarea schemei statice din modelul arhitectural, aceasta uşurează definirea elementelor (definire secţiune stâlp sau grinda).
Vezi... 4.9.22 Generarea schemei statice din model arhitectural

Taste de editare

Utilizarea lor se face în mod asemănător cu descrierea din **capitolul** 2.5 Folosirea tastaturii, a mausului şi a cursorului.

Bara cu icoane

Comenzile mai importante se pot accesa din bara de icoane.

Se poate imprima profilul editat. **Vezi...** 3.1.12 Imprimare

Profilul editat se poate salva în biblioteca de imagini.
Vezi... 3.2.12 Salvarea imaginilor şi a tabelelor de dimensionare

Readuce profilul la starea existentă dinaintea ultimei funcţii executate (Undo).

Readuce profilul la starea existentă dinaintea funcţiei *Inapoi*.

Figura din editorul grafic de secţiuni este copiată în memoria temporară.

Din biblioteca de profile

Încărcare profil din biblioteca de profile. Se pot alege profile cu pereţi subţiri sau cu pereţi grosi în funcţie de tipul profilului editat.

Din fişier DXF

În cazul profilelor cu pereţi groşi conturul se poate încărca din fişier DXF.

Puncte de tensiune

La secţiuni create se pot defini puncte de tensiune, adică puncte în care se determină tensiunile. În centrul de greutate se ia automat un astfel de punct. Numărul maxim a acestor puncte este 9. Cu ajutorul comenzii de mişcare, punctele de tensiune se pot mişca împreună cu secţiunea.
În cazul profilelor cu pereţi subţiri eforturile din forţa tăietoare sunt considerate de-a lungul axei, valorile acestor eforturi vor fi calculate în punctul proiectat. Dacă punctul de tensiune se regăseşte la intersecţia mai multor segmente (în colţ), acesta se va proiecta pe ambele segmente iar valoarea cea mai defavorabilă va fi calculată. Programul reprezintă şi punctele proiectate.

☞ ***Calculul tensiunilor se face numai în punctele de tensiune definite. În ipoteza în care nu este definit nici un punct de tensiune eforturile unitare se vor determina numai în centrul de greutate al secţiunii, punct în care din încovoiere nu rezultă tensiuni normale.***

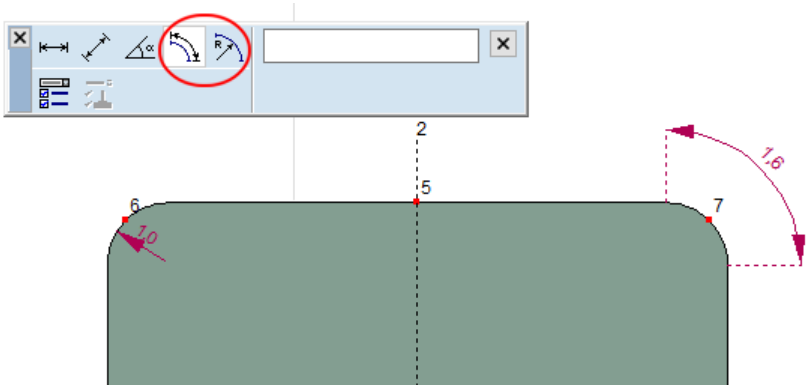
Bara de instrumente

Cele mai utlizate funcţii de editare se pot accesa din bara de instrumente. Rearanjarea icoanelor se poate face conform celor descrise în capitolul 2.16 Bara de instrumente. Diferenţa este că bara de instrumente nu se poate fixa pe bara de meniuri superioare şi inferioare.

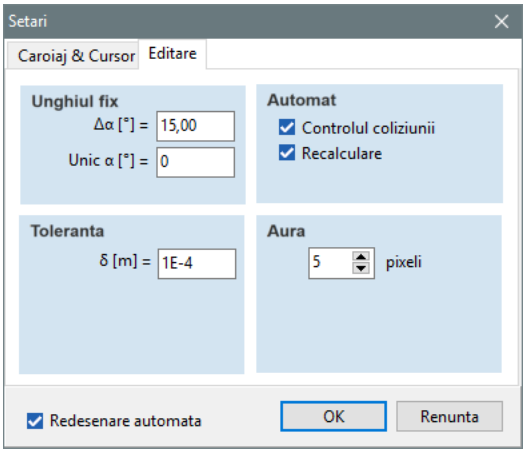
Transformări geometrice

Pot fi utilizate toate tipurile de transformări geometrice (mutare, rotire, oglindire, scalare). Toate operaţiile sunt efectuate în planul y-z.

Cotare



Selectaţi tipul de cotare pentru secţiune (ortogonal, aliniat, unghi, rază şi arc) din bara superioară de instrumente. Partea inferioară a barei de instrumente conţine comenzi pentru setări mai fine pentru linii de cotare şi opţiunea de cotare semiautomată.



Fereastra *Opţiuni* permite editarea unghiurilor impuse şi a toleranţei de editare.

Verificarea automată a ciocnirilor schimbă conturul elementului în roşu dacă se suprapune cu un alt element.

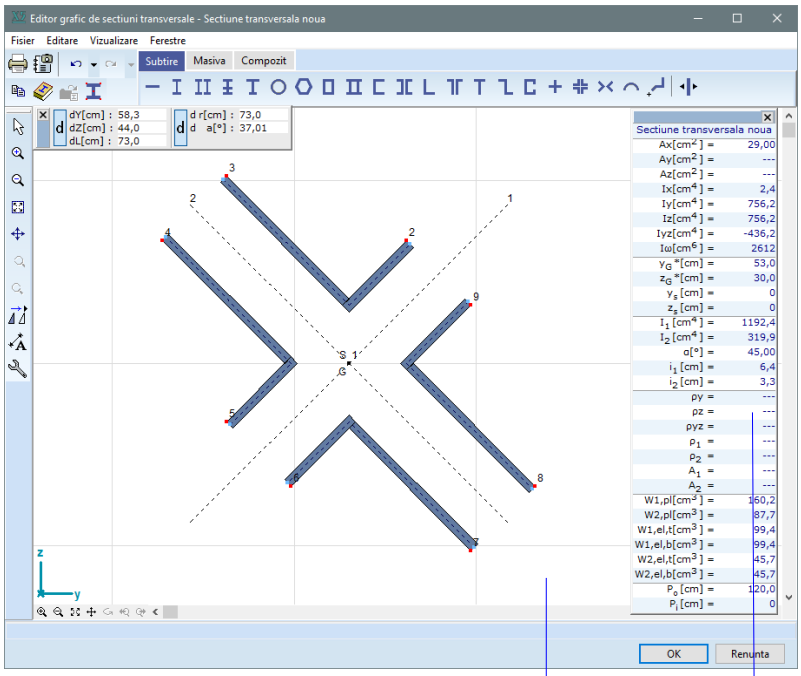
Recalcularea automată recalculează automat parametrii secţiunii la fiecare modificare.

Definirea profilelor

Editorul poate fi folosit pentru a crea secţiuni transversale personalizate cu pereţi subţiri sau cu grosime (solid) sau compozite. Componentele unei secţiuni transversale complexe dar non-compozite vor avea acelaşi material. Secţiunile compuse sunt parametrice şi sunt create din două sau trei materiale.
Cu editorul de secţiuni se pot crea secţiuni cu pereţi subţiri sau groşi. O secţiune compusă poate fi

alcătuită numai din componente de acelaşi tip. Profilele componente pot fi contururi formate din cerc, dreptunghi, inel, poligon sau profile din baza de date a secţiunilor. După descrierea secţiunii compuse, programul determină caracteristicile secţionale ale acesteia, precum şi direcţiile principale. Profilele componente se pot mişca, copia, roti şi oglindi. După părăsirea editorului, secţiunea astfel creată se poate salva în baza de date a secţiunilor, cu o denumire dată.

Secţiuni cu pereţi subţiri



Conturul nou se poate aşeza cu ajutorul punctului de bază. Punctul de bază este marcat cu un cerc roşu. Punctul de bază al conturului se poate modifica prin clic pe acesta.

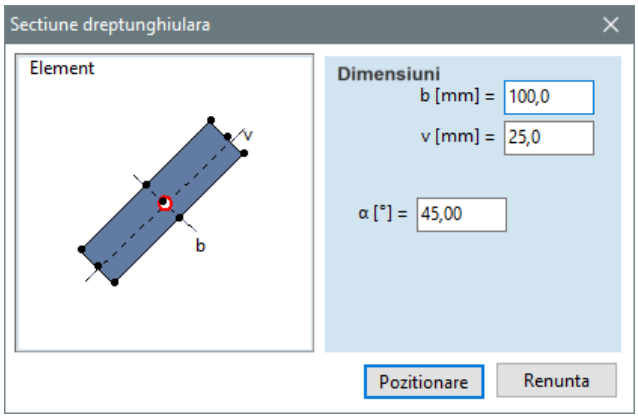
Definirea profilelor standardizate se poate face şi parametric.
În fereastra de dialog se dau următoarele:

Procedura de fabricaţie Se poate alege din trei opţiuni (laminat, format la rece şi sudat).

Dimensiuni În funcţie de tipul secţiunii (înălţime, lăţime, grosimi de pereţi, raze de racordare, diametru).

Rotire Prin definirea unghiului α se dă rotirea. Implicit are valoarea 0.

Dreptunghi

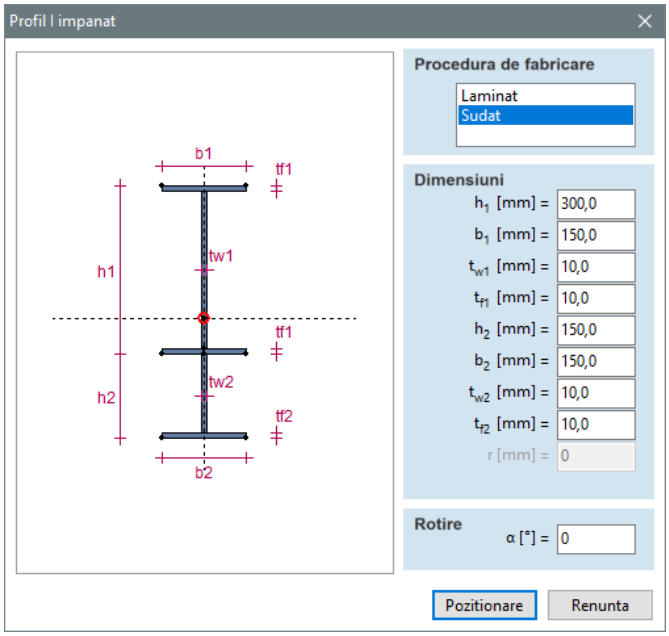


Definirea unui dreptunghi cu parametrii *b, v,* α.

Profil I

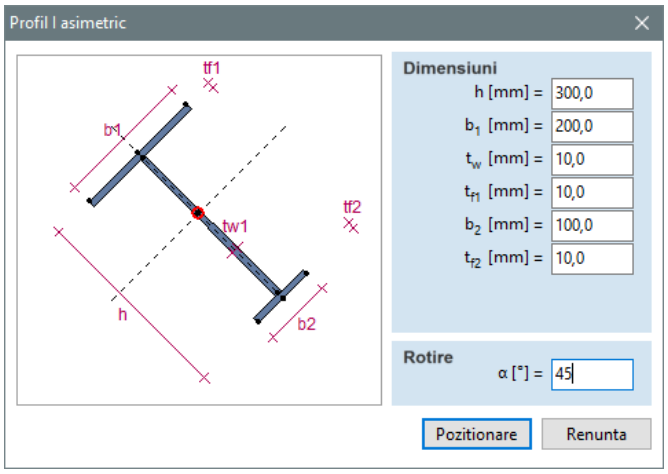
,

Profil I impănat



Definirea profilului I impănat cu înălţimi, lăţimi, grosimi de pereţi şi raze de racordare.

Profil I asimetric



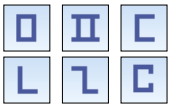
Definire profil I asimetric cu înăltime, lăţime tălpi, grosimea inimii, grosimea tălpii şi a razei de racordare.

☞ ***La definirea condiţiei b > v trebuie respectată.***

Inel

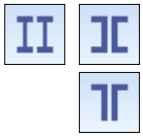
Definirea secţiunii inelare cu diametrul exterior *D* şi grosimea peretelui *v*. În acest caz linia mediană a inelului este considerată ca un contur închis şi este vizualizată cu o linie întreruptă.

Alte profile



Toate profilele se pot defini cu înălţime, lăţime, grosimi de pereţi şi raze de racordare (în cazul profilelor laminate şi formate la rece).

Profile dublate



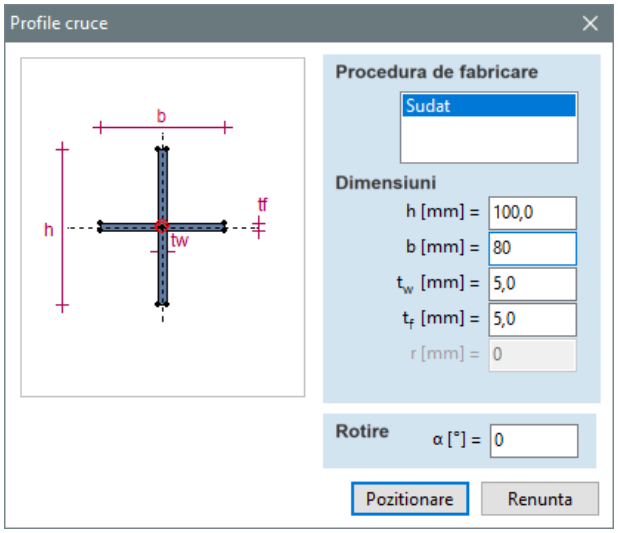
Profilul de bază se poate defini parametric (lăţime, înălţime, grosime talpă, grosime inimă) sau se poate alege din baza de date.

La definire se pot da datele particulare:

Distanţa dintre profile: parametrul *a*

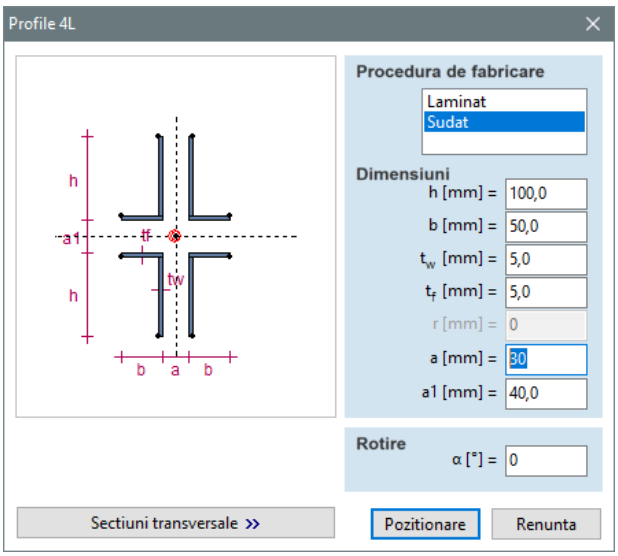
Poziţionare: cu faţa sau spatele (pentru profilul 2U)

Secțiuni în formă de cruce



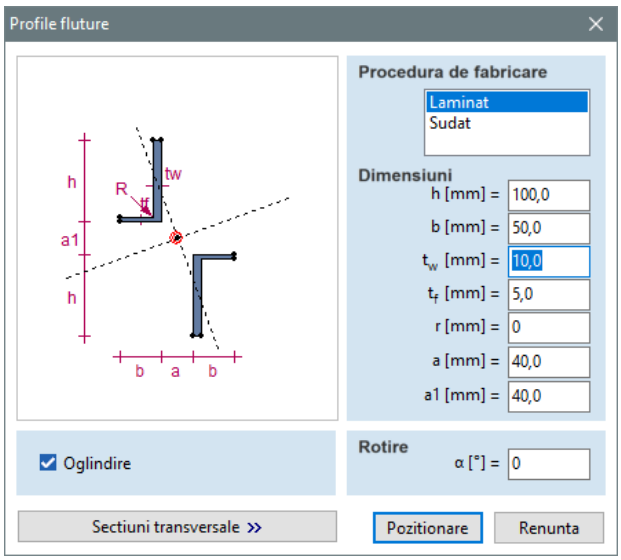
Definirea secțiunei în formă de cruce cu înălțime, lățime, lățimea tălpii, lățimea inimii.

Profil 4L



Definirea profilului 4L cu înălțime, lățime, lățimea tălpii, lățimea inimii, distanțele a, a1, și raza r.

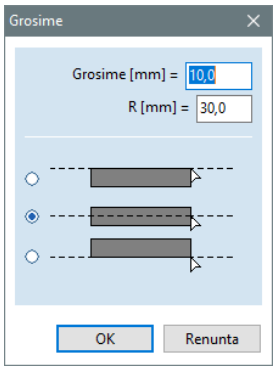
Profil fluturaş



Definirea profilului fluturaş cu înălţime, lăţime, lăţimea tălpii, lăţimea inimii, distanţele a, a1, şi raza r.

Poligon

Definirea unui poligon de grosime v. Editarea poligonului se poate termina cu **[Esc]** sau prin clic cu butonul din dreapta a sau prin închiderea poligonului.

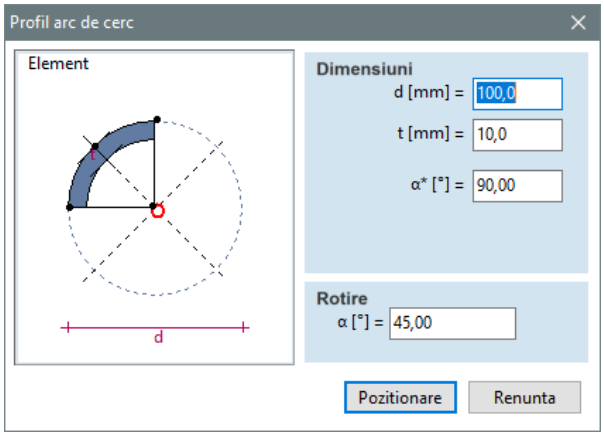


Înainte de desenarea profilului se poate opta pentru ca linia de comandă să fie pe

1. partea stânga
2. axă
3. partea dreaptă

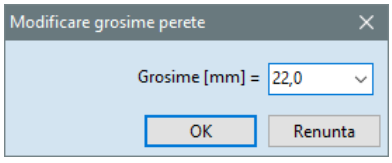
Parametrul R: raza de racordare

Profil arc de cerc



Se pot încărca numai profile cu pereţi subţiri

Modificarea grosimii pereţilor



Pentru profilele cu pereţi subţiri se poate modifica grosimea pereţilor porţiunilor selectate. În cazul profilelor tip, grosimea pereţilor se poate schimba prin modificarea parametrilor profilului.

Ştergere

La apăsarea tastei **[Del]** apare bara de selectare. După închiderea barei de selectare elementele selectate se şterg.

Element

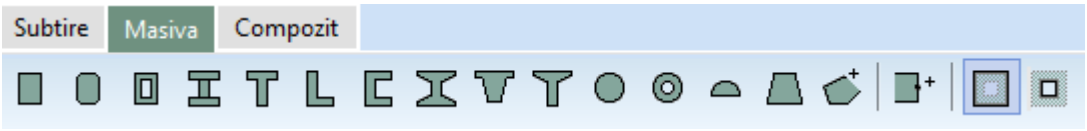
Dacă se şterge un element care făcea parte dintr-un contur închis se şterge şi acest contur.

Punct de tensiune Şterge punctul de tensiune selectat.

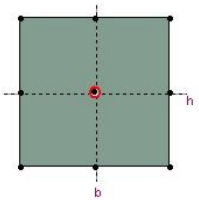
☞ ***Punctul de tensiune din centrul de greutate al secţiunii nu se poate şterge.***

Setări Se poate regla caroiajul şi pasul cursorului.

Profile cu pereţi groşi

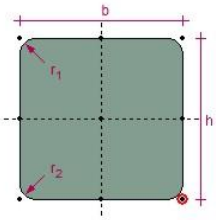


Dreptunghi



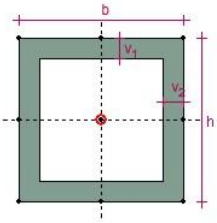
Definirea dreptunghiului cu lăţimea *b* şi înălţimea *h*

Dreptunghi rotunjit



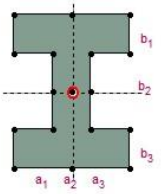
Definirea dreptunghiului cu lăţimea *b*, înălţimea *h* și razele de rotunjire *r1*, *r2*

Dreptunghi gol



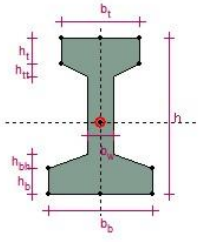
Definirea dreptunghiului cu lăţimea *b*, înălţimea *h* și grosimile pereților *v1*, *v2*

Profil I



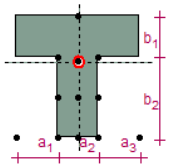
Definirea unei secţiuni I cu parametrii *a1*, *a2*, *a3*, *b1*, *b2*, *b3*. Dintre parametrii *(a1, a3)*, *(b1, b3)* unul se poate defini cu valoarea 0 pentru a putea fi definite secţiuni de T, U şi L.

Profil I vutat



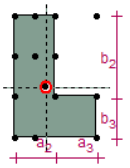
Definirea unei secţiuni vutate I prin grosimiea peretelui bw, grosimile tălpilor *bt, bb*, înălțimea totală, *h* și parametrii *ht, hth, hb, hbh*

Profil T



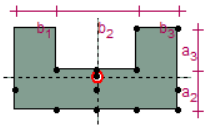
Definit ca un profi I, dar $b_3 = 0$.

Profil L



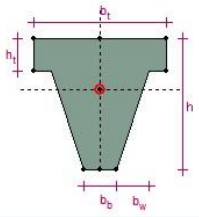
Definit ca un profi I, dar $a_1 = 0$ și $b_3 = 0$.

Profil U



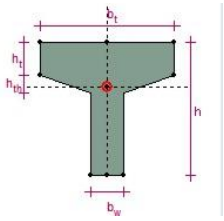
Definit ca un profi I, dar $a_1 = 0$.

Profil T cu inima vutată



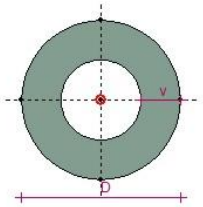
Profil T cu inima vutată definită prin lățimile *bw, bb, bt*, o înălțime totală *h* și o grosime a tălpii *ht*

Profil T cu talpa vutată



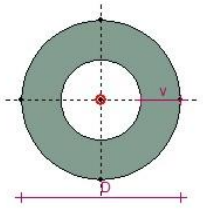
Profil T cu talpa vutată definită prin inima *bw*, o lățime totală *bw*, o înălțime totală *h* și parametrii *ht* , *hth*

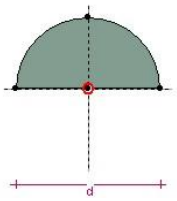
Cerc gol



Cerc gol definit prin diametrul exterior D și grosimea peretelui v

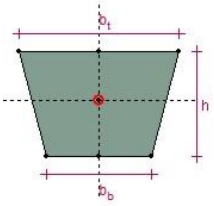
Cerc sau semicerc





Definirea unui cerc sau semicerc cu diametrul *d*

Trapez simetric



Trapez simetric definit prin lățimea superioată și inferioară *bt, bb* și înălțime *h*.

Poligon

Definirea unui element poligonal. Editarea poligonului se poate termina cu **[Esc]** sau prin clic cu butonul din dreapta a sau prin închiderea poligonului.
În timpul editării apare următoarea paletă:

Linie

Tangentă

Arc

Arc prin trei puncte

Arc tangențial

Arc cu o tangentă dată

Introducere nod

Se poate defini un nod pe conturul profilului. Prin mişcarea cu mausul se poate modifica forma profilului.

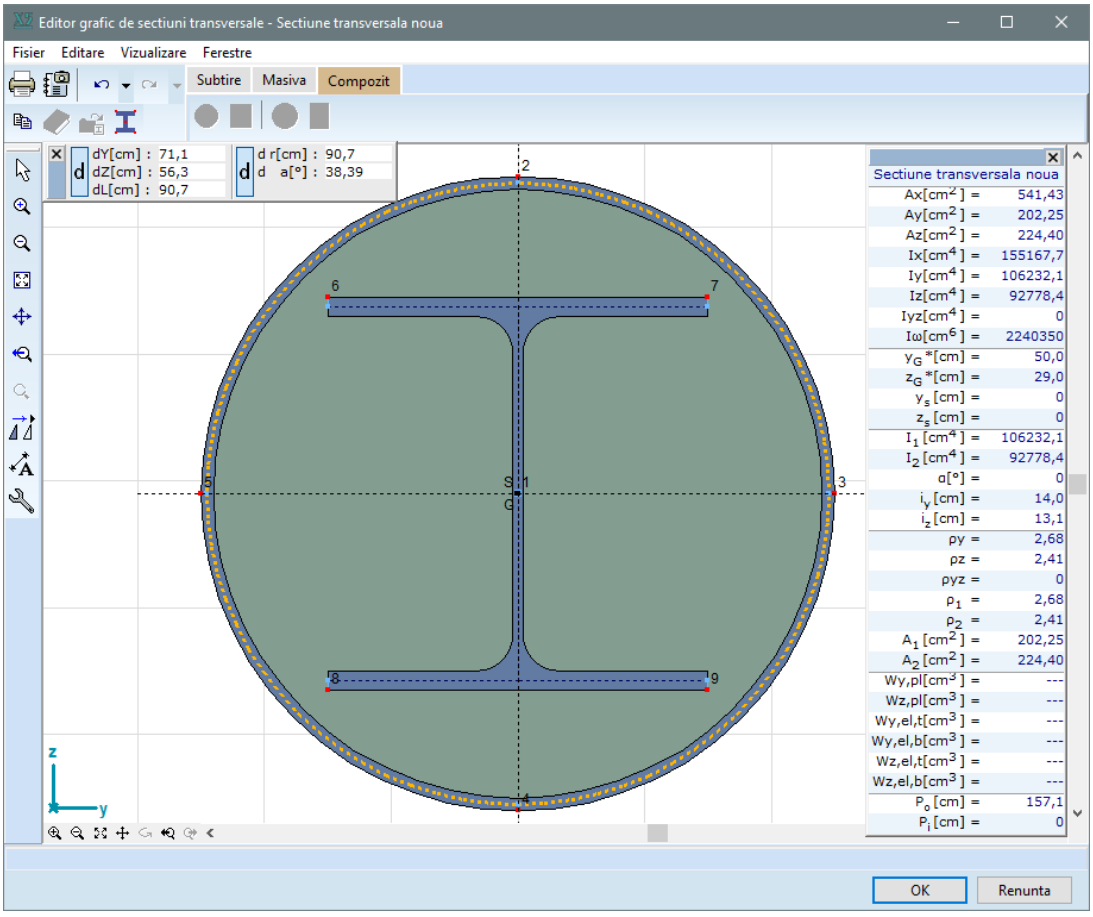
Contur

Dacă butonul *Contur* este activat se poate defini conturul profilului. Dacă butonul nu este activat se va activa butonul *Gol*.

Gol

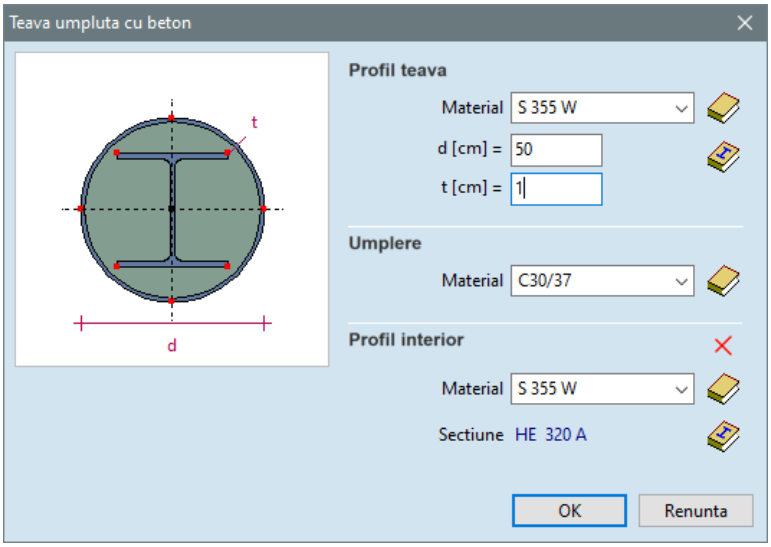
Prin activarea opţiunii *Gol*, în secţiune se pot introduce goluri de formă: cerc, dreptunghi, poligon. În acest caz momentul de inerţie torsional nu este determinat.

Secțiuni compozite



Secțiunile compuse sunt realizate din două sau trei materiale diferite.
Dacă secțiunea compusă conține un profil interior, centrul de greutate al profilului interior va ajunge în poziția centrului de greutate al secțiunii transversale exterioare. Dacă profilul interior este prea mare pentru a se încadra în secțiunea exterioară, desenul dialogului de definiție este înlocuit cu un dreptunghi tăiat.

Țeavă umplută cu beton



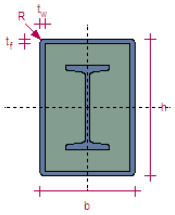
Definirea unui tub umplut cu beton necesită următorii parametri: materialul, diametrul d și grosimea t a tubului și materialul umpluturii. De asemenea, poate fi definit un profil interior opțional.

Materialele pot fi importate din Biblioteca de materiale, vezi 3.1.15 Biblioteca de materiale

Secțiunea tubulară poate fi introdusă parametric sau selectată din secțiunile tubulare din Biblioteca de secțiuni transversale, vezi 3.1.16 Biblioteca de secţiuni. Profilul interior poate fi selectat din Biblioteca secțiunilor transversale.

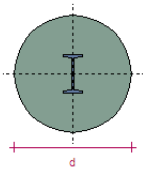
Profilul interior selectat poate fi eliminat din secțiune.

Profil rectangular umplut cu beton



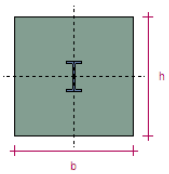
Definirea unui profil al secțiunii rectangulare umplute cu beton necesită următorii parametri: materialul, lățimea b, înălțimea h, tf și tw (valori ale grosimii) a profilului și materialul umpluturii. De asemenea, poate fi definit un profil interior opțional.

Profil înglobat în beton de formă circulară



Definirea unui profil înglobat în beton de formă circulară necesită următorii parametri: materialul și diametrul d al secțiunii rotunde, un profil interior și materialul acestuia.

Profil înglobat în beton de formă rectangulară



Definirea unui profil înglobat în beton de formă rectangulară necesită următorii parametri: materialul, lățimea b și înălțimea *h* a formei rectangulare, un profil interior și materialul acestuia.

☞ ***În acest caz momentul de inerţie centrifugal nu este calculat de program.***

Punct de tensiune

Se pot defini puncte de tensiune similare cu cele de la secţiuni cu pereţi subţiri.

☞ ***Programul va calcula tensiunile numai în punctele de tensiune definite. Dacă nu definiţi puncte de tensiune, atunci tensiunea va fi calculată numai în centrul de greutate, deci tensiunea provenită din încovoiere nu va fi luată în considerare.***

Ştergere Ca şi în cazul secţiunilor cu pereţi subţiri.

Element Se şterg elementele selectate.

Punct de tensiune Se şterg punctele de tensiune selectate.

☞ ***Punctul de tensiune din centrul de greutate al secţiunii nu se poate şterge.***

Setări Se poate regla caroiajul şi pasul cursorului.

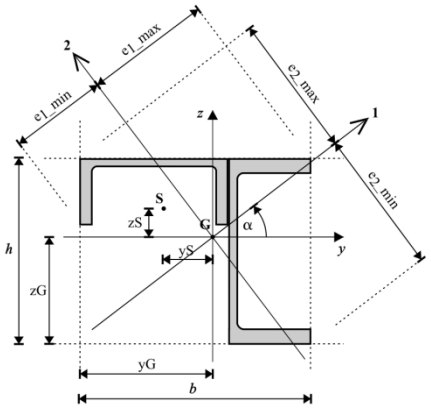
Calcule **Programul calculează următoarele caracteristici secţionale:**

Parametrii $\mathbf{A_x}$, $\mathbf{I_y}$, $\mathbf{I_z}$, $\mathbf{I_{yz}}$ sunt calculaţi prin integrare iar parametrii $\mathbf{A_y}$, $\mathbf{A_z}$, $\mathbf{I_x}$, $\mathbf{I_\omega}$, ρ_ψ, ρ_ζ, $\rho_{\psi\zeta}$, ρ_1, ρ_2, $\mathbf{A_1}$, $\mathbf{A_2}$ prin metoda elementului finit**.**

☞ ***Dacă profilul este alcătuit din două sau mai multe profile independente, parametrii A_y, A_z, ρ_y, ρ_z, ρ_{yz}, ρ_1, ρ_2, A_1, A_2 nu sunt calculaţi.***

$\mathbf{A}_x$	Aria secţiunii
$\mathbf{A_y}$	Aria de forfecare în direcţia locală ***y***
$\mathbf{A_z}$	Aria de forfecare în direcţia locală ***z***
$\mathbf{I}_x$	Momentul de inerţie după axa ***x*** (torsiune)
$\mathbf{I}_y$	Momentul de inerţie după axa ***y*** (încovoiere)
$\mathbf{I}_z$	Momentul de inerţie după axa ***z*** (încovoiere)
$\mathbf{I}_{yz}$	Momentul de inerţie centrifugal
$\mathbf{I}_1$*	Momentul de inerţie pricipal după axa ***1***
$\mathbf{I}_2$*	Momentul de inerţie pricipal după axa ***2***
α	Unghiul axei 1 faţă de axa y
$\mathbf{I_\omega}$	Momentul de inerţie torsional (necesar la proiectarea structurlor metalice)
ρ_y	Factorul secţiunii de forfecare în direcţia locală ***y***
ρ_z	Factorul secţiunii de forfecare în direcţia locală ***z***
ρ_{yz}	Factorul secţiunii de forfecare asociat axelor ***yz***
ρ_1	Factorul secţiunii de forfecare în direcţia principală 1
ρ_2	Factorul secţiunii de forfecare în direcţia principală 2
$\mathbf{A_1}$	Aria de forfecare în direcţia principală 1
$\mathbf{A_2}$	Aria de forfecare în direcţia principală 2
$\mathbf{W_{1,el,sup}}$*	Modulul de rezistenţă elastic
$\mathbf{W_{1,el,inf}}$*	Modulul de rezistenţă elastic
$\mathbf{W_{2,el,sup}}$*	Modulul de rezistenţă elastic
$\mathbf{W_{2,el,inf}}$*	Modulul de rezistenţă elastic
$\mathbf{W_{1,pl}}$*	Modulul de rezistenţă plastic
$\mathbf{W_{2,pl}}$*	Modulul de rezistenţă plastic
$\mathbf{i_1}$	Raza de giraţie pe direcţia 1
$\mathbf{i_2}$	Raza de giraţie pe direcţia 2
y_G	Poziţia centrului de greutate pe direcţia locală ***y***
z_G	Poziţia centrului de greutate pe direcţia locală ***z***
$\mathbf{y_s,z_s}$	Coordonatele centrului de forfecare faţă de centrul de greutate
$\mathbf{P_o}$	Perimetrul exterior (contururi)
$\mathbf{P_i}$	Perimetrul interior (găuri)

* Dacă direcţiile principale coincid cu axele locale y şi z caracteristicile secţionale se vor nota cu indicii 1 şi 2



Momente de inerţie principale

	$I_1 = \frac{I_y + I_z}{2} + \sqrt{\left(\frac{I_y - I_z}{2}\right)^2 + I_{yz}^2}$
	$I_2 = \frac{I_y + I_z}{2} - \sqrt{\left(\frac{I_y - I_z}{2}\right)^2 + I_{yz}^2}$
	$\text{tg}\,(2\alpha) = \frac{2I_{yz}}{I_y - I_z}$

$-90^\circ < \alpha \le +90^\circ$, faţă de axa locală ***y***.

Modulul secţiunii

$$W_{1,el,\sup} = \frac{I_1}{e2_\max} \qquad W_{1,el,\inf} = \frac{I_1}{e2_\min}$$

$$W_{2,el,\sup} = \frac{I_2}{e1_\max} \qquad W_{2,el,\inf} = \frac{I_2}{e1_\min}$$

Deformaţii din forfecare

Pentru elementele de nervură dacă $A_y \neq 0$ sau $A_z \neq 0$ programul ia în considerare şi deformaţiile din forfecare.

$$A_y = \frac{A_x}{\rho_y} \qquad A_z = \frac{A_x}{\rho_z}$$

ρ = coeficientul de formă al secţiunii

Calculul proprietăților secțiunii transversale compozite

Proprietățile unei secțiuni transversale compozite sunt calculate ca suma ponderată în modul [16, Capitolul 1.2], a proprietăților părților sale. Modulele de referință E_{ref} și G_{ref} aparțin materialului părții exterioare.

$$A_x = \frac{1}{E_{ref}} \sum E_i A_{x,i} \qquad I_x = \frac{1}{G_{ref}} \sum G_i I_{x,i} \qquad \rho_y = \frac{G_{ref} A_x}{\sum \frac{G_i A_{x,i}}{\rho_{y,i}}}$$

$$A_y = \frac{1}{G_{ref}} \sum G_i A_{y,i} \qquad I_y = \frac{1}{E_{ref}} \sum E_i I_{y,i} \qquad \rho_z = \frac{G_{ref} A_x}{\sum \frac{G_i A_{x,i}}{\rho_{z,i}}}$$

$$A_z = \frac{1}{G_{ref}} \sum G_i A_{z,i} \qquad I_z = \frac{1}{E_{ref}} \sum E_i I_{z,i} \qquad \rho_{yz} = \frac{G_{ref} A_x}{\sum \frac{G_i A_{x,i}}{\rho_{yz,i}}}$$

$$I_{yz} = \frac{1}{E_{ref}} \sum E_i I_{yz,i}$$

$$y_G = \frac{\sum y_{G,i} E_i A_i}{E_{ref} A_x}$$

$$z_G = \frac{\sum z_{G,i} E_i A_i}{E_{ref} A_x}$$

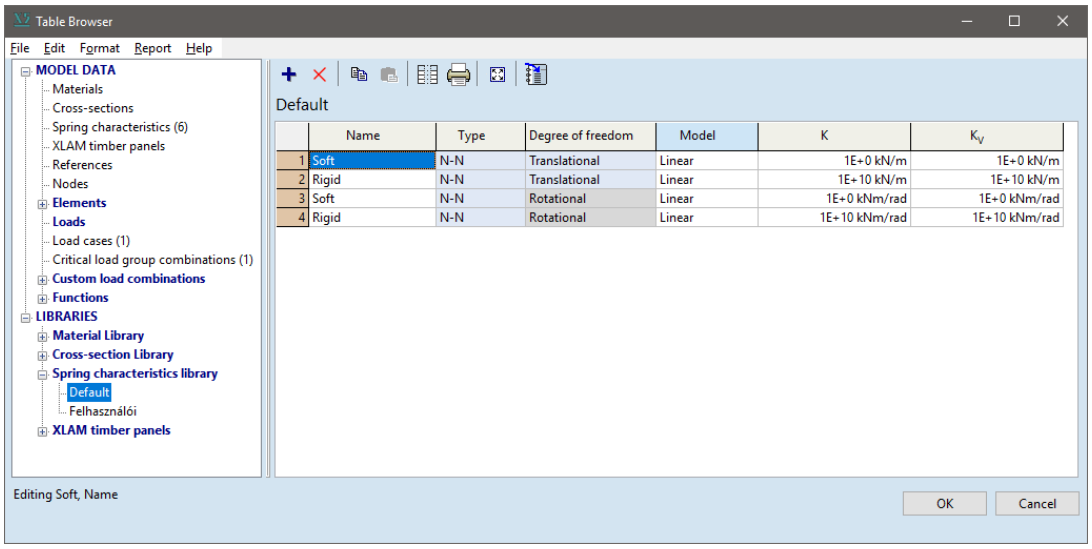
$$y_\omega = \frac{I_{yz}\sum E_i\left(z_{S,i}I_{z,i} - y_{S,i}I_{yz,i}\right) - I_z\sum E_i\left(z_{S,i}I_{yz,i} - y_{S,i}I_{y,i}\right)}{E_{ref}\left(I_yI_z - I_{yz}^2\right)}$$

$$z_\omega = \frac{I_y\sum E_i\left(z_{S,i}I_{z,i} - y_{S,i}I_{yz,i}\right) - I_{yz}\sum E_i\left(z_{S,i}I_{yz,i} - y_{S,i}I_{y,i}\right)}{E_{ref}\left(I_yI_z - I_{yz}^2\right)}$$

$$I_\omega = \frac{1}{E_{ref}}\sum E_i\left[I_{\omega,i} + \left(y_{S,i} - y_S\right)^2 I_{y,i} + \left(z_{S,i} - z_S\right)^2 I_{z,i} - 2\left(y_{S,i} - y_S\right)\left(z_{S,i} - z_S\right)I_{yz,i}\right]$$

☞ ***Metoda de calcul ponderată în modul se bazează pe presupunerea că nu există o legătură de forfecare între părți/elemente. Cu toate acestea, nu are efect pentru parametri Ax, Iy, Iz, Iyz, y_G, z_G, din cauza coincidenței centrului de greutate al părților/elementelor. Dar valorile Ay, Az, Ix, Iω, y_S, z_S, ρ_y, ρ_z, ρ_{yz} ar fi diferite dacă există o conexiune la forfecare.***

3.1.17. Bibliotecă caracteristicilor de resort



Fereastra de bibliotecă cu caracteristici de resort poate fi, de asemenea, deschisă folosind pictograma Browser de tabel și selectând Bibliotecile/Biblioteca de caracteristici de resort. În plus, este disponibil în mai multe ferestre de dialog pentru o selecție mai ușoară. **Vezi...** 4.9.17 Resort.
Biblioteca are o Bibliotecă Implicită care conține caracteristici de resorturi rigide și flexibile/fine, cu grade de libertate translaționale și de rotație. Aceste caracteristici sunt adăugate automat pentru modelele noi. Puteți adăuga o nouă bibliotecă și puteți modifica sau extinde bibliotecile cu caracteristici de resort existente. În cazul creării unei biblioteci personalizate, elementele sale vor fi adăugate modelului numai dacă sunt adăugate la caracteristicile Resort (4.9.3 Caracteristici de resort) din Browserul de tabel sau sunt selectate din bibliotecă la definirea unui nou element resort.

Coloanele conțin următoarele proprietăți principale:

Nume	Numele caracteristicii
Tip	Resort nod la nod (nu poate fi modificat)
Grade de libertate	Grade de libertate translationale/rotationale
K	Rigiditate inițială
K_v	Rigiditate vibratorie
Model	Comportament (Linear elastic/ Nonlinear elastic/ Plastic)

☞ **Modificările din biblioteca de caracteristici de resort nu se reflectă în modelele care folosesc caracteristica de resort modificată.**

Când introduceți o nouă caracteristică de resort, este afișat următorul dialog:

Definiți noua caracteristică de resort

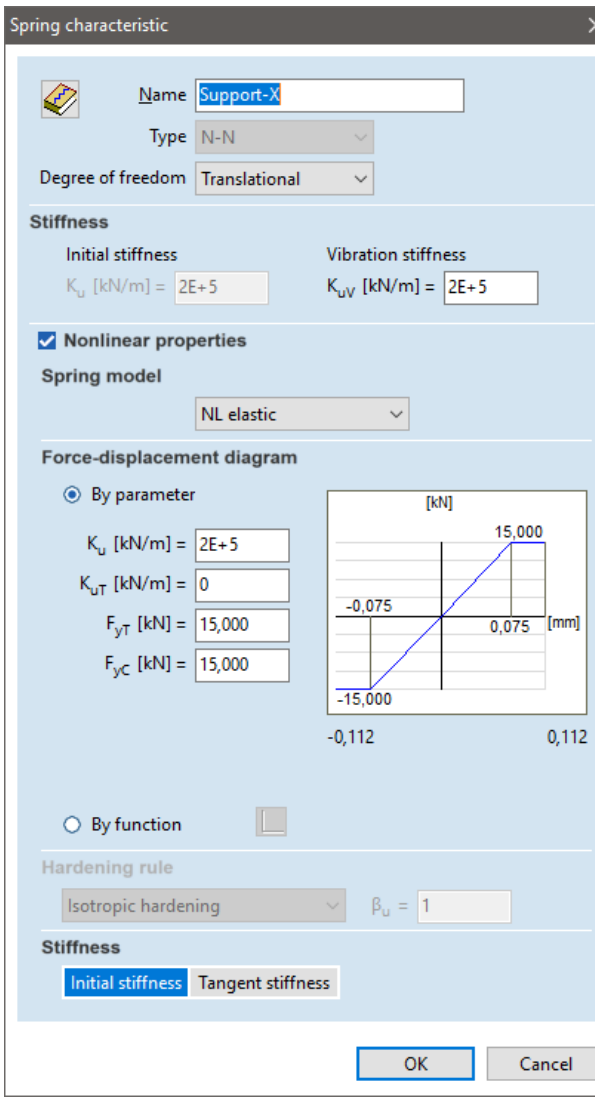
[Ctrl+Ins]

Definind noi caracteristici de resort sau făcând clic pe o coloană de tabel (cu excepția coloanei Nume) apare un dialog, în care toate proprietățile caracteristicilor de resort pot fi definite sau modificate.

Caracteristicile cu același grad de libertate (translațional sau rotațional) nu pot avea același nume. Dacă este introdus un nume existent, la acesta se vor adăuga un număr.

O caracteristică a resortului are următoarele proprietăți: nume, tip, grad de libertate.

Făcând clic pe pictogramă se afișează fereastra de dialog Import caracteristici Resort.



Rigiditate

În setare implicită, resorturile funcționează pe principiul elastic liniar. În tabel coloana Model conține tipul de comportament al caracteristicii resortului.

Gradul de libertate translațional

K_u	kN/m	Rigiditate inițială
K_{uV}	kN/m	Rigiditate vibratorie

Gradul rotațional de libertate

K_r	kNm/rad	Rigiditate inițială
K_{rV}	kNm/rad	Rigiditate vibratorie

Proprietăți neliniare

Un resort poate avea un comportament neliniar ca materialele. Parametrii comportamentului neliniar sunt disponibili dacă sunt bifate proprietățile neliniare.

Model resort

Tipul Modelului	*Metoda de calcul*
Elastic neliniar	Caracteristică neliniară fără deformare ireversibilă.
Plastic	Deformarea ireversibilă apare după atingerea forței/momentului limită.

Diagramă Forță - Deplasare

Funcția caracteristicii resortului poate fi definită în același mod ca și diagrama de eforturi a materialelor. Unitățile depind de gradul de libertate.

După parametru

Definirea parametrică a diagramei prin introducerea următoarelor valori

K_u [kN/m]	Rigiditate inițială
K_{uT} [kN/m]	Panta diagramei după atingerea forței limită

F_{yT} *[kN]* Forța limită sub tensiune
F_{yC} *[kN]* Forța limită sub compresiune

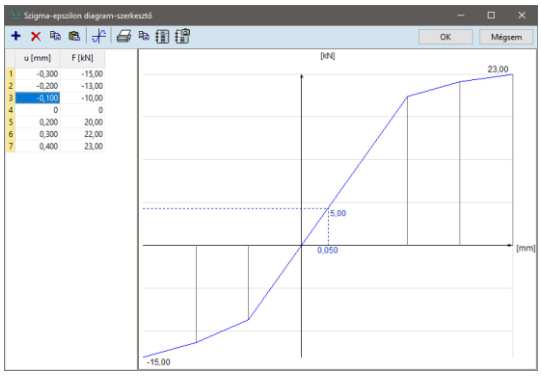
În caz de resort plastic K_{uT} = 0;

După funcție

Faceți clic pe butonul mic pentru a edita diagrama.
Funcția editor este disponibilă numai dacă a fost selectat un resort elastic neliniar.

Editor de diagramă Forță - deplasare

Elementele barei de instrumente sunt în mare măsură aceleași ca în 4.10.28 Incărcări dinamice (pentru analiza de tip time-history) – modul DYN



Rigiditate

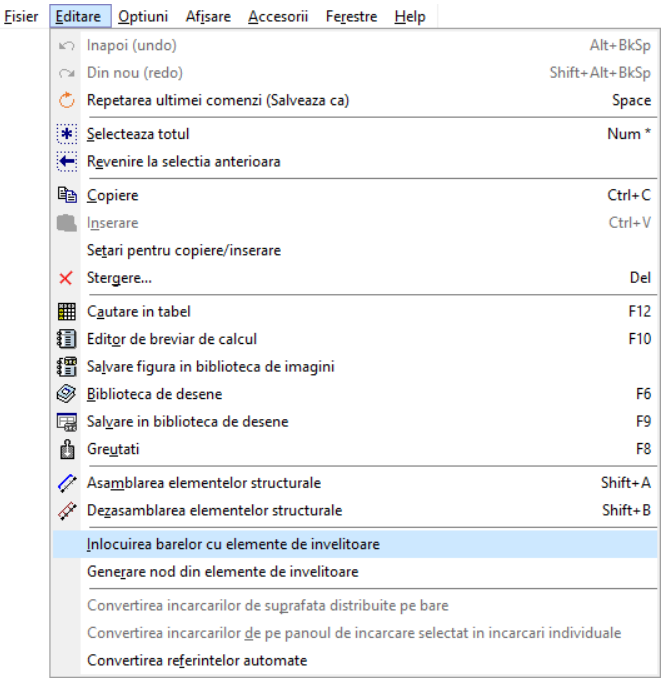
Rigiditate inițială Matricea de rigiditate inițială material liniară este utilizată la evaluarea matricei de rigiditate globală. Calculul este mai lent (mai multe iterații sunt necesare), dar convergența este mai stabilă.

Rigiditate tangențială Matricea de rigiditate tangențială material neliniară este utilizată la evaluarea matricei de rigiditate globală. Calculul este mai rapid (mai puține iterații sunt necesare), dar dacă creșterile nu sunt mici, pot apărea probleme de convergență.

3.1.18. Ieşire

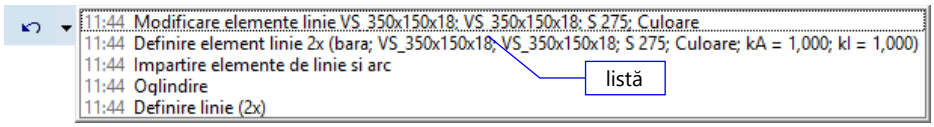
[Ctrl]+[Q] Părăsirea programului.

3.2. Meniul Editare



3.2.1. Înapoi (Undo)

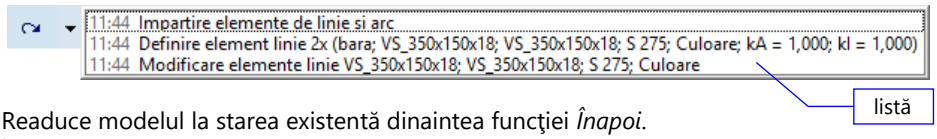
[Ctrl]+[Z]



Readuce modelul la starea existentă dinaintea ultimei funcţii executate. Numărul paşilor înapoi se poate regla din meniul *Setări/Setări de bază* (maxim 99).
În meniu apar şi momentele în care au fost făcute operaţiile, se poate selecta pasul până când se va reface modelul.

3.2.2. Din nou (Redo)

[Shift]+[Ctrl]+[Z]



Readuce modelul la starea existentă dinaintea funcţiei *Înapoi*.
În meniu apar şi momentele în care au fost făcute operaţiile, se poate selecta pasul până când se va reface modelul.

3.2.3. Repetarea ultimei comenzi

[Space]

Se repornește ultima comandă făcând clic pe iconiță sau pe tasta de comandă rapidă. Numele ultimei comenzi se afișează în paranteză.

3.2.4. Selectează totul

[Ctrl]+[A]

Vezi detaliat... 2.16.1 Selectare

3.2.5. Revenire la selecția anterioară

[Shift]+[Ctrl]+[R]

Reselectarea elementelor selectate anterior.

3.2.6. Copiere

[Ctrl]+[C]

La copiere, elementele structurale selectate sunt copiate în clipboard. Dacă nu este selectat nimic, dar sunt detalii activate, atunci aceste detalii sunt copiate în clipboard. Dacă nu este selectat nimic şi nu sunt detalii activate, tot modelul se copiază în clipboard.
Cu modelul, şi imaginea din fereastra activă se copiază în clipboard (ca şi în versiunile precedente), dar aceasta opţiune se poate dezactiva.

3.2.7. Inserare

[Ctrl]+[V]

Inserează în model (în poziţia originală sau în locul indicat cu ajutorul mausului) elementele copiate în clipboard reazeme încărcări, cote, domenii de armare. Se pot insera încărcările şi detaliile care conţin elementele copiate. Modul de funcţionare a comenzii se poate seta în meniul *Setări pentru copiere/inserare*.

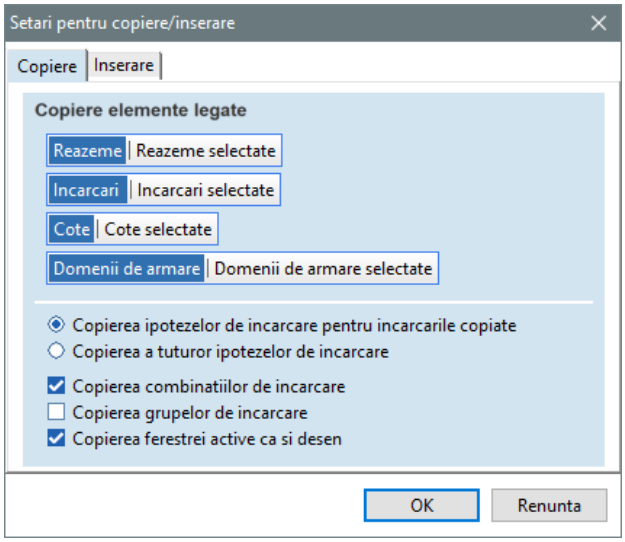
3.2.8. Setările pentru copiere/inserare

Fereastra de dialog *Copiere/Înserare* se poate accesa din meniul *Editare*.

Setări de copiere

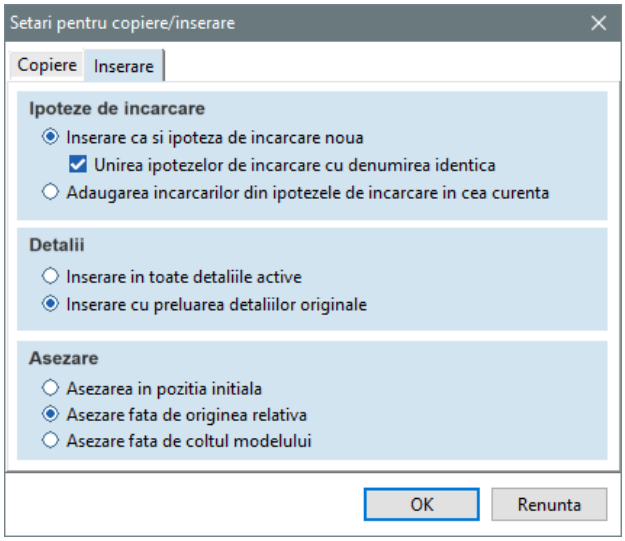
Dacă sunt elemente selectate, acestea se copiază în clipboard. În cazul domeniilor, barelor, nervurilor, zăbrelelor, se copiază şi elementele conectate la aceste elemente (reazeme, încărcări, cote, domenii de armare). Dacă dintre acestea se doreşte copierea celor selectate, se activează opţiunile *Reazeme selectate*, *Încărcări selectate*, *Cote selectate* şi *Domenii de armare selectate*.

Cu încărcările se copiază şi ipotezele de încărcare în care sunt acestea. Dacă se doreşte copierea tuturor ipotezelor de încărcare se activează opţiunea *Copierea tuturor ipotezelor de încărcare*. Se pot copia şi grupările de încărcare şi combinaţiile de încărcare.
Dacă opţiunea *Copierea ferestrei active ca şi desen* este activată, atunci conţinutul ferestrei active se va copia în clipboard (ca şi în versiunile anterioare).



Setări de inserare

Ipoteze de încărcare:
Inserarea ipotezelor de încărcare din clipboard se poate seta în felul următor:
Inserare ca ipoteza nouă de încărcare – Ipotezele de încărcare găsite în clipboard se vor insera ca ipoteza nouă de încărcare.
Concatenarea ipotezelor de încărcare cu aceeaşi denumire – dacă în model este o ipoteză de încărcare cu aceeaşi denumire ca cea din clipboard, încărcările se vor copia în ipoteza de încărcare din model. Activarea acestei opţiuni este utilă în cazul copierilor din acelaşi model, ca să nu se genereze ipoteze de încărcare similare.



Copierea încărcărilor din ipotezele de încărcare în ipoteze de încărcare actuale. Dacă această opţiune este activată, încărcările din clipboard din toate ipotezele de încărcare sunt copiate în ipoteza de încărcare actuală.

Detalii:
La copiere sunt inserate în clipboard şi detaliile unice în care sunt elementele copiate. Se poate seta ca elementele inserate să fie copiate în detaliile active sau în detaliile originale. În ultimul caz elementele inserate rămân în detaliul original preluat.

Poziţionare:
Poziţia elementelor copiate se poate defini în trei moduri:
Poziţionare în poziţia iniţială: elementele vor fi poziţionate cum au fost în modelul original
Poziţionarea cu originea relativă/cu colţul modelului: În aceste cazuri cu ajutorul mausului se poate defini poziţia conţinutului din clipboard. În punctul de inserare va fi originea relativă setată din modelul original, iar în cazul celalalt, un colţ ales automat din model.

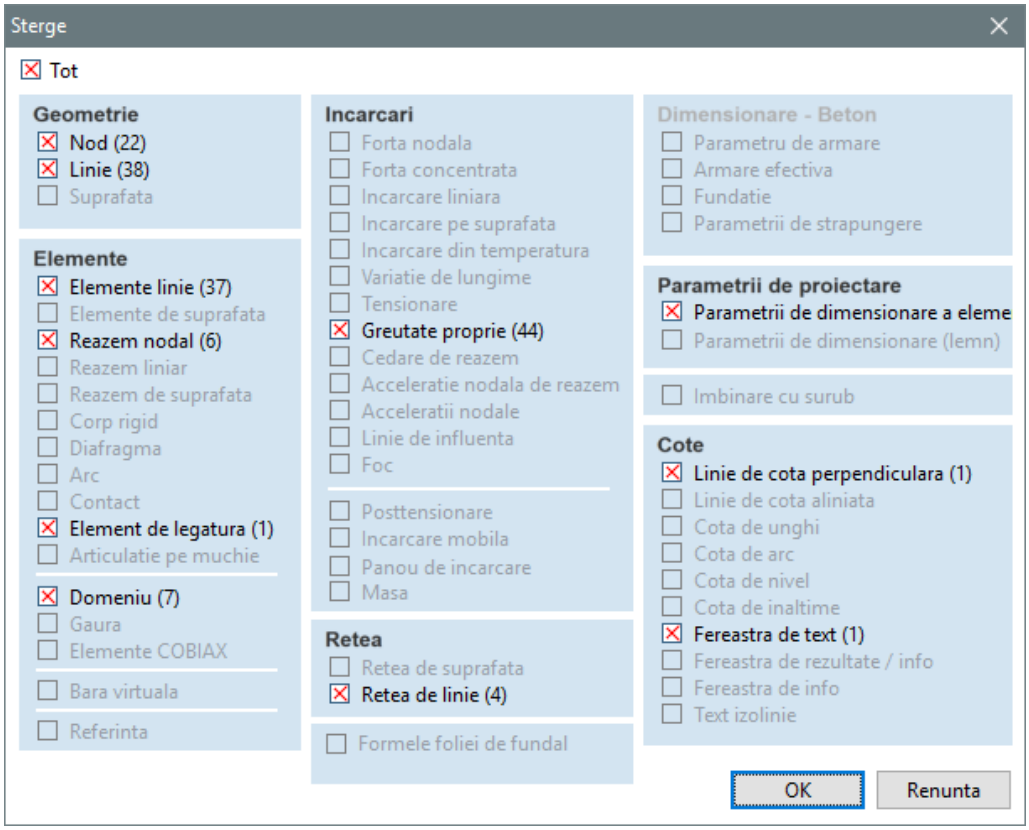
3.2.9. Ştergere

[Delete]

Ştergerea elementelor selectate. Dacă nu sunt selectate elemente, apare bara de selecţie iar după selectarea obiectelor se deschide fereastra de dialog de ştergere.

Ştergerea elementelor geometrice deja definite.
Ştergerea se poate face în felul următor:

1. Se selectează elementele dorite a fi şterse. În timpul selectării se poate utiliza bara de selecţie.
2. Se apasă tasta **[Del]**. Dacă nu este selectat nici un element, apare bara de instrumente pentru selectare, unde se pot selecta elementele în modul cunoscut (**vezi...** 2.16.1 Selectare).
3. În fereastra de dialog a funcţiei se aleg tipurile de date care se şterg.
4. Cu butonul **OK** se închide fereastra.



Geometrie Dacă la elementele geometrice au fost ataşate elemente finite şi încărcări, se şterg elementele finite şi încărcările.

Elemente Dacă la elementele finite au fost ataşate şi alte elemente (ex. reazem sau nervură la elemente de suprafaţă), reazemele sau încărcările se şterg de asemenea.

Referinţă Cu referinţele şterse se şterge definiţia elementelor finite şi încărcările la care s-au folosit referinţele respective.

Reţea Şterge reţeaua de pe domeniile şi liniile selectate.

Armare Şterge parametrii de armare de pe elementele selectate şi datele pentru dimensionarea fundaţiilor.

Structuri metalice Şterge parametrii de proiectare pentru elementele de oţel selectate.

Cote Şterge cotele, ferestrele de rezultate selectate.

3.2.10. Tabele

[F12]

Vezi detaliat... 2.9 Tabele

3.2.11. Editorul de breviar de calcul

[F10]

Vezi detaliat... 2.10 Editorul de breviar de calcul

3.2.12. Salvarea imaginilor şi a tabelelor de dimensionare

Salvarea imaginilor în biblioteca de imagini **[F9]**

Salvarea imaginilor în program se poate face în mai multe locuri: în fereastra principală a programului, în fereastra cu diagramele de eforturi şi deplasări a barelor, în fereastra de dimensionare a elementelor de oţel, în fereastra rezultatelor neliniare, în fereastra verificare armare stâlp, în fereastra de dimensionare armare grindă şi în fereastra de dimensionare îmbinare cu şuruburi. La salvarea imaginii se poate da o denumire acesteia. În cazul în care fereastra principală este împărţită în mai multe ferestre, există posibilitatea de a salva toate ferestrele sau numai fereastra activă.

☞ ***Se poate folosi şi opţiunea Salvare în biblioteca de desene. Imaginile salvate în biblioteca de imagini sunt salvate în fişiere iar imaginile salvate în biblioteca de desene sunt actualizate la orice modificare a modelului.*** **Vezi...** 3.6.9 Biblioteca de desene

În ce format să salvăm imaginea?

Formatele bitmap (*.BMP, .JPG)* stochează punctele imaginii. Acest mod de reprezentare la tipărire oferă a calitate mai slabă decât fişierele Windows metafile. Dintre cele două formate de fişiere, formatul JPG ocupă spaţiu de 30 de ori mai puţin pe disc.

Fişierele Windows metafile *(.WMF, .EMF)* conţin comenzile de desenare şi oferă a calitate superioară. Se pot scala şi imprima fără pierderi de calitate.
La reprezentări randate sau cu suprafeţe, desenele OpenGL sunt stocate în fişierele metafile în format bitmap. Reprezentări de calitate randate şi cu suprafeţe se pot obţine numai prin imprimarea directă a ferestrelor de lucru.

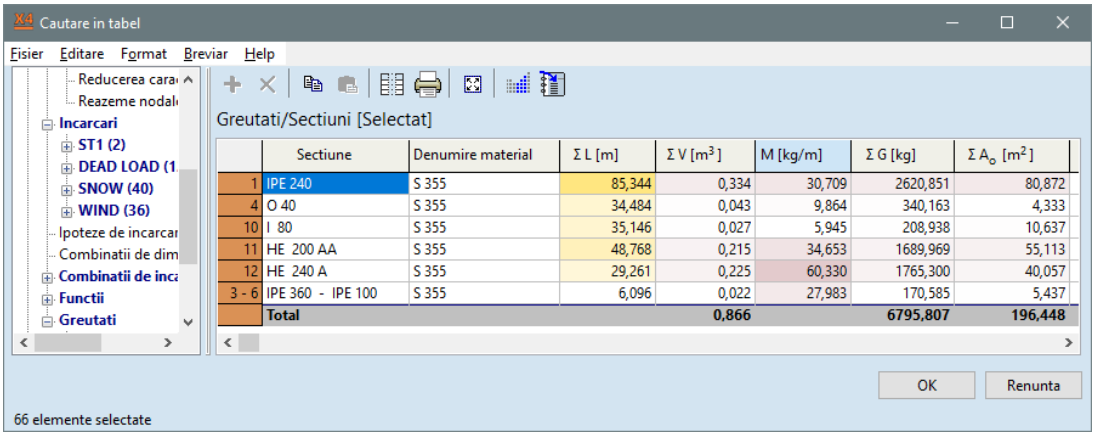
Imaginile salvate sunt stocate în subdirectorul *Images_numemodel* creat în directorul modelului. Imaginile salvate se pot insera în breviarul de calcul. Imaginile nu sunt salvate în breviarul de calcul (fişierele RTF), numai referinţa lor. Este necesar ca biblioteca de imagini să fie anexată la fişierul RTF. La crearea breviarului de calcul în referinţa imaginilor se memorează numele bibliotecii de imagine originale (*Images_numemodel*). Dacă se şterge sau se modifică numele bibliotecii de imagini, se pierd referinţele din breviarul de calcul şi imaginile nu se mai afişează.

3.2.13. Masa elementelor

[F8]

Se poate afişa sub formă tabelară masa modelului întreg, masa elementelor selectate sau a detaliilor în funcţie de materiale, profile sau tipuri de suprafeţe. Tabelul *Greutăți după materiale* conține greutățile elementelor de bază.

Tabelul armăturilor, lângă armăturile din plăci conține și cantitatea de armături din grinzi și stâlpi, grupate după diametre. Tabelul *Armarea detaliată* grupează cantitățile de armături și după poziția barelor.



3.2.14. Asamblarea elementelor structurale

Shift+A

Programul AxisVM tratează elementele tip linie, ca şi elemente structurale. Cu opţiunea *Generare retea pe element de linie*, se generează reţea pe elemente de tip linie dar liniile ramân un singur element structural.

Cu opţiunea *Asamblarea elementelor structurale*, există posibilitatea de asamblare a elementelor de linie conectate între ele. Nu se pot asambla elemente de linie care au axare locală diferită, au materiale diferite, secţiunile nu sunt identice, au excentricitate diferită sau dacă în punctul comun este o articulaţie sau conturul unui domeniu. Liniile drepte trebuie să fie pe aceeaşi dreaptă iar arcele de cerc pe acelaşi cerc.

3.2.15. Dezasamblarea elementelor structurale

Shift+B

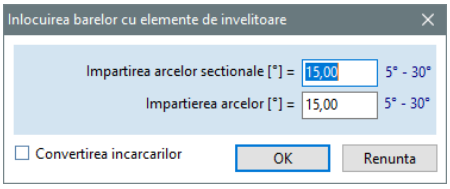
După folosirea funcţiei *Dezasambalrea elementelor structurale*, elementele structurale sunt dezasamblate în elemente finite.

3.2.16. Convertirea încărcărilor de suprafaţă distribuite pe bare

După folosirea comenzii se vor converti încărcările de suprafaţă distribuite pe bare în încărcări distribuite pe bare.

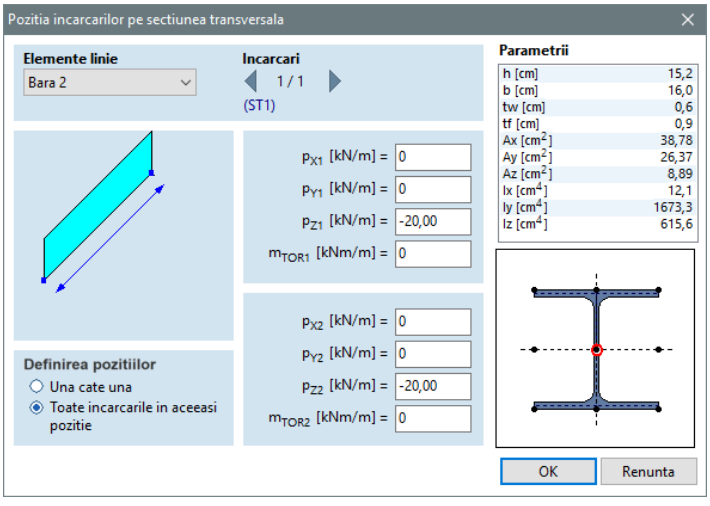
3.2.17. Convertirea elementelor de tip bară şi nervură în elemente de suprafaţă

Elementele selectete pot fi transformate în elemente de suprafaţă. Modelul din plăci este compus din plăci cu grosimi si lungimi preluate din datele elementului de tip graindă. În fereastra cu proprietăţi se poate defini precizia convertirii în poligoane în cazul convertirilor arcelor în plăci.



Convertirea încărcărilor

Dacă activăm opţiunea *Convertirea încărcărilor*, încărcările de pe elementul de tip bară vor fi transformate în încărcări de suprafaţă. Pentru definirea acestor încărcări, utilizatorul trebuie să definească poziţia încărcărilor în secţiune. Se poate selecta oricare din cele 9 puncte ale dreptunghiului ce include secţiunea dar vă recomandăm să selectaţi un punct care este pe secţiune. Poziţiile pot fi selectate una câte una pentru fiecare încărcare în parte.

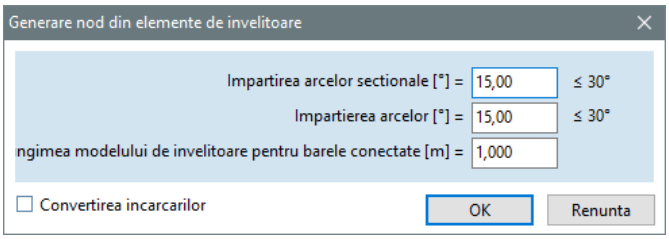


Selectaţi din listă elementul de tip bară şi încărcarea care doriţi să fie convertită. Valorile încărcărilor pot fi deasemenea schimbate dacă se dorește. Dacă toate încărcările au fost convertite, puteţi închide fereastra.

Definirea pozițiilor pote fi una câte una sau toate încărcările pot fi în aceeași poziție.

3.2.18. Convertirea elementelor îmbinării metalice în elemente de suprafaţă

Această funcție transformă în elemente de suprafață capetele elementelor de tip bară dintr-o îmbinare metalică.
Proprietățile sin aceeași ca și la transformarea elementelor de tip bară, doar că în acest caz se poate defini pe ce lungime să fie luată în considerare transformarea față de îmbinare.
Elementele de tip placă sunt conectate cu ajutorul unor corpuri rigide de restul elementului de tip bară.
Opțiunea *Convertirea încărcărilor* funcționează in acelaşi mod ca şi în descrierea de la capitolul anterior.



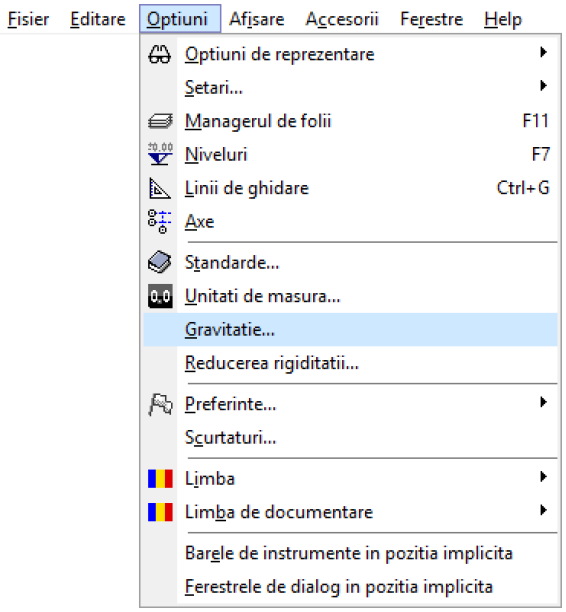
3.2.19. Convertirea încărcărilor de pe panourile de încărcare selectate în încărcări individuale

Încărcările generate automat de algoritmul de distribuire a încărcărilor din încărcări de pe panourile de încărcare pot fi convertite în încărcări individuale. După conversie pot fi șterse sau modificate dar nu mai pot fi actualizate de pe panoul de încărcare.

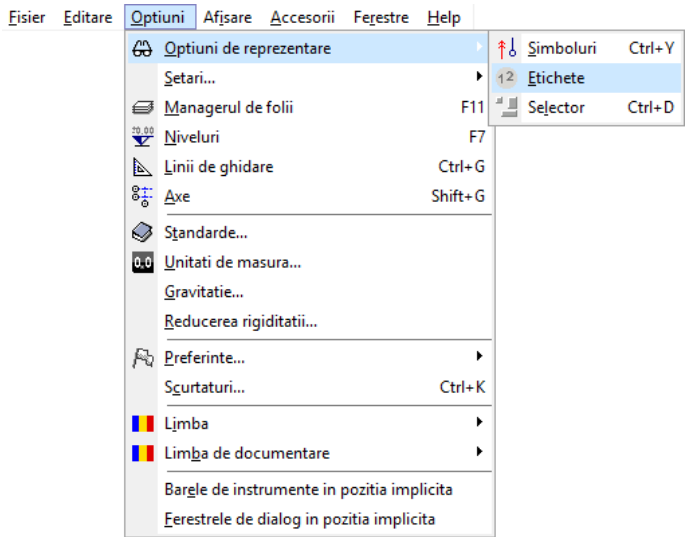
3.2.20. Convertirea referinţelor automate

Referinţele generate automat se vor converti în referinţe.
După activarea comenzii se convertesc referințele automate în vectori de referință.

3.3. Meniul Opţiuni

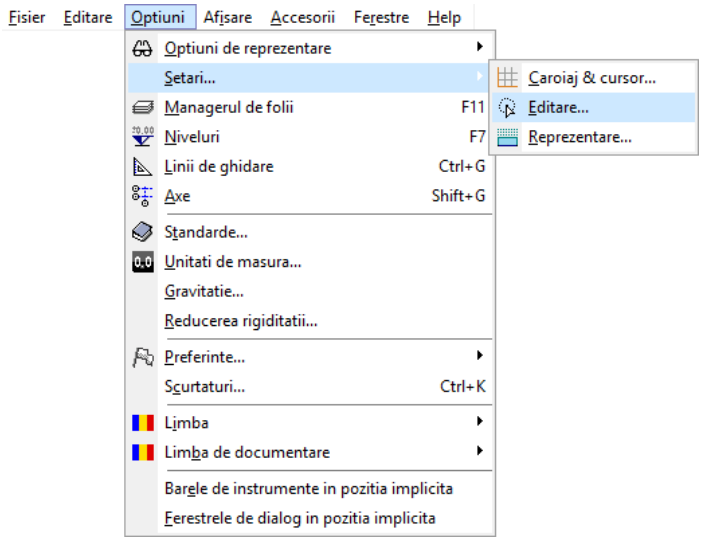


3.3.1. Opţiuni de reprezentare



Vezi detaliat... 2.16.18 Opţiuni de reprezentare

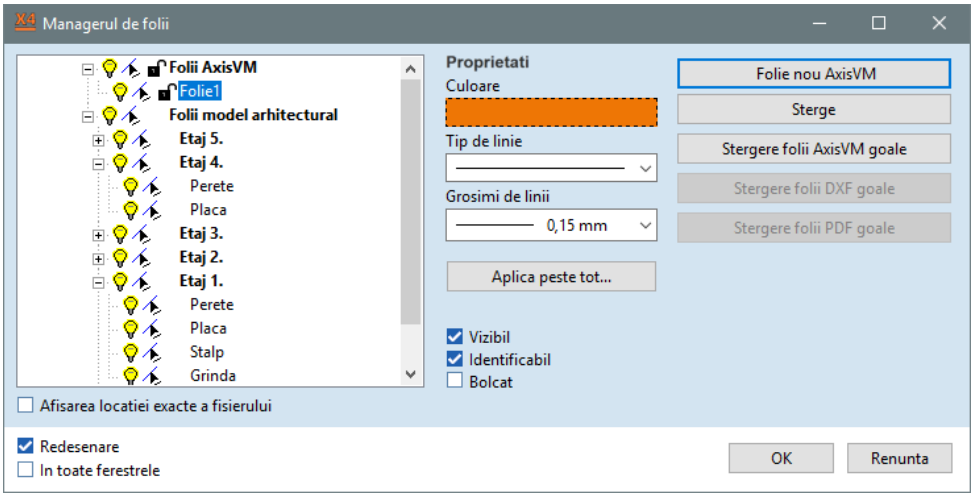
3.3.2. Setări



Vezi detaliat... 2.16.19 Setări

3.3.3. Managerul de folii

[F11]



În managerul de folii sunt afişate toate foliile create în AxisVM şi foliile încărcate DXF respectiv ArchiCAD.
În model se poate încărca un singur fişier ArchiCAD sau mai multe fişiere DXF. Programul la pornirea cotării creează automat o folie *Cotă* dacă aceasta încă nu există.

În structura foliilor, din partea stângă a ferestrei de dialog, se poate seta denumirea foliilor. În câmpurile din dreapta se poate seta: culoarea, tipul de linie, grosimea liniei, vizibilitatea şi sensibilitatea pentru elementele foliei. Dacă este selectată denumirea unui fişier DXF atunci se pot selecta caracteristicile tuturor foliilor care aparţin fişierului DXF. Proprietăţile foliilor structurale AxisVM nu se pot modifica.
Prin apăsarea butonului *Aplică peste tot,* se pot seta proprietăţile (Culoarea foliei, Tipul liniei foliei, Grosimea liniei foliei) elementelor conform foliei DXF.

Vizibilitatea şi senzitivitatea foliilor şi a fişierelor DXF se poate seta cu beculeţul sau cursorul afişat în structura foliilor AxisVM.

Folie nouă AxisVM — La crearea foliei se poate seta denumirea, culoarea şi grosimea liniei.

Şterge — În lista sau în structura foliilor se pot selecta mai multe folii sau grupuri de folii şi se pot şterge cu tasta **[Del]** sau butonul de *Ştergere*.

Ştergere folii AxisVM goale — Se şterg foliile AxisVM care nu conţin elemente.

Ştergerea foliilor DXF goale — Se şterg toate foliile DXF importate care nu conțin elemente.

Ştergerea foliilor PDF goale — Se şterg toate foliile PDF importate care nu conțin elemente.

Aplică pe toate elementele... — Aplică proprietățile selectate (culoarea, tipul și grosimea liniei) la toate obiectele din folie.

Vizibil

Setează vizibilitatea foliei. Este echivalent cu clic pe simbolul de bec.

Detecția foliilor

Dacă este activată, cursorul va detecta elementele foliei. Este echivalent cu clic pe săgeată.

Blocat

Foliile blocate nu pot fi editate.
Se poate activa și prin clic pe lacăt.

Afișează calea

Dacă este activată, arborele va afișa numele foliilor importate impreună cu calea fișierelor.

Actualizare automată

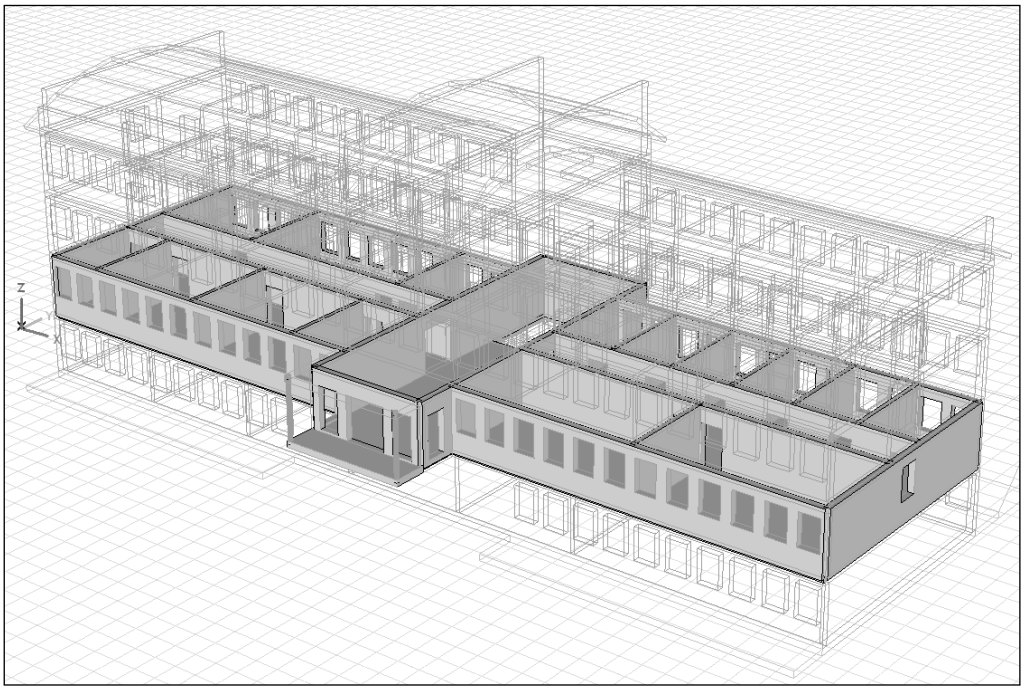
Se schimbă automat proprietățile sau vizibilitatea foliilor în fereastra activă.

Actualizare totală

Toate ferestrele se vor actualiza dacă este activă opțiunea. În caz contrar, doar fereastra activă va fi actualizată.

3.3.4. Niveluri

[Ctrl+R]

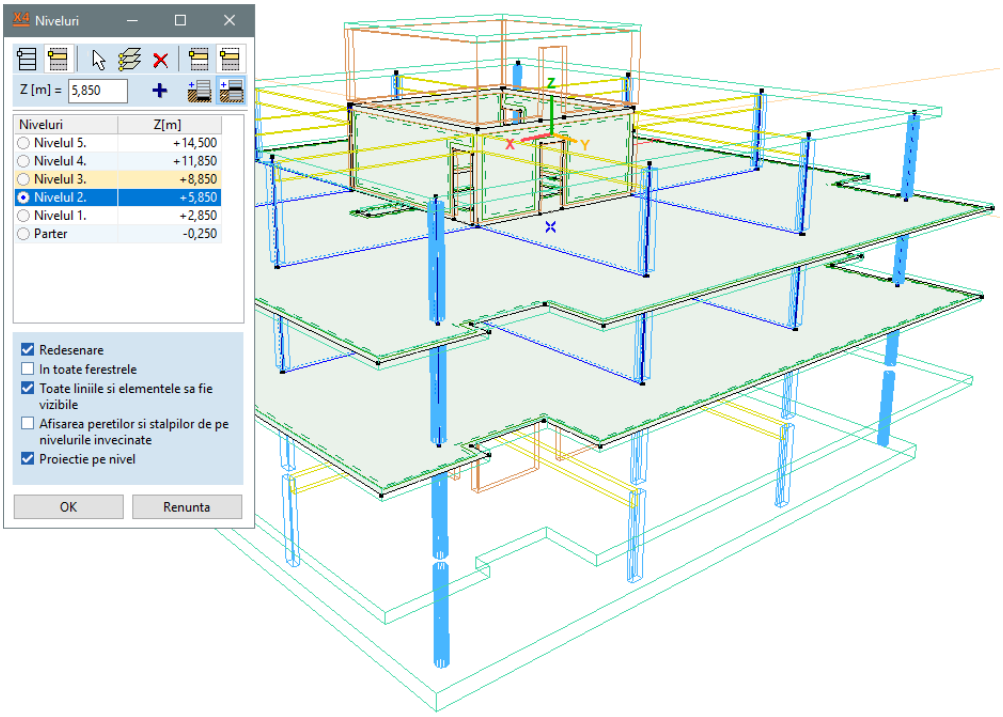


Pentru introducerea uşoară a modelelor există posibilitatea de a defini nivelurile. Nivelurile se pot defini înainte de realizarea modelului, dar şi ulterior.
Nivelurile sunt nişte planuri de lucru speciale, paralele cu planul global X-Y de ordonată Z.
Când este ales un nivel, cursorul se deplasează numai în planul nivelului. Cursorul rămâne în planul nivelului chiar dacă aparent este pe un element în afara planului. În acest caz, coordonata punctului identificat este proiectat pe planul de lucru. În acest mod se pot redesena elementele principale dintr-un alt plan.
Ordinea nivelurilor se generează automat în funcţie de ordonata Z (nivelul cel mai de jos va fi cel cu ordonata cea mai mică). Denumirea nivelurilor se face automat, dar se poate seta care să fie parterul. Dacă se modifică limba de documentare, se modifica şi denumirea nivelurilor.
Includerea elementelor în niveluri se face automat, în funcţie de poziţia lor geometrică. Un element este inclus în nivel în cazul în care coordonata Z cea mai mică este mai mare sau egală cu coordonata Z a nivelului şi este mai mică decât coordonata Z a nivelului următor.
Este posibil ca un element să fie inclus în mai multe niveluri (de ex. un stâlp sau un perete care este pe înalţimea mai multor niveluri).
Acest neajuns se poate rezolva cu funcţia “tăierea obiectelor cu un plan”. Elementele rezultate vor fi

incluse automat în nivelul potrivit.
Nivelurile definite vor fi incluse şi la detaliile logice, dar ştergerea acestor detalii nu este posibilă.

☞ ***Nivelurile aici definite ajută numai la editare şi vizualizare, rezultatele analizelor nu sunt influenţate.***

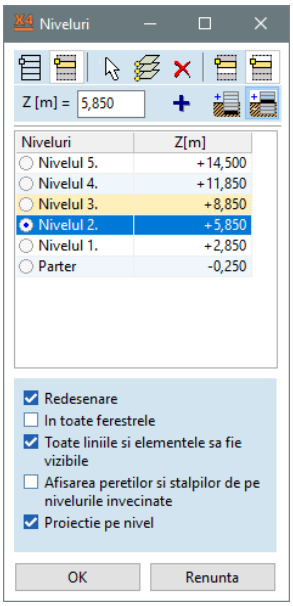
Nivelurile pentru analiza seismică se vor defini în cadrul parametrilor seismici.



La definirea nivelurilor există următoarele opţiuni:

Dezactivare afişare nivel

Când este activată opţiunea, nivelurile nu sunt afişate. În acest caz este afişat modelul sau detaliul definit de utilizator.
Cu această opţiune activată se pot defini sau şterge niveluri.



Activare afisare nivel

Când este activată opţiunea, nivelurile sunt afişate. În listă, nivelul actual este marcat cu un cerculeţ negru. Un alt nivel se poate selecta uşor cu mausul.
La activare se vor afişa (în fereastra activă) numai elementele din nivelul respectiv.

☞ ***Simultan se poate activa numai un nivel, dar de afişat, se pot afişa mai multe. Editarea se poate face numai în nivelul activ.***

Definirea nivelurilor în mod grafic (preluare)

Se aleg nodurile la nivelul cărora se doreşte definirea nivelurilor. La terminarea comenzii se dă clic pe partea goală a ecranului. În urma comenzii lista nivelurilor se generează automat.

Definirea numerică a nivelurilor

Se introduce în câmpul de editare coordonata nivelului şi se tastează butonul "+".

Definirea atomată a nivelurilor

Funcţia se poate utiliza dacă modelul conţine plăci. Programul generează automat nivelurile în funcţie de cota plăcilor. Pentru fiecare domeniu orizontal se va defini un nivel. Este posibil ca să apară niveluri nedorite, ulterior aceste niveluri se pot şterge.

☞ ***Ordonata unui nivel nu se poate modifica ulterior. Problema se poate soluţiona cu ştergerea nivelului şi definirea unui nivel nou.***

Ştergerea nivelurilor

Nivelurile selectate se pot şterge. Selectarea se face cu ajutorul mausului şi a tastelor CTRL sau SHIFT. În urma ştergerii se schimbă denumirile nivelurilor rămase. Nivelurile şterse se şterg şi din lista detaliilor logice.

☞ ***La ştergerea nivelurilor elementele nu se şterg.***

Afişarea nivelului de sub nivelul activ.

Se poate activa afişarea nivelului de sub nivelul activ. Funcţia se poate folosi când se doreşte afişarea elementelor din nivelul de sub nivelul activ.

Afişarea nivelului de deasupra nivelului activ

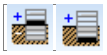
Se poate activa afişarea nivelului deasupra nivelului activ. Funcţia se poate folosi când se doreşte afişarea elementelor din nivelul de deasupra nivelului activ.
Dacă se doreşte afişarea modelului întreg sau şi a altor niveluri, aceasta se poate realiza din fereastra de detalii.

☞ ***Afişarea unui nivel nou se va face cu opţiunile de la niveluri. Detaliile activate se vor dezactiva.***

Adăugarea unui nou nivel

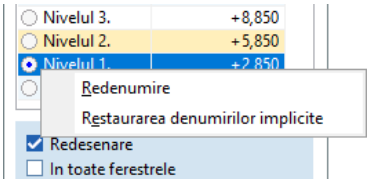
Se poate introduce un nou nivel prin itroducerea unei cote de nivel.

Denumirea nivelurilor



Cu opţiunile de aici se poate seta unde să fie parterul.

Redenumirea nivelurilor



Daţi clic dreapta pe un element din listă pentru deschiderea meniului. Nivelurile pot fi redenumite sau se poate reveni la denumirile lor implicite.
Se pot selecta mai multe opțiuni prin căsuțe de bifat.

Redesenare Desenele vor fi automat actualizate

În toate ferestrele Setările se vor aplica pe toate ferestrele

Toate liniile și elementele să fie vizibile Dacă este acivat un nivel, se vor afișa toate planșeele, toți pereții stâlpii și ginzile asociate nivelului respectiv. Dacă se dorește afișarea și a altor elemente (linii, corpuri rigide, elemente de legătură etc.) trebuie bifată această opțiune.

Afișarea pereților și stâlpilor de pe nivelurile învecinate De obicei sunt reprezentate nivelurile învecinate cu nivelul activ pentru a vizualiza stâlpii și pereții de susținere. Această opțiune ascunde planșeele și ginzile nivelurilor învecinate. Dacă este activat un nivel, desenarea stâlpilor și pereților începe automat cu înălțimea nivelului.

Proiecție pe nivel Această opțiune este pentru proiectarea tuturor coordonatelor detectate pe planul nivelului. Este util în cazurile în care pozițiile pereților și a stâlpilor de sub planșeu trebuie transferate la bază.

3.3.5. Axe

Vezi detaliat... 2.16.8 Axe

3.3.6. Linii de ghidare

[CTRL]+[G] **Vezi detaliat...** 2.16.9 Linii de ghidare

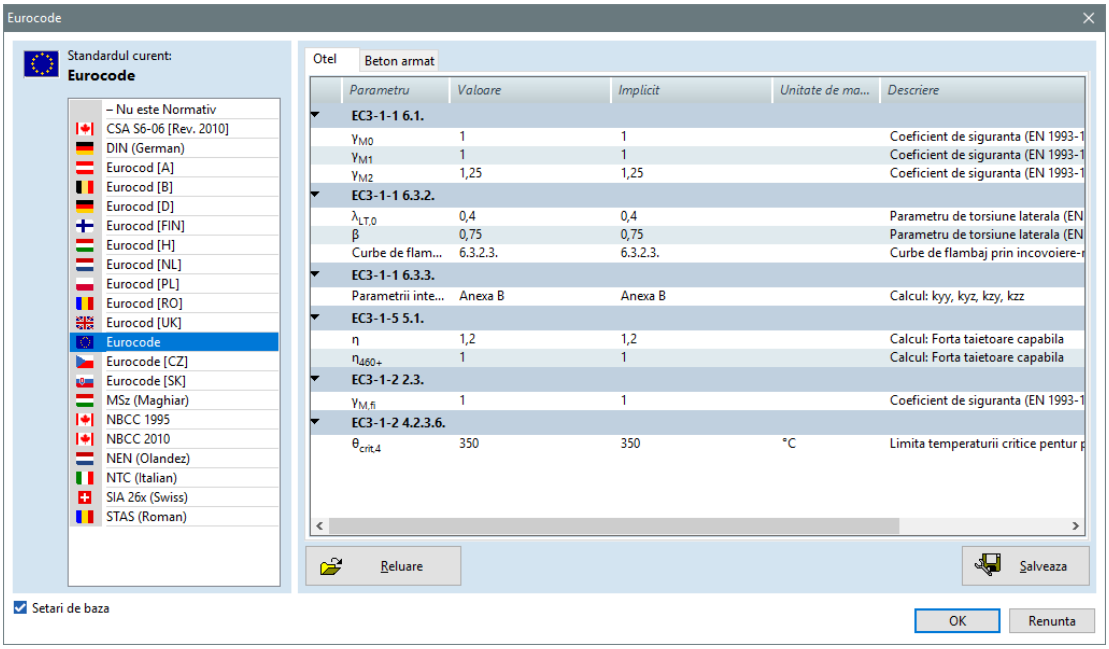
3.3.7. Standard

Părţile programului care depind de standarde funcţionează conform standardului ales aici. La schimbarea standardului de calcul, datorită calculelor diferite ce intervin în combinaţiile de dimensionare, parametrii grupărilor de încărcări se şterg, cu excepţia factorilor de siguranţă. De asemenea se şterg parametrii analizelor seismice precum şi ipotezele încărcărilor seismice.
Deoarece anumite caracteristici de materiale precum şi parametrii de armare sunt luate în funcţie de standard, se recomandă la schimbarea standardului de calcul, revizuirea şi a acestor date.

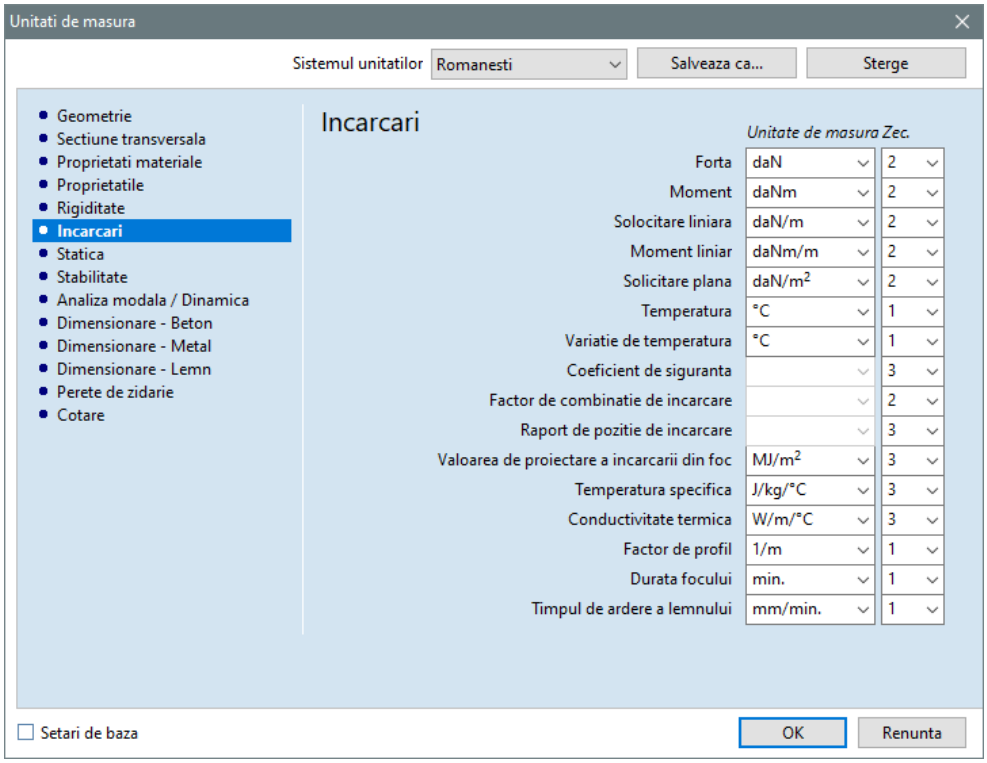
Dacă opţiunea ***Setări de bază*** este activată, modelele noi se vor crea cu standardul selectat.

În cazul Eurocodurilor este posibilă setare parametrilor de proiectare de către utilizator în funcție de Anexe. Această caracteristică oferă flexibilitate în cazul standardului, de asemenea cu modificarea parametrilor implicite este posibilă proiectarea după stasuri care nu sunt implementate în program.
Tabelul afișează simbolul, valoarea, valoarea de bază, unitatea de măsură, descrierea și referința standardului pentru fiecare parametru. În cazul parametrilor, numai valoarea acestora poate fi modificată.
Valorile sunt înregistrate prin apăsarea butonului OK în fereastra principală și salvate cu modelul. În cadrul acestui model, programul va folosi aceste valori în timpul calculului. Dacă schimbăm standardul în model, atunci valorile parametrilor se pierd dacă nu sunt salvate ca și setări de bază. Valorile setate pentru parametri pot fi salvate ca și setări de bază pentru un standard, printr-un clic pe butonul *Salvare* din fereastră. După salvarea valorilor parametrilor, la crearea unui nou model, alegând standardul dat, valorile setate anterior apar în coloana *Valori*.
Coloana *Valori de bază* afișează parametrii de bază a standardului ales. Faceți clic pe butonul *Restabilire* pentru a restabili starea inițială a standardului selectat folosind setările de bază.
Conform regulilor și reglementărilor din Anexa Națională, parametrii pot fi clasificați în trei grupe:

- parametrul este dat de un număr (de exemplu, factori parțiali): valoarea poate fi editată direct;
- parametrul este dat de o formulă; în cele mai multe cazuri constantele formulei sunt specificate în AN (de ex.:, secțiunea minimă pentru stâlp de beton armat), în acest caz constantele pot fi editate (notă: constantele de obicei sunt reprezentate prin litera c);
- parametrul nu este dat nici de un număr, nici de o formulă; (de exemplu, metoda de calculare a excentricităților de ordinul doi pentru stâlp de beton armat, curbele de flambaj ale grinzilor de oțel): în acest caz, metoda sau curbele pot fi selectate dintr-o listă.



3.3.8. Unităţi de măsură



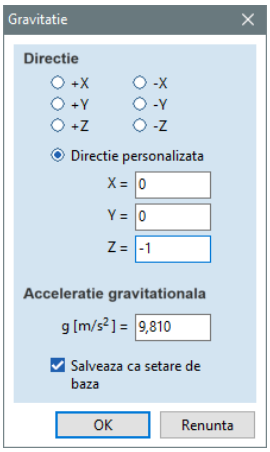
În această fereastră se pot alege unităţile de măsură şi formatul afişării lor. În partea dreaptă sunt afişate unităţile de măsură din categoria aleasă din partea stângă a ferestrei de dialog.
Se poate opta pentru unităţile de măsură DIN, SI şi derivatele acestora (ex. Forţă [N, kN etc.] lungime [m, cm etc.]) sau anglo-saxone (ex. Forţă [pound] lungime [feet, inch] etc.).

Setările individuale ale utilizatorului se pot salva cu nume pentru utilizări ulterioare. Din lista de selecţie alăturată de unităţile de măsură se poate alege formatul şi numărul zecimalelor.

Stocarea setărilor de unităţi

Software-ul stochează setările de unităţi şi formate definite în fişierul de date Axunits.ini care poate fi găsit în folderul *c:\Users\'username'\AppData\Roaming\AxisVM\15*.

3.3.9. Gravitaţia

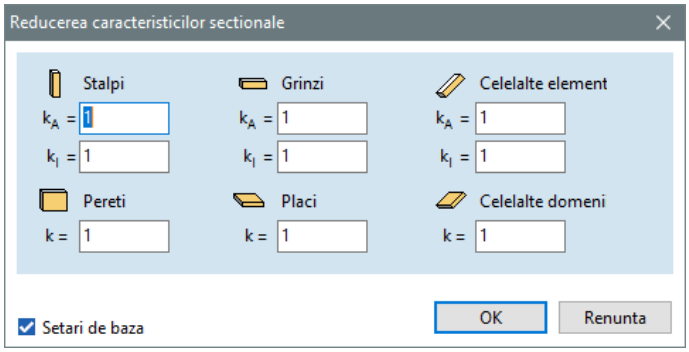


Se poate seta direcţia gravitaţiei. În mod implicit această direcţie este setată în direcţia negativă a axei **Z**.
Direcţia gravitaţiei se poate seta în direcţiile conform sistemului global de coordonate sau într-o direcţie personalizată. Dacă este definită o *direcție personalizată*, trebuie specificată componenta vectorului pe X, Y și Z. Aici se poate defini şi valoarea acceleraţiei gravitaţionale.

Dacă se bifează căsuța *Salvare ca setări de bază*, toate modelele noi se vor crea cu setarea respectivă

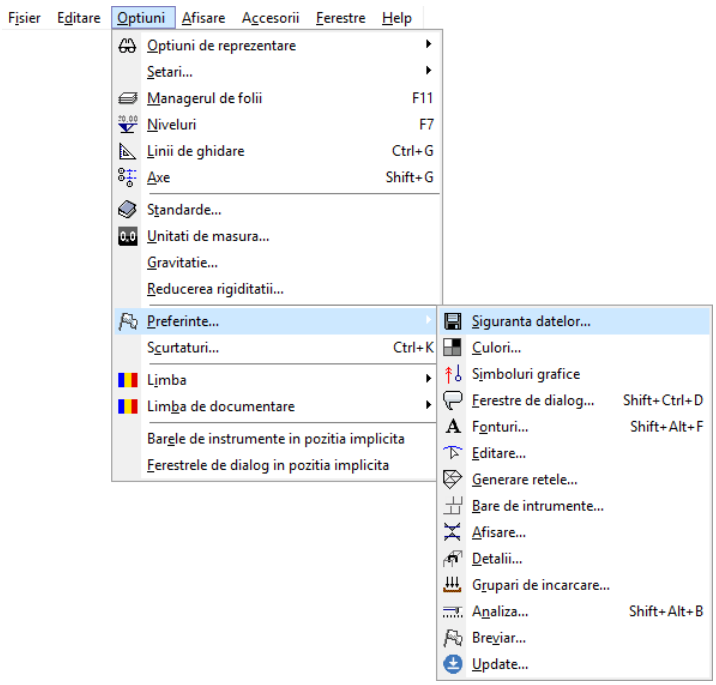
3.3.10. Reducerea rigidităţii

La stabilirea rigidităţii pentru calculul static sau dinamic al structurilor din beton armat trebuie acordată atenţia necesară influenţei fisurării.
Rigiditatea elementelor structurale din beton armat depinde de stadiul de comportare, respectiv de mărimea deformaţiei impuse şi, deci, de deschiderile fisurilor formate anterior.



Conform Eurocod, SIA, ITA, în cazul analizei seismice cu spectre de răspuns se pot defini coeficienţi de reducere a rigidităţii pe elemente (stâlpi, grinzi, pereţi, planţee).
Reducerea rigidităţii nu are deocamdată nici un efect asupra rezultatelor analizei statice sau dinamice.
La lansarea analizei modale avem posibilitatea de a decide dacă dorim să luăm în considerare reducerea caracteristicilor secţionale sau nu. În cazul în care luăm în calcul aceste reduceri, programul va reduce automat caracteristicile secţionale şi în cazul analizei statice.
În cazul elementelor de suprafaţă, această reducere se aplică rigidităţii calculate, iar în cazul elementelor liniare se poate defini cu ce coeficient să luăm în considerare aria secţiunii sau momentul de inerţie *(k_A* şi *k_I)*.
Dacă activăm opţiunea *Setări de bază*, aceşti coeficienţi se vor salva iar în cazul unui nou model, se vor seta automat aceste reduceri.
Valorile coeficientului de reducere a rigidității pot fi afișate cu etichete sau pot fi vizualizate în tabelul domeniilor.
Valorile apar, de asemenea, în tabelul *Reducere a rigidității pentru analiza spectrului de răspuns* în *Căutare în tabele.*

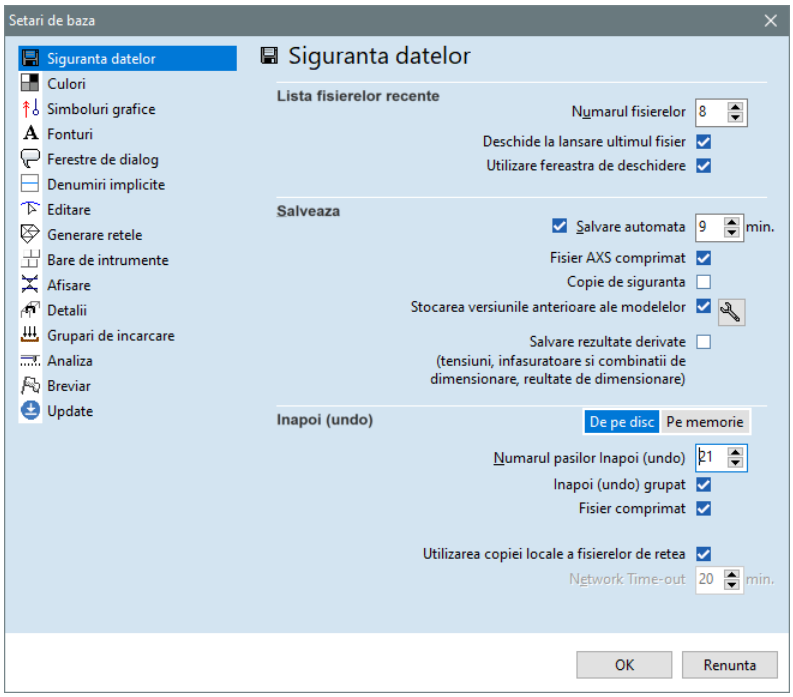
3.3.11. Preferinţe



Stocarea setărilor preferințelor

Software-ul stochează setările descrise mai jos în fişierele de date din folderul *c:\Users\'username'\AppData\Roaming\AxisVM\15* folder.

Siguranţa datelor



Lista fişierelor recente

La această opţiune se poate regla numărul fişierelor afişate la sfârşitul meniului *Fişier* precum şi încărcarea ultimului fişier deschis.

Fereastra de deschidere (**vezi...** 2.2 Instalare, lansare, schimbare de versiune, capacitate, limbă) se poate utiliza din nou dacă optiunea *Utilizare fereastra de deschidere* este selectată.

Salvare

Salvare automată

Se poate seta salvarea modelului în intervale de 1-99 minute.

Modelul este salvat în biblioteca *c:\Documents și Settings\username\Local Settings\Temp cu denumirea ~nume_model.avm*. Dacă în timpul rulării apare o eroare, modelul este salvat în fișierul $*nume_model.avm*

Fișier AXS comprimat

Dacă este activată această opțiune, fișierul .AXS va fi salvat într-un format comprimat. Dimensiunea medie a unui fișier comprimat este de aproximativ 10% din fișierul necomprimat. Comprimarea este mai eficientă pe fișiere mai mari. Fișierele de rezultate .AXE nu vor fi comprimate.

Copie de siguranţă

Se poate opta pentru salvarea unei copii de siguranţă înainte de salvare.
Această copie se face numai cu datele de intrare.
Copie de siguranţă la salvare: înainte de salvare programul face o copie a fişierului care se suprascrie. Numele fişierului creat este *numemodel*.**~AX**.

Stocarea versiuniilor anterioare a modelului.

Se poate păstra starea modelului care a avut-o înainte de salvare.

Putem accesa fereastra setărilor cu iconița din stânga.

Vezi... 3.1.2 Versiuni anterioare...

Salvarea rezultatelor derivate

Selectând opţiunea *Salvare rezultate derivate,* tensiunile, înfăşurătoarele, combinaţiile de dimensionare şi rezultatele dimensionărilor sunt salvate în fişierul cu rezultate.

Înapoi (Undo)

Pasul înapoi poate fi *De pe disc* sau *Din memorie*.
În cazul modelelor mai mari și/sau în cazul memoriei mici se recomandă prima opțiune.
Numărul paşilor care se pot anula, se poate regla între 1-99. Dacă funcţia *Înapoi grupat* este dezactivată, obiectele geometrice realizate cu o singură comandă se pot reface linie cu linie.

Se poate seta unde să stocheze programul variantele anterioare ale modelului: în memorie sau pe hard-disk.
Cu prima opţiune programul funcţionează mai repede iar cu ultima foloseşte mai puţină memorie.

Lucru pe copia locală a fişierelor de reţea

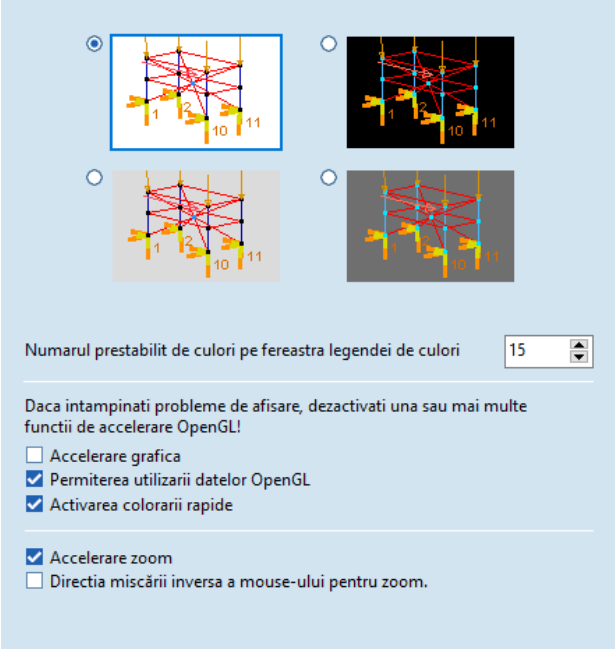
În cazul modelelor deschise prin rețea, viteza de transfer al rețelei poate limita viteza de lucru al programului. Acest fenomen poate fi evitat dacă setăm ca programul să creeze copii locale ale fișierelor din rețea. Copiile fișierelor temporare vor fi stocate în același loc unde se stochează și fișierele generate la rularea calculului, cu excepția cazurilor în care redirecționăm aceste fișiere în directorul modelului. În acest caz, copiile fișierelor ajung în directorul temporal al sistemului de operare Windows. Fișierele din rețea se actualizează la ficare salvare.

Time-out de reţea

În cazul utilizării unei chei de protecţie în reţea, după expirarea timpului setat aici se întrerupe rularea programului AxisVM dacă între timp nu s-a administrat cheia de protecţie în reţea.

Aceasta în general se poate întâmpla în cazul unui apel telefonic când nu folosiţi programul până la depăşirea time out-ului de reţea, după care un alt utilizator doreşte să acceseze cheia hardware. Atunci serverul pentru utilizatorul nou emite o licenţă nouă. După care dacă încercaţi să lucraţi în continuare, la următoarea citire de hardware, programul se opreşte şi va afişa un mesaj de eroare.

Culori



Vă permite să selectați culoarea de fundal a zonei grafice (negru, gri închis, gri deschis sau alb). Etichetele, numerele, simbolurile și elementele își vor schimba automat culorile pentru a rămâne vizibile.
Numărul implicit de culori pe fereastra legendei culorilor: Setați numărul de culori afișate în fereastra legendei culorilor (**vezi...** 2.18.4 Paleta de culori)

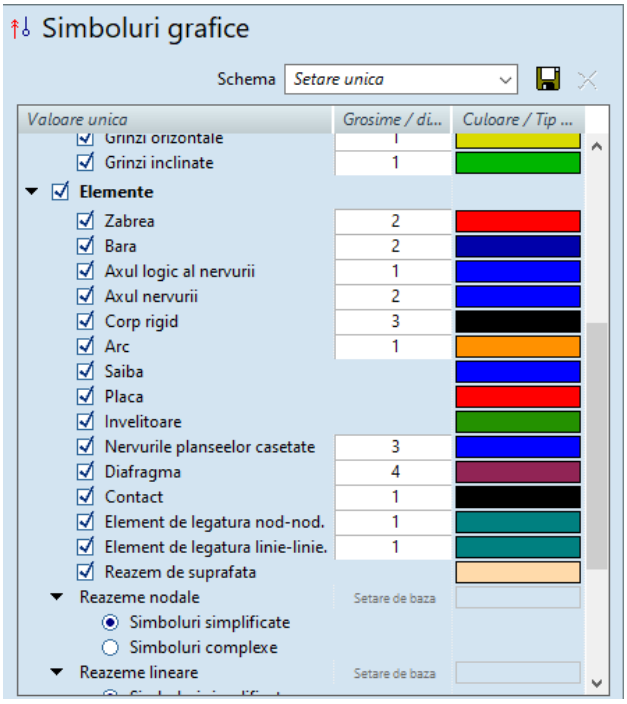
Setări OpenGL

Activează Accelerația grafică hardware, Permite introducerea în cache a datelor OpenGL și Permite colorarea rapidă pentru o rotire mai rapidă și mai lină a modelului - dacă placa video și driverul o acceptă. Rezultatele depind foarte mult de detaliile de configurare ale sistemului de operare, ale driverului și ale plăcii grafice, astfel încât transformarea uneori a tuturor sau a unora dintre aceste setări poate îmbunătăți performanța.

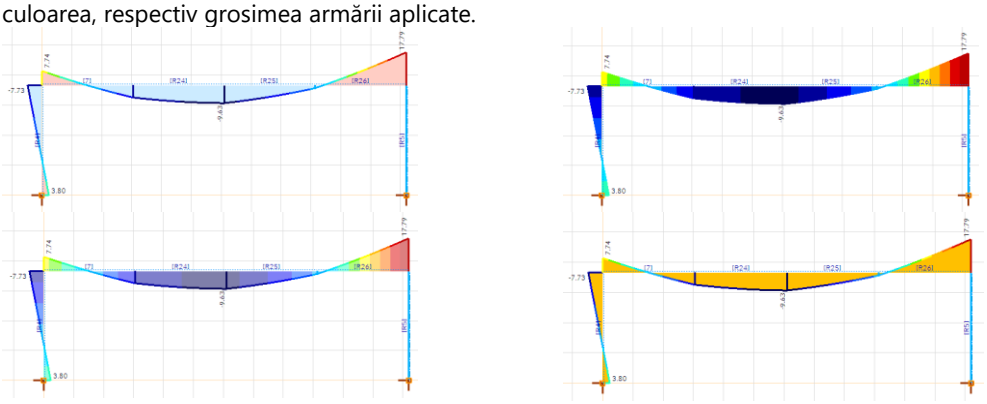
Accelerarea zoomului ascunde etichetele și alte elemente care nu sunt scalate în timpul zoom-ului.

Inversarea direcției de rotație a roții mouse-ului pentru zoom. Dacă nu este bifată, roata mouse-ului are un comportament implicit: rotirea roții spre interior micșorează, rotirea roții spre exterior mărește vederea. Dacă este bifat, aceste funcții vor fi inversate.

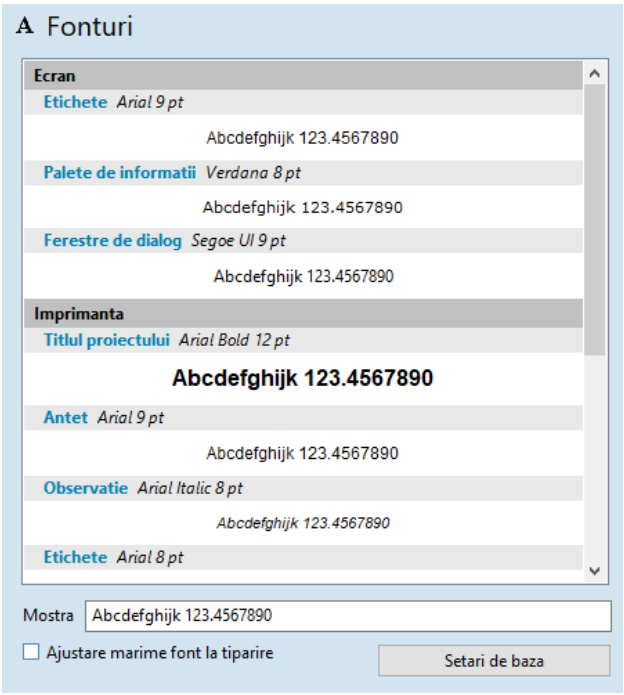
Simboluri grafice



Poate fi personalizată culoarea şi grosimea de linie a simbolurilor.
Dacă în coloana *Valoarea personalizată* nu este bifată căsuţă, simbolul va rămâne cu setările implicite. Dacă este bifată, puteţi modifica grosimea şi culoarea simbolului. Noile setări pot fi salvate într-o scemă prin comanda *Salvare*. Schemele pot fi reîncărcate selectându-le din listă.
Începând cu versiunea X4 se poate edita culoarea sistemelor locale, diagramelor de rezultate, şi culoarea, respectiv grosimea armării aplicate.



Fonturi



Această listă permite schimbarea fonturilor utilizate pe ecran şi la ieşirea tipărită. Mutaţi-vă în listă cu tastele cursorului sau făcând clic pe elemente. Faceţi dublu clic pe linia selectată sau apăsaţi Enter pentru a schimba fontul.Pentru a schimba eşantionul editaţi textul de exemplu.
Faceţi clic dreapta pe un element pentru a afişa meniul pop-up.

Modifică... : schimbă fontul.
Font implicit: resetează fontul selectat la valoarea implicită.

Click pe Setări Implicite pentru a reseta toate fonturile la valoarea implicită.

Ecran

Etichete desen — Font utilizat pentru numerotarea şi etichetarea pe desenele modelului. Liniile de cotă şi casetele de text au propriul lor font, **vezi...** 2.16.11 Cote, linii de cote, inscripţii

Ferestre de informare — Fontul folosit pentru ferestrele de informaţii de pe ecran (fereastra legendei culorilor, fereastra informaţiilor, fereastra de coordonate), **vezi...** 2.18 Palete de informaţii

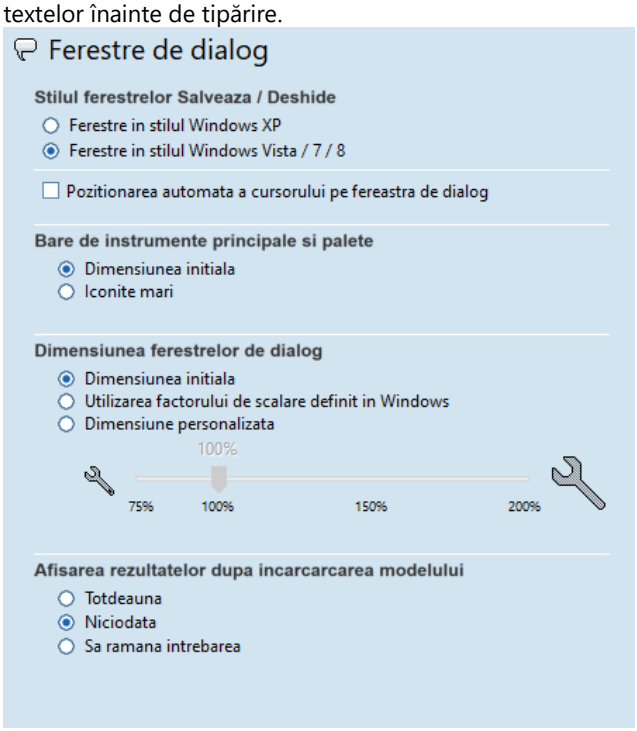
Ferestre de dialog — Font folosit pentru dialoguri.

Printer	*Titlul proiectului* *Antetul paginii* *Cometariu*	Fonturi utilizate pentru antetul paginii tipărite. **Vezi...** 3.1.10 Antet
	Etichete	Font utilizat pentru numerotarea și etichetarea pe desenele modelelor tipărite. Liniile de cotă și casetele de text au propriul lor font.
	Ferestre de informare	Fontul folosit pentru ferestrele de informații (fereastra legendă a culorilor, fereastra de informații) atunci când este tipărit pe desene.
Raport	*Titlu tabel*	Fontul folosit pentru titlurile tabelelor tipărite.
	Rândul antet tabel	Font folosit pentru primul rând (antet) rând de tabele.
	Rânduri tabel	Fontul folosit pentru restul tabelului.

Datorită rezoluției diferite a ecranului și a imprimantei, raportul dintre dimensiunea etichetelor și desenul este diferit pe cele două dispozitive, în special în cazul casetelor de text. Bifați/debifați Ajustați dimensiunea fontului când imprimați dacă nu sunteți mulțumit de rezultat.

Setarea tipului de caracter şi a mărimii acestuia cu care apar inscripţiile în ferestrele de lucru şi în ferestrele de informaţii.Se poate reveni la setarea de bază cu butoanele de *Setări de bază*.
Din cauza diferenței de rezoluție între monitor și imprimantă, după imprimare diferă raportul dintre text și desene. Prin activarea opțiunii *Ajustare mărime font la tipărire*, se pot modifica dimensiunile textelor înainte de tipărire.

Ferestre de dialog



Dacă sistemul de operare este o versiune mai recentă decât Windows Vista, aveți posibilitatea de a modifica stilul ferestrelor *Salvează* și *Deschide*. În Windows XP este disponibilă doar prima opțiune.
Dacă este selectată a doua opțiune este necesară înregistrarea în regiștri a unei librării (acest DLL face parte din pachetul AxisVM). Prin instalarea programului cu drepturi de administrator această înregistrare este făcută automat. Fără drepturi de administrator această înregistrare eșuează făcând previzualizarea nedisponibilă. Librăria poate fi înregistrată lansând

!REGISTER_PreviewLib.BAT

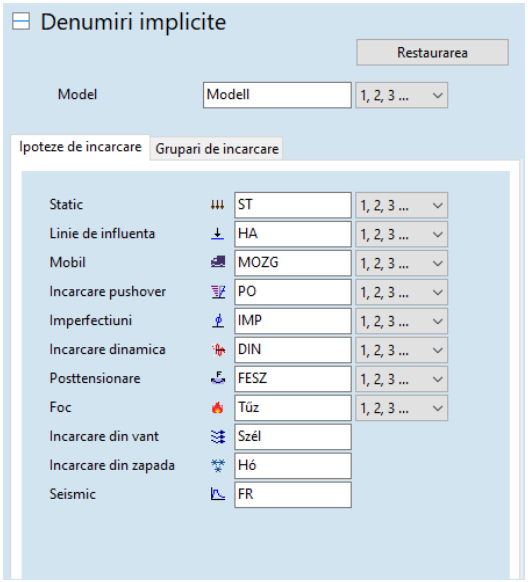
din directorul AxisVM.

Poziționarea automată a cursorului pe fereastra de dialog poziționează cursorul automat pe butonul OK a ferestrelor de dialog. Unele drivere pentru mausuri au inclusă această funcție, fără să fie activă în AxisVM.

Când se lucrează cu monitoare cu rezoluție mare se recomandă utilizarea barelor de instrumente, palete, ferestre de dialog și cursoare mărite. *Barele de instrumente principale și palete* oferă două opțiuni pentru butoanele barelor. Dacă alegeți *Iconițe mari* se vor scala și anumite cursoare.

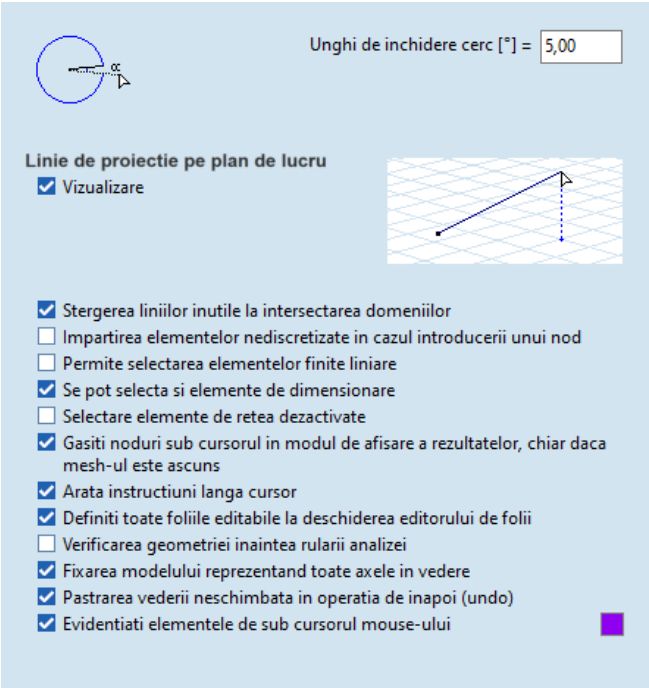
Dimensiunea ferestrelor de dialog permite scalarea ferestrelor între 75 și 200%. Pot fi aplicate și setările din Windows de la *Control Panel / Display*.
Deschiderea modelelor mari cu un fișier cu rezultate uriaș poate încetini încărcarea rezultatelor considerabil. Opțiunea Afișarea rezultatelor după încărcarea modelului controlează ce se întâmplă atunci când un model cu rezultate a fost deschis. Rezultatele vor fi afișate Întotdeauna/Niciodată/ Întotdeauna cere (se afișează un dialog pentru a confirma afișarea rezultatelor).

Nume implicite



Schimbă Modelul pentru a schimba setul de nume implicit pentru un model nou. Selectați stilul postfixului (1, 2, 3 ... sau A, B, C, ...) anexat pentru a genera un nume unic.
Numele implicite și stilurile postfix ale cazurilor de încărcare noi sau ale grupurilor de încărcare pot fi editate la fel.
Făcând clic pe Reset, se resetează toate numele și stilurile la valorile implicite ale acestora.

Editare



Unghi de închidere cerc

În cazul desenării arcelor dacă unghiul central este mai mic decât valoarea α sau este mai mare decât 360-α, se generează cerc întreg.

Linie de proiecţie pe plan de lucru

Se poate opta pentru afişarea liniei de proiecţie. Reprezintă distanţa cursorului faţă de planul de lucru.

Stergerea liniilor inutile la intersectarea domeniilor

Se poate seta ca liniile inutile rezultate din intersectarea domeniilor sa fie şterse.

Împăţirea elementelor nediscretizate în cazul introducerii unui nod

AxisVM utilizează elemente structurale. Acestea sunt elemente liniare compuse din unul sau mai multe elemente finite. Elementele nediscretizate conţin un singur element finit. Dacă se introduce un nod pe un element structural sau dacă se împarte elementul, acesta rămâne neafectat, dar va fi compus din mai multe elemente finite. Dacă daţi clic pe un elemen structural se vor selecta toate elementele finite care aparţin elementului structural. Acest comportament poate fi modificat activând această opţiune. Noile noduri introduse vor separa elementele structurale. Pentru a împărţi elementele existente utilizaţi comanda *Editare / Dezasamblarea elementelor structurale*.

Permite selectarea elementelor finite liniare

Dacă este activată această opţiune, se pot selecta separat elementele finite din elementele structurale. În caz contrar doar elementele structurale se pot selecta.

Se pot selecta si elemente de dimensionare

Dacă este activată această opţiune, se pot selecta separat elementele de dimensionare.

Selectare elemente de reţea dezactivate

Dacă această funcţie este dezactivată (setare de bază), atunci punctele şi liniile reţelei dezactivate nu se pot selecta şi nici în tabele nu se vor afişa.
Dacă funcţia este activată, se pot selecta punctele şi liniile reţelelor dezactivate. Aceste elemente selectate se vor afişa şi în tabele.

Arată instrucţiuni lângă cursor

Afişează o fereastră tooltip lângă cursor cu instrucţiuni. Dacă este dezactivată mesajul cun instrucţiuni apare doar în partea inferioară a ferestrei, în bara de stare.

Toate foliile să devină editabile la deschiderea editorului de folii

Toate foliile blocate se vor debloca la deschiderea editorului de folii.
Vezi...2.16.12 Editarea foliilor de fundal.
În caz contrat foliile blocate vor trebui deblocate manual.
Vezi... 3.3.3 Managerul de folii şi 2.6 Taste rapide.

Verificarea geometriei înaintea rulării analizei

La activarea acestei opţiuni se lansează verificarea geometriei înaintea fiecărei analize.
Vezi... 4.8.19 Verificarea reţelei

Încadrarea modelului şi a axelor în vedere

Dacă această opţiune este activată şi modelul este setat să fie încadrat în vedere, axele modelului sunt de asemenea luate în considerare.

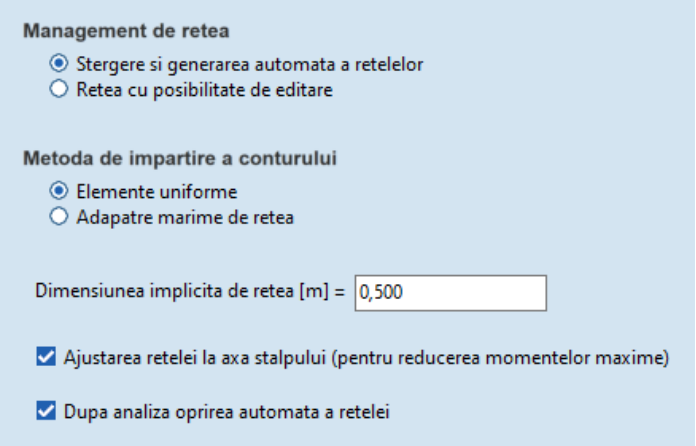
Păstrarea vederii neschimbată în operaţia de înapoi (undo)

Dacă este activă opţiunea, operaţia de înapoi nu afectează vederea modelului. În caz contrar vederea va sări la vaderea la care era înainte.

Evidenţierea elementelor de sub cursorul mouse-ului

Culoarea elementului (sau a elementelor) identificate de cursorul mouse-ului se modifică (în reprezentarea în linii şi în reprezentarea randată). Culoarea poate fi schimbată făcând clic pe caseta din dreapta.

Generare reţele



Management de rețea

Sunt două opțiuni:

Stergerea şi generarea automată a reţelelor

Dacă se editează un domeniu, programul automat şterge reţeaua de pe acesta. La pornirea analizei aceste reţele şterse sunt regenerate automat.

Reţea cu posibilitate de editare

Reţeaua generată se poate modifica.

Metoda de împărțire a conturului

Elemente uniforme

Independent de conturul şi forma domeniului se generează o reţea cu dimensiunile date de utilizator (mai puţine elemente finite).

Adaptare mărime de reţea

Programul generează o reţea optimă de elemente finite tinând cont de forma domeniului. Zonele unde dimensiunea definită de utilizator este posibilă, se utilizează aceasta iar unde este necesar se generează o reţea mai fină.

Dimensiunea implicită de reţea

Dacă se generează o reţea pe un domeniu pe care încă nu a fost generată reţea, în fereastra de dialog *Parametri de generare reţele* se va afişa implicit această valoare.

Netezire automată în jurul stâlpiror

Netezirea automată a reţelei de elemente finite in punctele unde apar momentele maxime.
Vezi... 4.11.1.2 Generare reţea pentru domenii

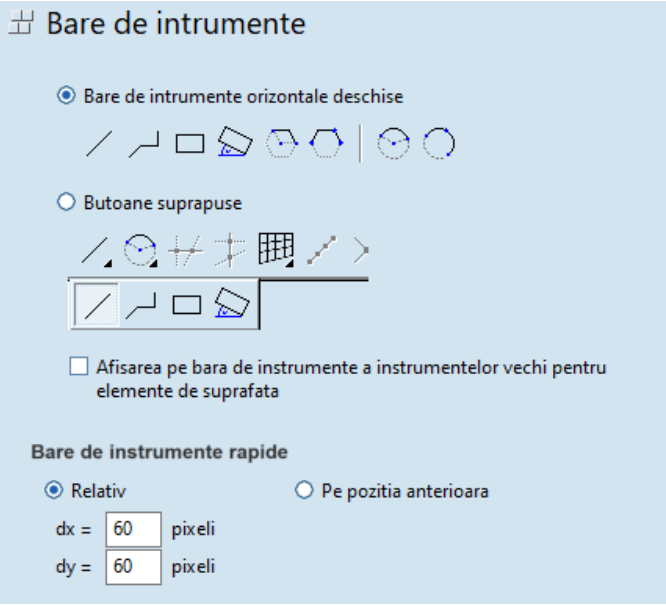
Ajustarea rețelei la axa stâlpului

Opțiunea ***Ajustarea rețelei la axa stâlpului*** ia în considerare poligoanele convexe a secțiunilor stâlpilor la generarea rețelei. Utilizarea acestei opțiuni este necesară pentru a putea aplica reducerea momentelor maxime în elementele de suprafață deasupa stâlpilor. **Vezi...** 4.11.1.2 Generare reţea pentru domenii

Dezactivarea reţelei după analiză

Dacă activăm opţiunea *Dezactivarea automată a reţelei după analiză*, după efectuarea analizei se va dezactiva automat reprezentarea reţelei.

Bare de instrumente



Bare de instrumente

Dacă opţiunea ***Bare de instrumente orizontale deschise*** este selectată, toate butoanele se vor afişa unul lângă celalat. Funcţiile separate se vor delimita cu o linie verticală.

Dacă opţiunea ***Butoane suprapuse*** este activată, butoanele se vor grupa prin suprapunere sub un buton reprezentativ. Aceste butoane reprezentative la partea stânga inferioară au o săgeată pe care prin clic se afişează toate butoanele suprapuse.

Nu mai este necesară crearea elementelor finite de suprafață, deoarece pot fi utilizate domeniile. În vederea compatibilității, în cazul modelelor vechi, aceste funcții rămân ascunse. Vizibilitatea poate fi controlată cu *Afișarea funcțiilor vechi legate de elementele finite de suprafață.*

Bare de instrumente rapide

Poziţionarea poate fi:

Relativă

În acest caz distanţa dx şi dy se poate defini în pixeli.

Pe poziţia anterioară

Barele de instrumente se vor afişa pe poziţia anterioară.

Afişare

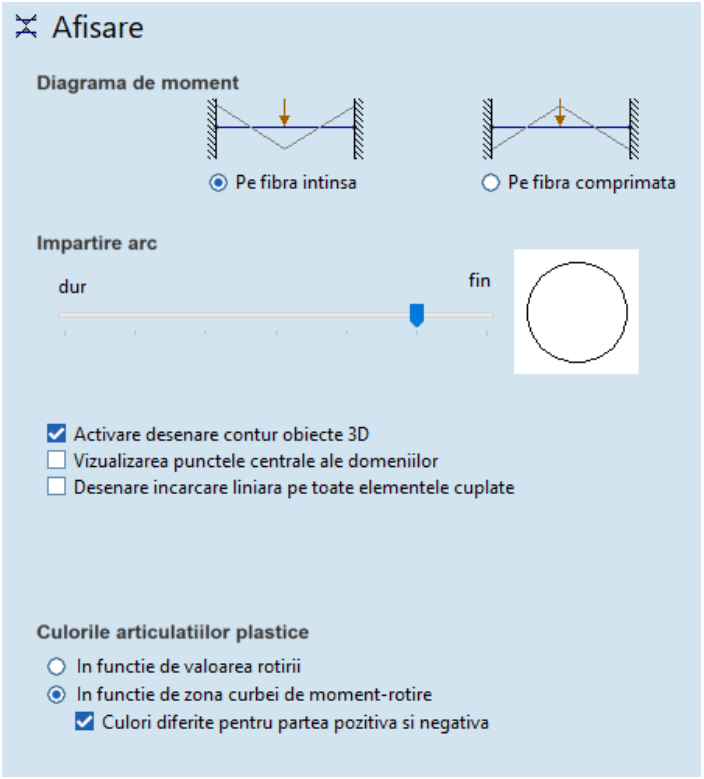


Diagrama de moment

Se poate seta ca diagrama de moment să fie desenată ***Pe fibra întinsă*** sau ***Pe fibra comprimată***.

Împărţire arc

Reprezentarea arcelor se face prin linii drepte. Se poate defini densitatea liniilor.
Definirea se face cu un buton deplasabil care se poate mişca de la dur pana la fin. Cu cât setarea este mai fină cu atât reprezentarea va fi mai exactă (acestă setare influenţează numai reprezentarea nu şi analiza).

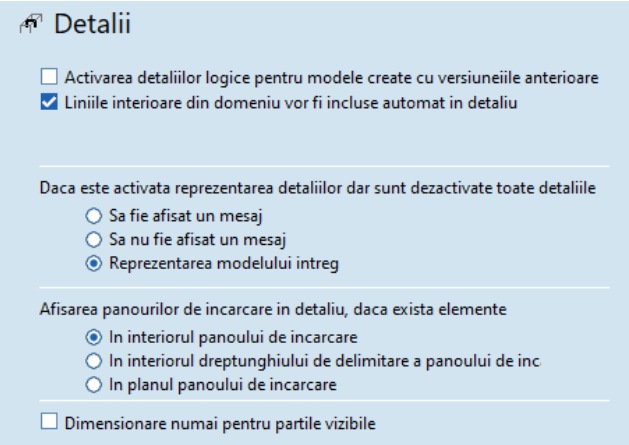
Opţiuni

Activare desenare contur obiecte 3D: În timpul modelării obiectelor (**vezi...** 4.9.4 Desenarea obiectelor) este posibilă afişarea elementelor cu conturul 3D fără activarea reprezentării randate.
Afișarea/ascunderea centrelor de suprafață și a meshului împreună: Dacă este activată/dezactivată, afișarea meshului activează automat/oprește simbolurile centrului de suprafață. Desenare încărcare liniara pe toate elementele cuplate: Controlează afişarea încărcării liniare pe intersecţia a două plăci şi un perete. Dacă opţiunea este activată şi dacă un detaliu conţine oricare element, se afişează şi încărcarea. Dacă opţiunea nu este activată atunci încărcarea va fi afişată numai pe elementul la care a fost ataşat (aşa se poate verifica în ce sistem local a fost definită încărcarea).

Culorile articulaţiilor plastice

Aceste setări determină codarea culorilor pentru articulaţiile plastice. Prima opţiune este de a colora articulaţiile în funcţie de rotirea lor. A doua opţiune este de a colora articulaţiile în funcţie de locul în care se află articulaţiile pe diagrama moment-curbură. Pot fi definite culori diferite pentru partea negativă şi pozitivă a diagramei.

Detalii



Activați părțile logice atunci când încărcați modele din versiunile anterioare
Dacă este activat, deschiderea unui model creat cu o versiune care nu acceptă părți logice activează automat părțile logice.
Includeți liniile interne de domenii în părți în mod implicit
Dacă sunt activate, liniile interne de domenii vor fi prezente în părțile în care domeniul este inclus.
Dacă utilizatorul afișează afișarea părților și debifează toate părțile, AxisVM se va comporta conform butonului radio selectat.
Afișarea panourilor de încărcare atunci când sunt vizibile doar părți poate fi controlată aici.
Efectuați calcule de proiectare numai pentru părți vizibile
Dacă caseta de selectare este activă, calculele de proiectare sunt efectuate numai pentru părțile vizibile. În cazul modelelor mari, acest lucru poate duce la un proces de calcul mai eficient. Cu toate acestea, dacă o altă parte este setată să fie vizibilă, este nevoie de ceva timp pentru a efectua calculul proiectării elementelor care nu au încă rezultate de proiectare. Dacă caseta de selectare este inactivă, programul efectuează calcule de proiectare pentru fiecare element din model simultan. În acest caz, dacă este selectată o altă parte, rezultatele proiectării sunt deja disponibile, iar utilizatorul nu trebuie să aștepte calculul în fiecare caz.
Caseta de selectare afectează numai calculul următoarelor componente de rezultat:

- Armare necesară
- Lățimea fisurilor
- Utilizarea elementelor structurale din oțel
- Utilizarea elementelor structurale din lemn

Activarea detaliilor logice pentru modele create cu versiunile anterioare

Dacă este activată, la deschiderea unui model creat într-o versiune care nu suportă detalii logice, activează detaliile logice automat.

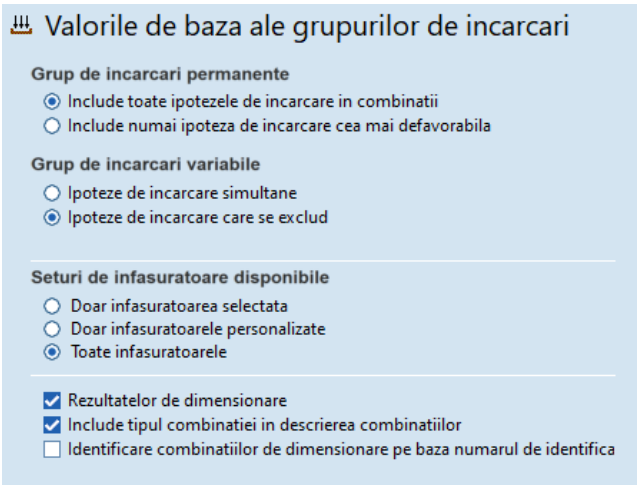
Liniile interioare din domeniu vor fi incluse automat în domeniu

Liniile interioare a domeniilor vor fi prezente în elemente în care este inclus domeniul.

Dacă utilizatorul activează reprezentarea pieselor și dezactivează toate piesele, AxisVM se va comporta conform butonului de selecție.

Aici se poate defini și ce să se întâmple în cazul în care dorim afișarea unui detaliu și ulterior dezactivăm toate detaliile. Se poate controla afișarea panourilor de încărcare în anumite detalii.

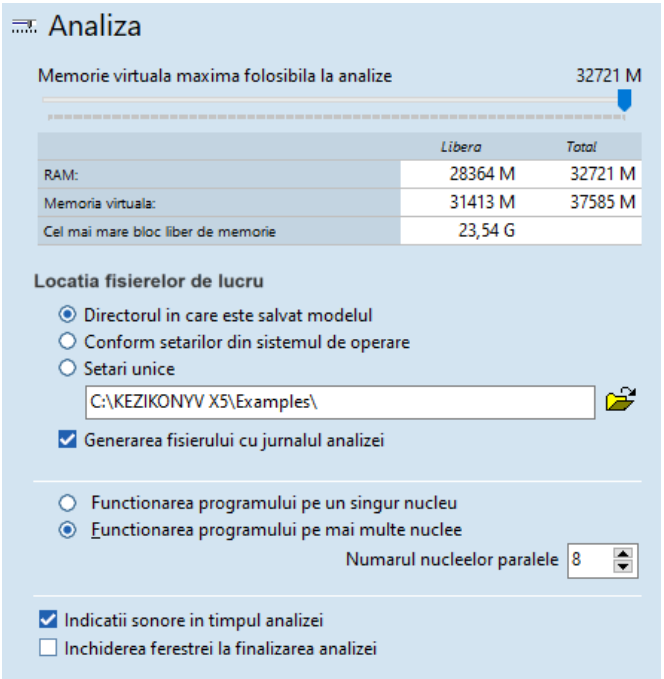
Grupuri de încărcări



În această fereastră pot fi definite setările implicite a grupurilor de încărcări.
Sunt de asemenea în această fereastră şi setările combinaţiilor şi a înfăşurătoarelor. Poate fi administrat de aici conţinutul listei combinaţiilor (în ferestrele statică şi de dimensionare). AxisVM permite crearea diferitelor setur de învelitoare (**Vezi...** *Opţiuni de reprezentare a rezultatelor* în 6.1 Statică). Dacă este activată prima opţiune, va apărea în listă doar învelitoarea selectată. Dacă este activată a doua opţiune, vor apărea în listă doar învelitoarele personalizate. Dacă este activată a treia opţiune, se vor afişa toate învelitoarelor implicite şi personalizate.
Poate fi extinsă descrierea combinaţiei pentru a arăta tipul combinaţiei (ULS sau SLS).

Rezultate critice: verificaţi pentru a permite găsirea combinaţiilor critice. Dacă rezultatele bifate vor fi disponibile numai pentru cazurile/combinaţiile de încărcare şi înfăşurătoarele lor.
Includeţi tipul de combinaţie în descrierea combinaţiilor: Descrierea combinaţiilor poate fi extinsă pentru a
arăta tipul de combinaţie (tipuri ULS sau SLS).
Afişează numărul de ID al combinaţiilor critice: Pentru a facilita compararea combinaţiilor critice, ID-ul combinaţiei critice poate fi afişat ca prefix.

Analiză



La începutul analizei programul determină mărimea memoriei libere şi conform acesteia sistemul de ecuaţii este descompus în blocuri. Aceasta asigură o eficienţă corspunzătoare pentru analiză. Dacă în timpul analizei se lucrează şi cu alte aplicaţii, atunci se poate reduce memoria care o poate utiliza programul lasând memorie şi pentru celelalte aplicaţii..

Utilizarea memoriei extinse

Dacă în calculator este instalată mai multă memorie decât 4GB, cu activarea opţiunii *Utilizarea memoriei extinse (AWE)* devine posibilă utilizarea acestei memorii pentru analize.
Este necesar ca în sistemul de operare să fie setată blocarea paginilor de memorie (**vezi...** 2.1. Cerinţe hardware).

Locaţia fişierelor de lucru

Se poate defini locaţia fişierelor de lucru.
Se poate opta pentru trei posibilităţi:
- Directorul fişierului modelului
- Conform setărilor din sistemul de operare
- Setări unice-fişierul de lucru se va salva în directorul specificat

Generarea fişierului cu jurnalul analizei:
Dacă această opţiune este activată, detaliile analizei vor fi salvate în fişierul numemodel_log.txt.

Funcţionarea programului pe un singur nucleu / Funcţionarea programului pe mai multe nuclee

Dacă opţiunea *Funcţionarea programului pe mai multe nuclee* este activată şi calculatorul permite, rezolvarea sistemului de ecuaţii se face pe mai multe nuclee. Procesorul calculatorului trebuie să dispună de tehnologia Hyperthreading, DualCore sau Quad Core.
Timpul de rulare se reduce semnificativ. Reducerea depinde de mărimea memoriei RAM, de dimensiunea şi de structura modelului. Timpul analizei statice se reduce de 1.5-2 ori iar timpul analizei modale de 4-5 ori.
Definirea Numărului de nuclee paralele permite ajustarea programului la capacităţile procesorului.

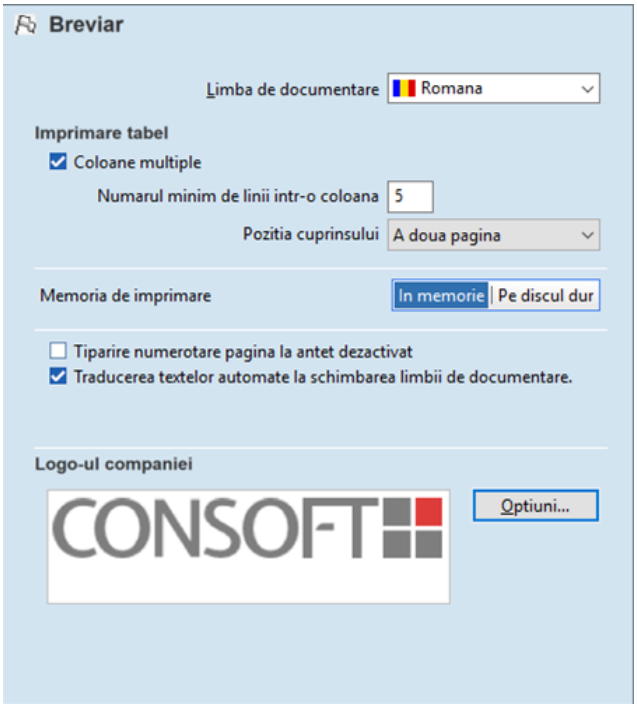
Indicaţii sonore în timpul analizei

Dacă opţiunea este activată, la terminarea analizei şi la afişarea mesajelor de eroare se vor auzi indicaţii sonore. Pentru funcţionare este necesară o placă de sunet şi boxe.

Atenționare la pornirea LTBeam

În cazul în care este activată opțiunea, programul ne va avertiza înainte de lansarea aplicației LTBeam. Dacă nu este activată, aplicația va porni automat când este necesar.

Breviar de calcul



Limba de documentare

Selectarea limbii documentării pentru tabelele şi desenele tipărite. În funcţie de restricţii se pot utiliza următoarele limbi: română, maghiară, engleză, germană, franceză, italiană, olandeză, rusă, portugheză, spaniolă şi sârbă.

Imprimare tabel

Dacă un tabel conţine puţine coloane, programul pentru eficienţă tipăreşte tabelul în mai multe coloane.
Cu această opţiune se poate opta pentru tipărirea tabelului în mai multe coloane sau numărul maxim de rânduri dintr-o coloană.
Poziția cuprinsului poate fi selectat dintr-o listă dată. (prima, a doua, sau a treia pagină)

Memoria de imprimare

La tipărirea documentaţiilor foarte mari se poate întâmpla ca memoria să nu fie suficientă. În această situaţie se poate folosi hard-diskul.

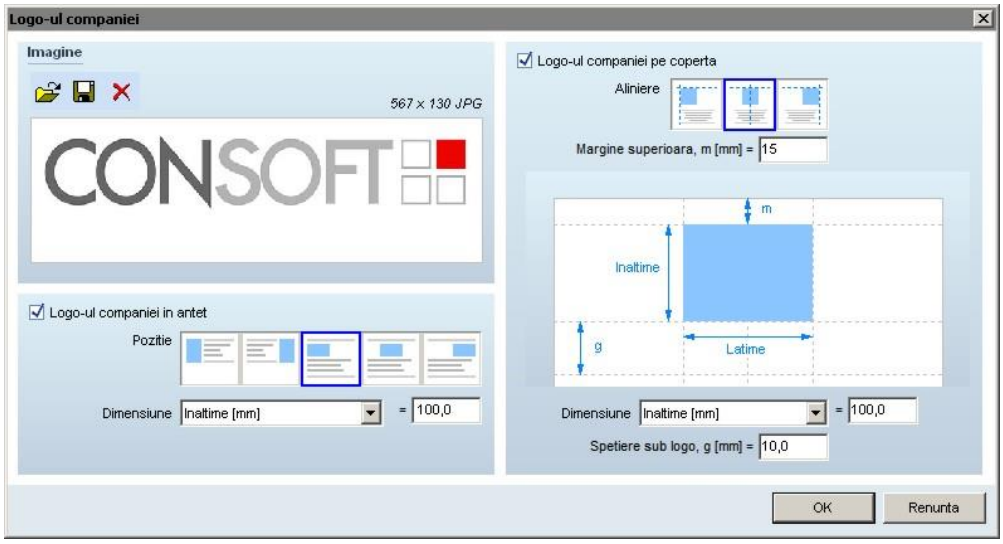
Tipărire numerotare pagină la antet dezactivat

Aici se poate seta ca dacă antetul este dezactivat, să fie tipărite şi numerotarea paginilor.

Traducerea textelor automate la schimbarea limbii de documentare

La activarea opţiunii, dacă se schimbă limba de documentare, textele automate vor fi traduse în limba nouă de documentare.

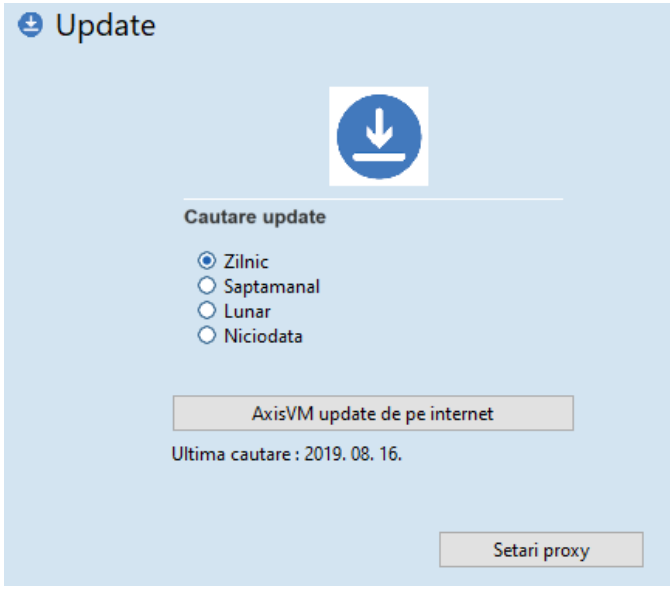
Logo-ul companiei



Poate fi încărcată/salvată/ștearsă o imagine pentru logo-ul companiei utilizând bara de instrumente. Imaginea va apărea în antetul desenelor listate, tabelelor, breviarelor și/sau pe foaia de capăt a breviarului respectând setările de poziție, dimensiune, margini.

Aceste setări nu au nici un efect asupra exportului RTF, deoarece exportul RTF este definit de un șablon separat pentru RTF. **Vezi...** 2.10.2 Breviar de calcul

Update



Căutare update

Opţiuni: Zilnic, Săptămânal, Lunar sau Niciodată.

AxisVM update de pe internet

După apăsarea butonului se lansează programul de descărcare şi se descarcă ediţia nouă a programului. Dacă descărcarea s-a terminat cu succes şi pe ultima pagină s-a optat pentru *Lansarea programului descărcat*, programul AxisVM se închide şi se lansează ediţia nouă a programului.

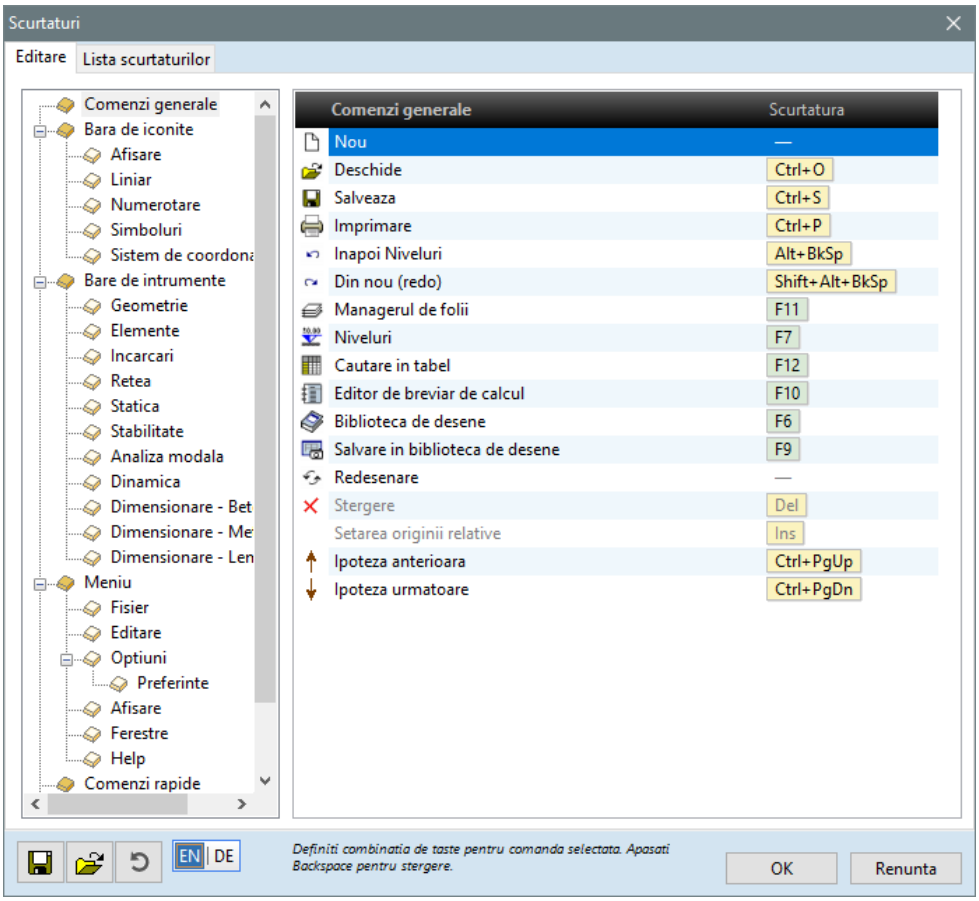
Setări proxy

Dacă reţeaua este conectată la internet printr-un server proxy, se pot seta datele serverului.

3.3.12. Scurtături

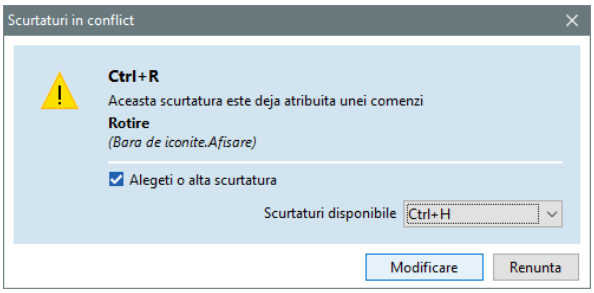
Pot fi personalizate scurtăturile pentru meniu și bara de instrumente.

Editare



În arborele din stânga sunt afișate grupurile de comenzi disponibile. Selectați o comandă din partea dreaptă și definiți combinația de taste dorite pentru scurtătură. Cu tasta **Backspace** ștergeți o scurtătură definită.

Dacă scurtătura dorită este deja utilizată la o altă comandă, se va afișa un mesaj de atenșionare cu scurtături în conflict



Mesajul arată comanda la care este utilizată scurtătura.

Dacă este bifată opțiunea *Alegeți o altă scurtătură* poate si selectată o altă scurtătură dintr-o listă cu scurtăturile disponibile.

Dacă nu este bifată, cu comanda *Modificare* se șterge scurtătura de la vechea comandă și se definește noii comenzi.

☞ ***Scurtăturile definite la comenzi din file diferite (Geometrie, Elemente etc.) nu sunt în conflict. Aceeași scurtătură poate fi definită la diferite comenzi din file diferite. Se vor activa întotdeauna doar scurtăturile din fila curentă.***

Salvează configurația actuală de scurtături într-un fișier **.axsc*.

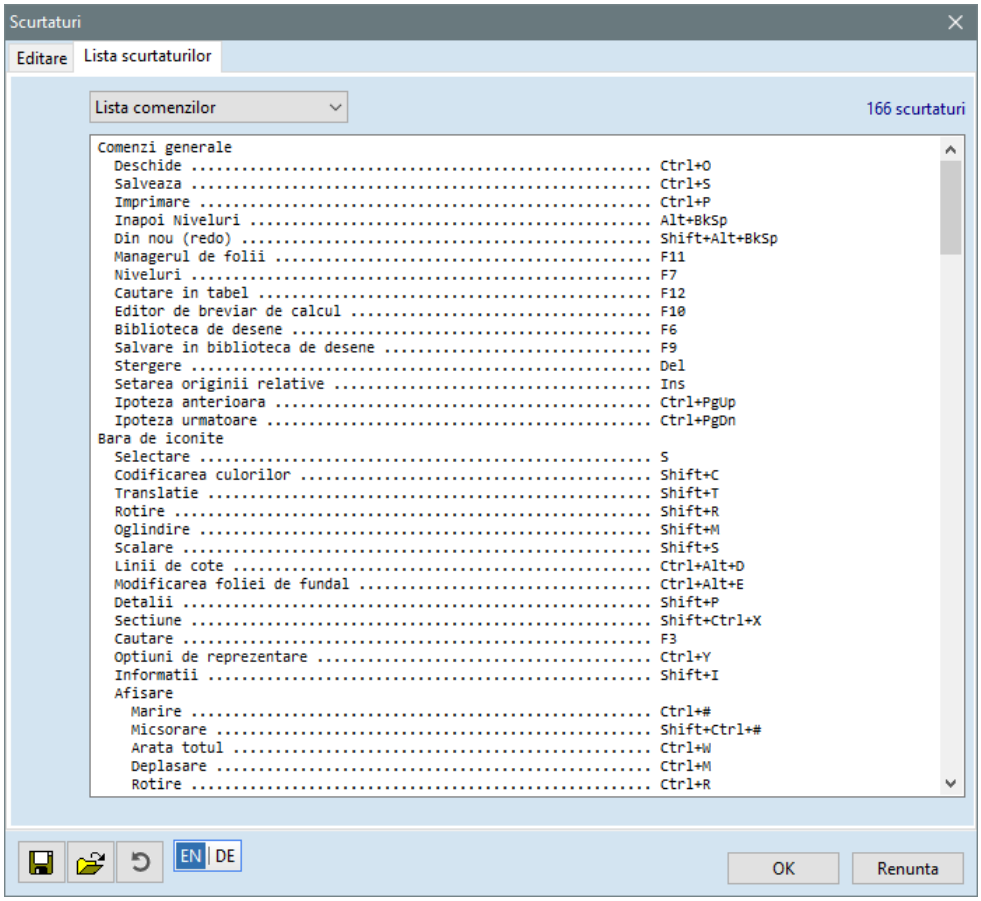
Încarcă o configurație de scurtături dintr-un fișier **.axsc*.

Implicit scurtăturile sunt salvate în directorul `C:\Users\UserName\AppData\Roaming\AxisVM\13\Shortcuts`. Configurația implicită de scurtături poate fi încărcată din `AxisVM12Default.axsc` pentru AxisVM12 și din `AxisVM13Default.axsc` pentru AxisVM13.

Revenire la scurtăturile implicite

Comandă pentru afișarea tastelor în Engleză sau Germană la descrierea scurtăturilor.

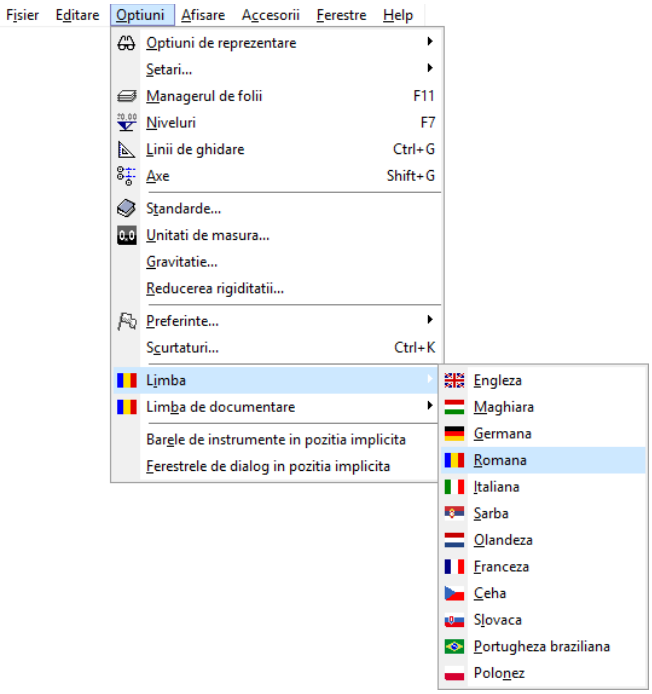
Lista scurtăturilor



Fila *Lista scurtăturilor* afișează toate scurtăturile disponibile. Poate fi reprezentată *Lista comenzilor* sau *Lista scurtăturilor*.

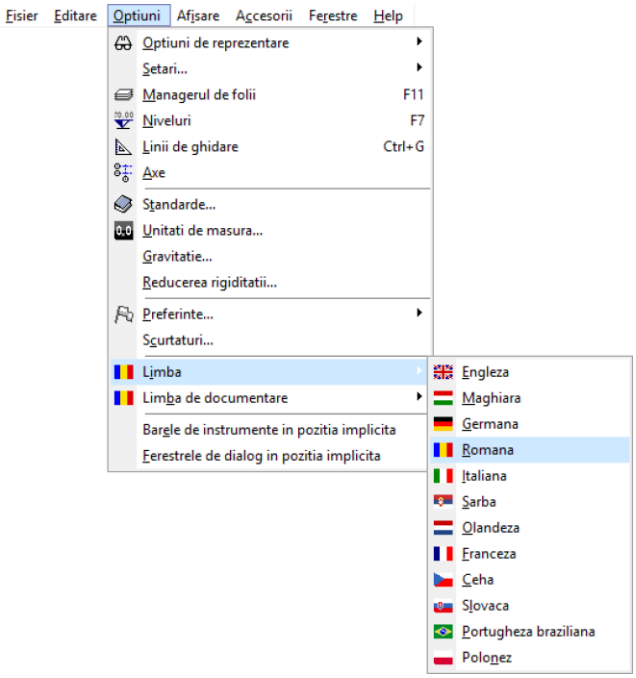
Pentru întreaga listă de scurtături implicite vezi 2.6 Taste rapide.

3.3.13. Limba



Din versiunea X5 modulul DM este integrat în AxisVM și nu mai apare ca un modul separat. Language stabilește limba interfeței de utilizator.

3.3.14. Limba de documentare



Din versiunea X5 modulul DM este integrat în AxisVM și nu mai apare ca un modul separat. Report language controlează limba articolelor care pot apărea în volumul de printat.

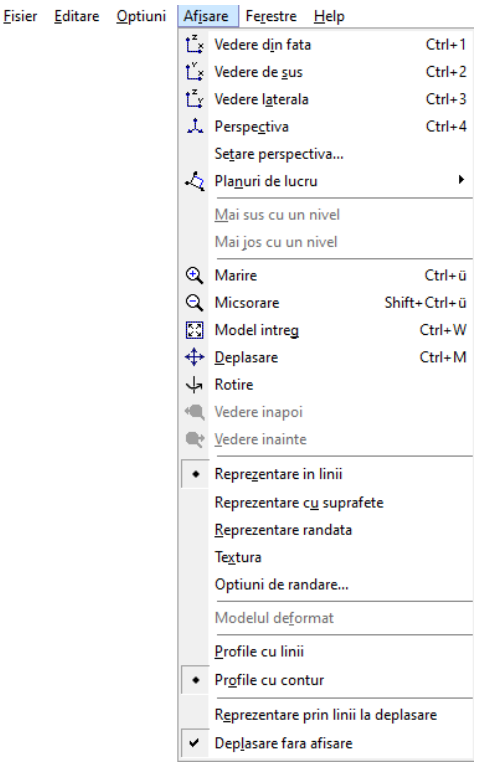
3.3.15. Bare de instrumente în pozitia implicită

Cu această funcţie barele de instrumente se vor afişa în poziţia implicită. Bara de instrumente comune se va afişa pe partea stângă a ecranului. Butoanele se vor afişa în barele de instrumente corespunzătoare. Caseta combo personalizată şi modificarea setărilor pentru lăţimea câmpului în filele de postprocesare vor fi resetate în mod implicit. **Vezi...** 6.1 Statică

3.3.16. Ferestre de dialog în poziție implicită

AxisVM memorează poziția ferestrelor și le afișează în aceeași poziție. Dacă este observată vreo problemă pe sisteme cu mai multe monitoare, această repoziționare poate rezolva problema.

3.4. Afişare



Vedere din faţă

[Ctrl]+[1]

Vezi detaliat... 2.16.3 Vederi, reprezentare în perspectivă

Vedere de sus

[Ctrl]+[2]

Vezi detaliat... 2.16.3 Vederi, reprezentare în perspectivă

Vedere laterală

[Ctrl]+[3]

Vezi detaliat... 2.16.3 Vederi, reprezentare în perspectivă

Perspectivă

[Ctrl]+[4]

Vezi detaliat... 2.16.3 Vederi, reprezentare în perspectivă

Setare perspectivă...

Vezi detaliat... 2.16.3 Vederi, reprezentare în perspectivă

Planuri de lucru

Vezi detaliat... 2.16.7 Planuri de lucru

Mai sus cu un nivel / Mai jos cu un nivel

Dacă este activată reprezentare nivelurilor, aceasta este cea mai rapidă metodă de a trece de la un nivel la altul.

Mărire

[+], [Ctrl] + [+]

Vezi detaliat... 2.16.2 Mărire, micşorare

Micşorare

[-], [Ctrl] + [-]

Vezi detaliat... 2.16.2 Mărire, micşorare

Modelul întreg
[Ctrl]+[W]
Vezi detaliat... 2.16.2 Mărire, micşorare

Deplasare

Vezi detaliat... 2.16.2 Mărire, micşorare

Rotire

Vezi detaliat... 2.16.3 Vederi, reprezentare în perspectivă

Reluarea vederii precedente

Vezi detaliat... 2.16.2 Mărire, micşorare

Reluarea vederii următoare

Vezi detaliat... 2.16.2 Mărire, micşorare

Reprezentare cu linii **Vezi detaliat...** 2.16.4 Modul de reprezentare

Reprezentare cu suprafeţe **Vezi detaliat...** 2.16.4 Modul de reprezentare

Reprezentare randată **Vezi detaliat...** 2.16.4 Modul de reprezentare

Textură **Vezi detaliat...** 2.16.4 Modul de reprezentare

Opţiuni de randare **Vezi detaliat...** 2.16.4 Modul de reprezentare

Model deformat La fel ca setarea formei de afișare la Nedeformat sau Deformat în dialogul de parametri Afișare. **Vezi...** 6.1 Statică.

Profile cu linii La reprezentarea randată profilele cu pereţi subţiri se vor reprezenta cu liniile pereţilor.

Profile cu contur La reprezentarea randată profilele cu pereţi subţiri ca şi profilele cu pereţi groşi se vor reprezenta cu liniile de contur.

Reprezentare cu linii la deplasare Dacă este activat, în timpul rotirii sau deplasării modelului, modelul va fi reprezentat în linii.

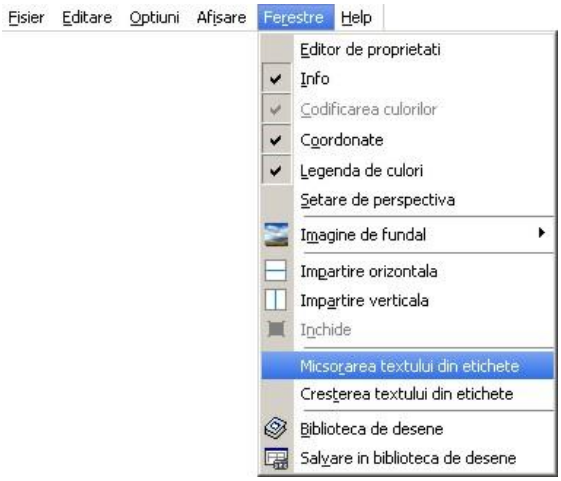
Deplasare fără afişare inscripţii Dacă opţiunea este activată, în timpul deplasării pe model nu se vor afişa inscripţiile.

3.5. Plugin-uri

Dacă aplicațiile terțe sunt instalate în folderul Plugin-uri, acestea apar sub meniul Plugins.

Add-on-urile instalate în folderul AddOns nu apar ca elemente de meniu, ci creează butoane suplimentare pe barele de instrumente.

3.6. Meniul Ferestre



3.6.1. Editorul de proprietăţi

Cu editorul de proprietăţi se pot modifica uşor proprietăţile elementelor selectate. Schimbarea unei proprietăţi are ca efect schimbarea imediată a modelului. În cazul tipurilor de elemente diferite este posibilă schimbarea proprietăţilor comune (pentru zăbrea, bară şi nervură, materialul şi secţiunea se poate schimba deodată). La definirea modelului proprietăţile se pot edita dar la rezultate nu. Pentru câmpuri cu date numerice se pot utiliza şi expresii cu operatori. Expresiile pot conţine următoarele operatori şi funcţii: +, –, * , /, (,), SIN, COS, TAN, EXP, LN, LOG10, LOG2, SINH, COSH, TANH, ARCSIN, ARCCOS, ARCTAN, ARCSINH, ARCCOSH, ARCTANH, INT, ROUND, FRAC, SQR, SQRT, ABS, SIGN.

Exemple:

++8 adună 8 la valoarea actuală

– – 8 scade 8 din valoarea actuală

În expresii # este valoarea actuală a proprietăţii (exemplu: #/3, împarte la trei).
În expresii numerele negative se dau între paranteze (exemplu: (-1.25)).

La modificarea coordonatelor, încărcărilor şi a grosimii suprafeţelor cu variabilele X, Y, Z se poate referi la valorile sistemului global de coordonate.

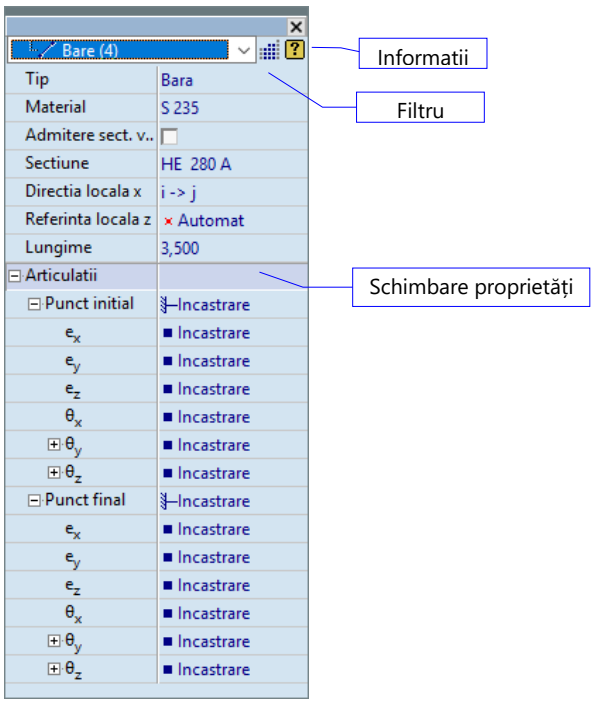
Exemplu:
Dacă se doreşte modificarea dimensiunilor X ale modelului la dublu, se vor selecta toate nodurile şi în editorul de proprietăţi la coordonata X se introduce X*2.

Pentru anumite tipuri de încărcări se poate face referire şi la celălalte componente a încărcării: pentru încărcare nodală sau concentrată pe bare cu variabilele *Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz, iar pentru încărcări distribuite cu variabilele px1, py1, pz1, m1, px2, py2, pz2, m2*

Exemplu:
Dacă pentru barele selectate se doreşte rotirea încărcărilor distribuite pe direcţia X în direcţia Y pentru p_{y1} se dă *px1*, pentru p_{y2} *px2* iar pentru p_{x1} şi p_{x2} se dă 0.

Operaţiile ce se pot folosi (operatori şi funcţii) sunt descrise în *Editorul de proprietăţi/Help*

În lista de proprietăţi tastând dublu semnul + se va afişa o listă cu proprietăţile suplimentare. Repetând operaţia, lista se va închide.



Schimbare proprietăţi >>

Programul oferă posibilitatea ca proprietăţile câmpurilor marcate cu săgeată dublă (>>) să fie modificate prin preluarea proprietăţilor de la un alt element.

Editorul de proprietăţi se poate folosi şi pentru selectarea, filtrarea elementelor cu aceleaşi proprietăţi.

Filtru

Posibilitate de filtrare în editorul de proprietăţi:

Selectând o proprietate de element şi apăsând butonul de filtrare se pot selecta toate elementele care au proprietatea elementului actual.

***Exemplu*:**

Înlocuirea unui profil cu altul în tot modelul: se selecteaza o bară cu profilul respectiv, se apasă butonul de filtrare după care se schimbă profilul.

3.6.2. Palete

Selectarea opţiunilor pentru vizualizarea paletelor de Info, Codarea culorilor, Coordonate şi Culoare.

Vezi detaliat... 2.18 Palete de informaţii

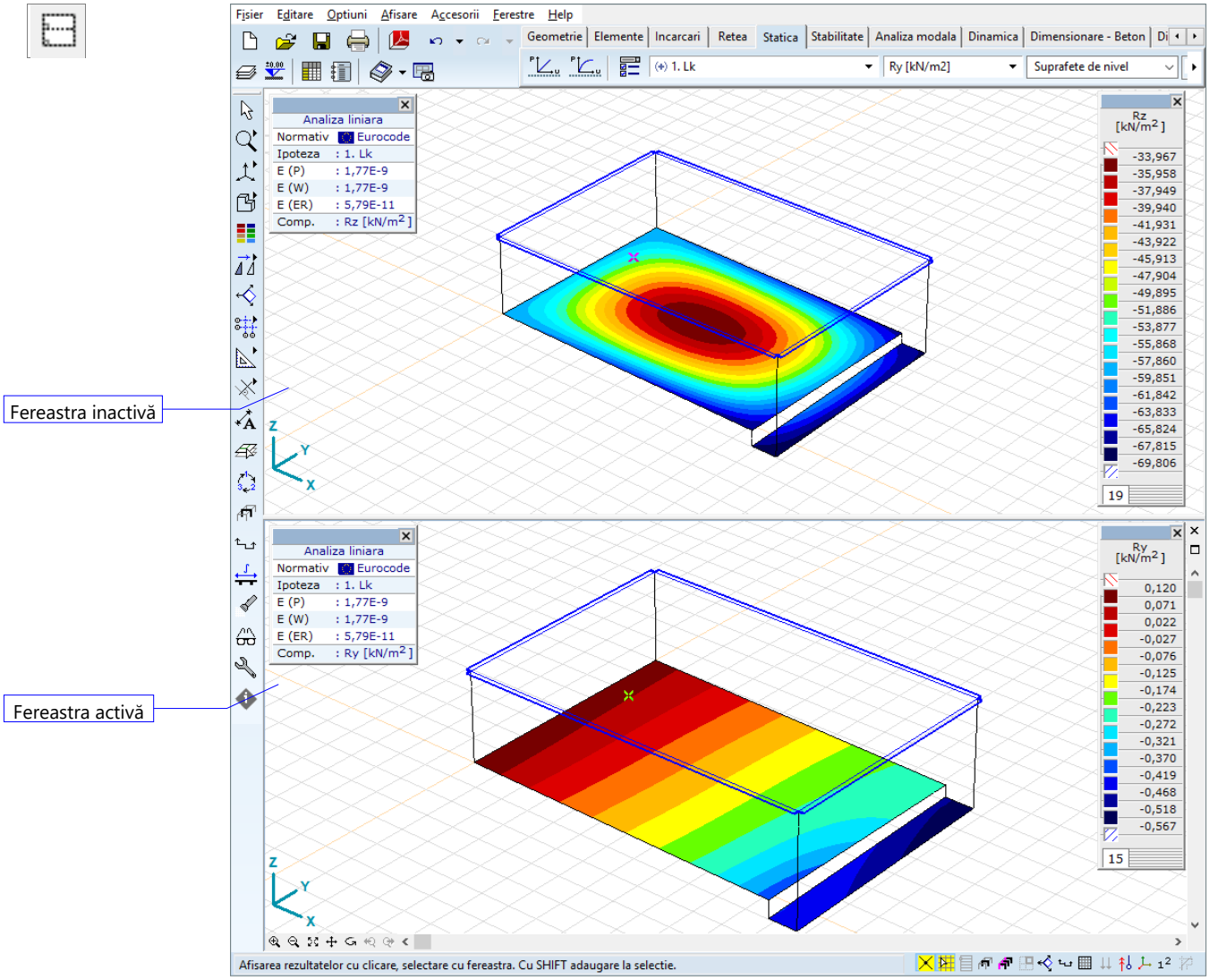
3.6.3. Imagine de fundal

Se pot încărca imagini de fundal pe suprafaţa de lucru AxisVM pentru a aşeza modelul în spaţiul propus.

Cu o fereastra de dialog se poate selecta imaginea (în cazul utilizării ferestrelor multiple, în fiecare fereastră se poate încărca altă imagine). Imaginea este salvată în fişierul *.AXS.

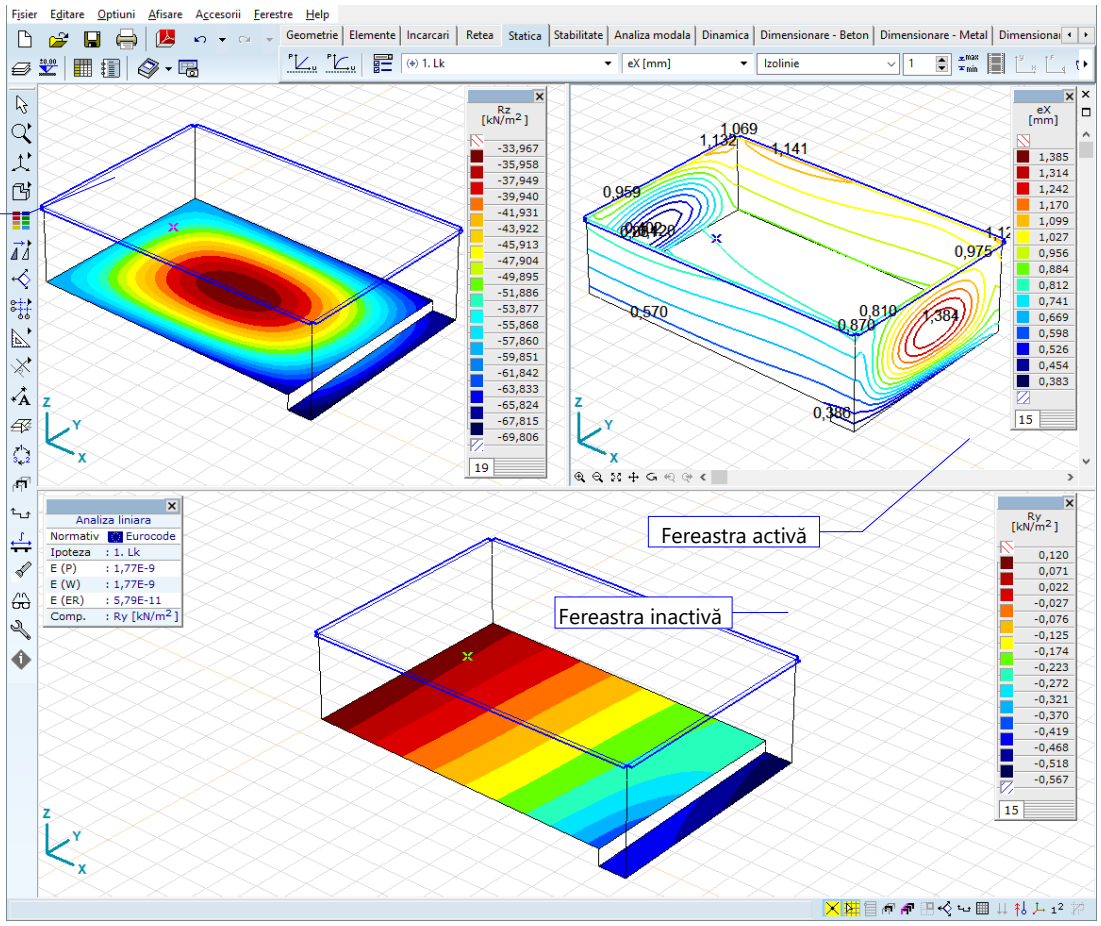
După încărcarea imaginii de fundal, cu funcţiile micşorare, mărire, deplasare şi rotire se poate poziţiona modelul.

3.6.4. Împărţire orizontală



Împarte fereastra activă în două ferestre orizontale. Pentru ferestrele astfel create parametrii de vizualizare se pot seta separat. Se pot seta diferite combinaţii pentru fiecare fereastră. Activarea uneia din ferestre se face prin clic. Fereastra activă are ataşată barele de defilare.
Fereastra activă se poate mări la mărimea ferestrei programului sau se poate reduce la mărimea iniţială cu butonul din colţul din dreapta sus a ferestrei.

3.6.5. Împărţire verticală



Împarte fereastra activă în două ferestre verticale. Pentru ferestrele astfel create parametrii de vizualizare se pot seta separat. Se pot seta diferite combinaţii pentru fiecare fereastră.
Fereastra activă se poate mări la mărimea ferestrei programului sau se poate reduce la mărimea iniţială cu butonul din colţul din dreapta sus a ferestrei.
Posibilitatea împărţirii în ferestre este avantajoasă la editarea geometriei structurii, la vizualizarea rezultatelor şi la documentare. În fiecare fereastra se poate seta o combinaţie de încărcări diferită.

3.6.6. Închide

Închide fereastra activă.

3.6.7. Schimbarea dimensiunii textului din etichete

Micşorarea / Creşterea textului în etichete

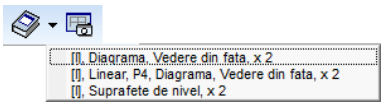
Aceste două opţiuni permit modificarea dimensiunii textului în toate etichetele de pe diagrame.

3.6.8. Împiedicarea suprapunerii etichetelor

Dacă opțiunea aceasta este activată, programul evită suprapunerea etichetelor. Unde nu este posibilă evitarea suprapunerii, etichetele cu importanță mai redusă vor fi dezactivate. În cazul acesta, deoadată cu mărirea desenului, vor fi afișate mai multe etichete. Dacă sunt multe etichete, optimizarea durează mai mult.
Opțiunea se găsește la *Afișare/Etichetare*. **Vedi...** 2.16.18 Opţiuni de reprezentare

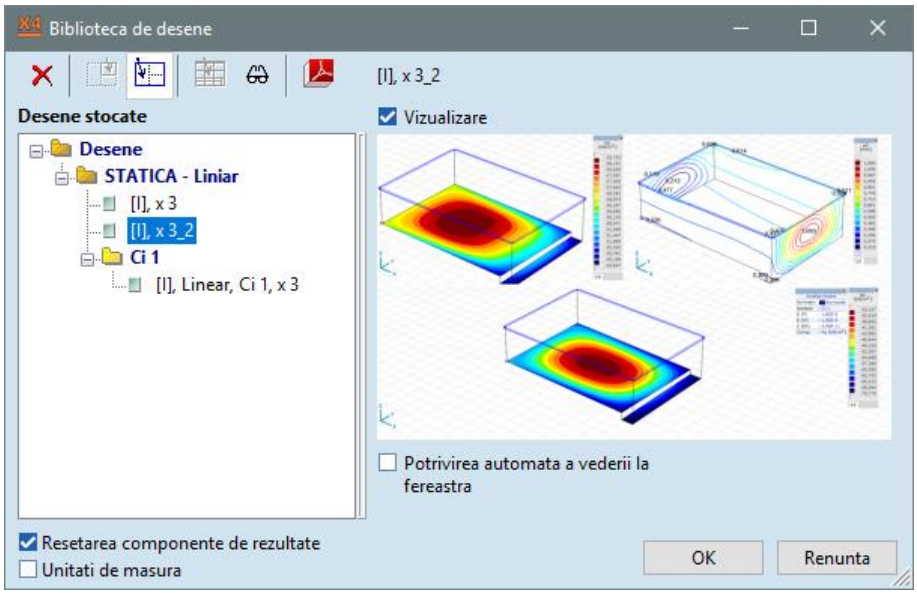
3.6.9. Biblioteca de desene

În biblioteca de desene se găsesc desenele salvate. Caracteristica desenelor este că nu imaginile de pe ecran sunt salvate, ci parametrii necesari reproducerii desenelor. În acest fel modificările efectuate se actualizează automat şi în desenele salvate. Desenele salvate se pot încărca şi se pot utiliza în breviarul de calcul.



În biblioteca de desene se pot salva desenele de pe ecranul principal, diagramele barelor, rezultatele analizei de străpungere, rezultatele dimensionării armărilor de stâlpi, grinzi şi imbinării cu şuruburi. Prin clic pe săgeata de lângă iconiță putem selecta un desen existent salvat.

Prin clic pe icon-ul *Biblioteca de desene,* apare fereastra următoare:



Desenele salvate se pot vizualiza, încărca pe suprafaţa de lucru sau se pot şterge.

Ştergerea desenului din biblioteca de desene

Încărcarea desenului selectat în fereastra activă
(în cazul în care suprafaţa de lucru este împărţită)

Încărcarea desenului selectat pe toată suprafaţa de lucru

Reprezentarea diagramei
Această opţiune este activă doar în cazul în care este selectată o diagramă al unui element de tip bară sau rezultate de dimensionare(vezi 6.1.9 Eforturi în elemente de zăbrea sau bară sau 6.6.2 Verificarea barelor de oţel conform Eurocod 3 – modul SD1 pentru exemple). La lansarea comenzii apare fereastra de dialog al diagramei sau al modulului de dimensionare. După modificarea diagramei la închiderea ferestrei putem opta pentru suprascrierea diagramei sau pentru salvarea diagramei cu un alt nume.

Simboluri grafice

Se poate modifica reprezentarea simbolurilor. Selectaţi unul sau mai multe elemente, pe urmă daţi un clic pe comanda aceasta din bara de instrumente. Starea simbolurilor din desenul selectat este afişată şi poate fi modificată. Setările mixte sunt reprezentate prin căsuţe gri.

Putem exporta elemente din librăria de desene în fişiere 3D PDF.
Vezi... 3.6.9.1 Exportarea vederilor în fişier 3D PDF - modul PDF

Resetare componente de rezultate
În cazul în care opţiunea este selectată, desenul este încărcat cu componentele rezultatelor (dacă programul este în modulul de introducere a datelor şi se încarcă un desen cu rezultate, programul trece în modulul de rezultate).
Dacă opţiunea este deselectată, se încarcă parametrii de reprezentare a modelului (vedere, rotire, mărire).

Potrivirea automată a vederii la fereastră
Activaţi această opţiune dacă doriţi ca desenul să se ajusteze în funcţie de dimensiunea ferestrei.

Unităţi de măsură
Poate fi personalizată afişarea unităţilor de măsură pe desenele salvate.

OK Se închide biblioteca de desene cu salvarea modificărilor (ştergerilor).

Renunţa Se închide biblioteca de desene fără salvarea modificărilor (ştergerilor).

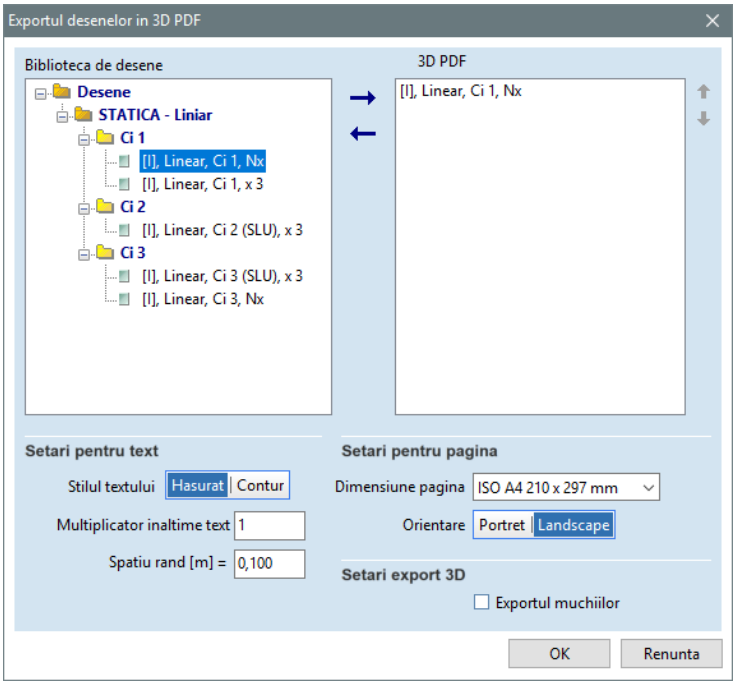
3.6.9.1. Exportarea vederilor în fişier 3D PDF - modul PDF

Elementele din librăria de desene se pot exporta în fişiere 3D PDF. Pentru vizualizarea interactivă a fişierului 3D PDF este necesar programul Adobe Acrobat Reader 8.1 sau o versiune mai nouă.
Elementele selectate din structura de arborele din stânga se pot introduce în fişierul PDF prin clic pe săgeata spre dreapta. Săgeata spre stânga şterge elementele selectate din fişierul PDF. Fiecare element va fi reprezentat într-o pagină separată în PDF, în aceeasi ordine în care apar în listă.
Se pot exporta atât vederile 2D cât şi cele 3D. Vederile 2D vor apărea ca şi imagini iar vederile 3D vor putea fi rotite, mărite, micşorate interactiv cu ajutorul programului Acrobat Reader.

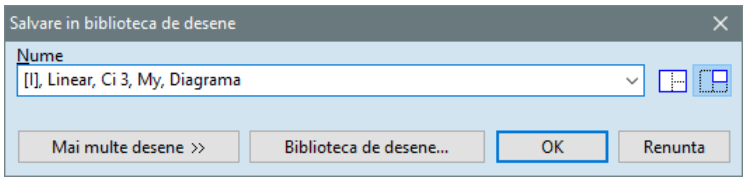
Setările textului Se poate seta dimensiunea şi aspectul textului.

Setările paginii Se poate seta dimensiunea şi orientarea paginii.

Opţiunile 3D export Uneori reprezentarea tuturor muchiilor poate rezulta o vedere neclară, prin urmare această opţiune se poate activa sau dezactiva.



3.6.10. Salvare în biblioteca de desene



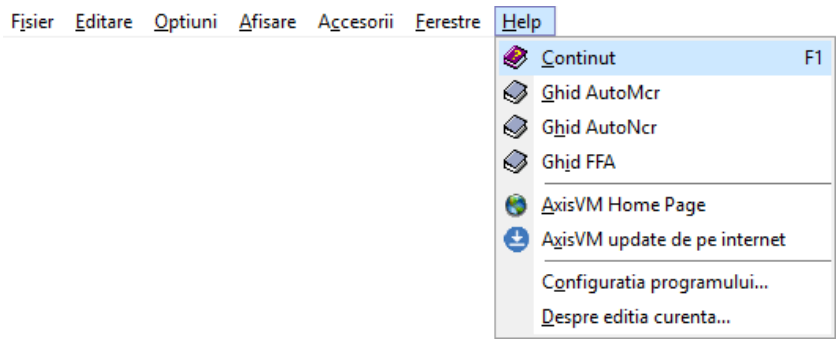
Cu ajutorul iconiței se poate salva un desen sau mai multe desene în biblioteca de desene.
Dacă desenul deja există în biblioteca de desene, se afişeaza mesajul: "Desenul deja există în biblioteca de desene". După aceasta se poate opta pentru suprascrierea desenului sau salvarea sub o denumire nouă şi păstrarea desenului vechi.
Prin clic pe butonul *Mai multe desene* şi selectând din structuara de arbore ipoteze de încărcare, combinaţii de încărcări sau componente de rezultate, se pot salva deodată mai multe desene.
Dacă au fost create mai multe vederi prin divizarea ferestrei principale, sunt disponibile două opțiuni:

Tot desenul se salvează în biblioteca de desene

Doar desenul din fereastra selectată se salvează în biblioteca de desene

Prin clic pe butonul *Biblioteca de desene...* se afişează fereastra *Biblioteca de desene* cu desenele salvate.

3.7. Meniul Help



Permite accesul la Manualul în format PDF și la alte informații online și offline.

3.7.1. Conţinut

[F1]

Conţinutul Help-ului.
Începînd cu versiunea R2, va funționa ajutorul sensibil la context, ceea ce înseamnă că în ferestrele de dialog diferite, la apăsarea butonului F1, PDF Help se deschide la subiectul corespunzător.

3.7.2. Ghiduri

Cu ajutorul ghidurilor utilizatorul poate să înțeleagă mai bine anumite metode folosite de program. *Calculul îmbinărilor elementelor de oțel SC1 explică modul* de funcționare a modulului SC1. Ghidul *AutoMcr* sumează metoda de calcul a rezistenței la flambaj lateral prin încovoiere-răsucire, folosită la Dimensionarea elementelor de oțel - modulul SD1. *Ghidul AutoNcr* explică metoda de calcul a lungimii de flambaj, folosită în modulul SD1.
Ghidul matricei de rigiditate personalizată explică fondul teoretic al calculării elementelor unei matrice de rigiditate personalizate care pot fi atribuite unui domeniu. **Vezi...** 4.9.6.6 Domenii XLAM – modul XLM
În ghidul FFA se găsc aspecte teoretice despre analiza vibrațiilor cauzate de pași (footfall analysis – modulul FFA).
Ghidul **XLAM** se referă la fondul teoretic din spatele proiectării panourilor **XLAM/CLT** implementate în modulul **XLM**.

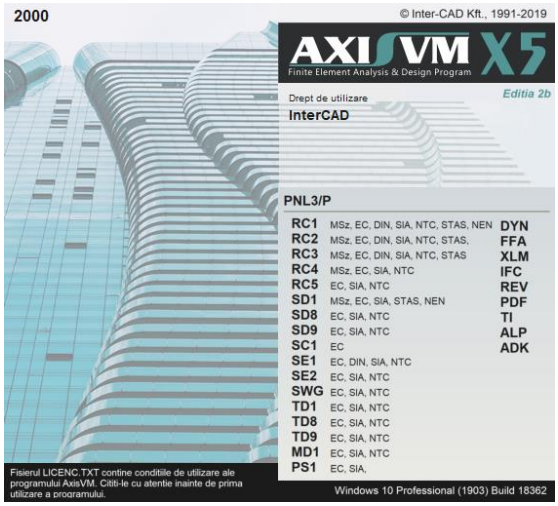
3.7.3. AxisVM Home Page

Porneşte programul de căutare setat şi orientează utilizatorul pe pagina de Internet. Pe această pagină se află ultimele noutăţi despre acest pachet de program, respectiv se pot descărca pachete care îmbunătăţesc programul. Şi de aici se poate accesa echipa care asigură suport tehnic pentru utilizatori.
Vezi... www.consoft.ro

3.7.4. AxisVM update de pe internet

Lansează programul de descărcare. **Vezi...** 3.3.11 Preferinţe

3.7.5. Despre program

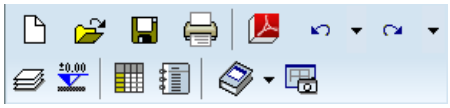


Detalii despre versiunea, configuraţia, respectiv despre numărul de ordine al cheii de protecţie şi despre eventualele limitări în timp ale programului.
Modulele disponibile sunt afişate în culoarea neagră, celelalte în gri.

3.7.6. Despre ediţia curentă

Într-o fereastră de text se pot afişa informaţiile noi (noutăţi, corecţii) referitoare la ediţia curentă a programului.

3.8. Bara cu instrumentele standard



3.8.1. Nou

Vezi detaliat... 3.1.1 Nou

3.8.2. Deschide

Vezi detaliat... 3.1.3 Deschide

[Ctrl] + [O]

3.8.3. Salvează

Vezi detaliat... 3.1.4 Salvare

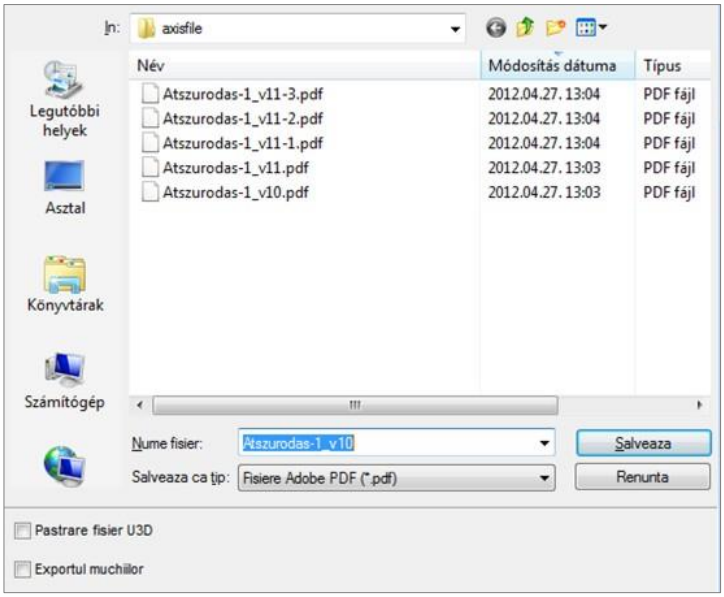
[Ctrl] + [S]

3.8.4. Imprimare

Vezi detaliat... 3.1.12 Imprimare

[Ctrl] + [P]

3.8.5. Generare fişier 3D PDF



Bifând căsuța *Păstrează fișierul U3D,* se reține fișierul U3D în PDF pentru o utilizare ulterioară. *Exportarea muchiilor* se poate controla cu ajutorul căsuței.
Vezi detaliat... 3.6.9.1 Exportarea vederilor în fișier 3D PDF - modul PDF

3.8.6. Înapoi

Vezi detaliat... 3.2.1 Înapoi (Undo)

[Ctrl] + [Z]

3.8.7. Din nou

Vezi detaliat... 3.2.2 Din nou (Redo)

[Shift]+[Ctrl]+[Z]

3.8.8. Managerul de folii

[F11] **Vezi detaliat...** 3.3.3 Managerul de folii

3.8.9. Niveluri

Vezi detaliat... 3.3.4 Niveluri

[Ctrl+R]

3.8.10. Căutare în tabel

[F12] **Vezi detaliat...** 3.1.15 Biblioteca de materiale

3.8.11. Editorul de breviar de calcul

[F10] **Vezi detaliat...** 2.10 Editorul de breviar de calcul

3.8.12. Biblioteca de desene

Vezi detaliat... 3.6.9 Biblioteca de desene

3.8.13. Salvarea în biblioteca de desene

Vezi detaliat... 3.6.10 Salvare în biblioteca de desene

Această pagină este lăsată intenţionat goală.

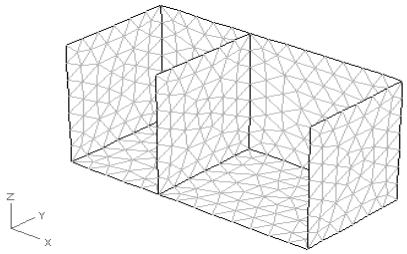
4. Introducerea datelor

4.1. Geometria

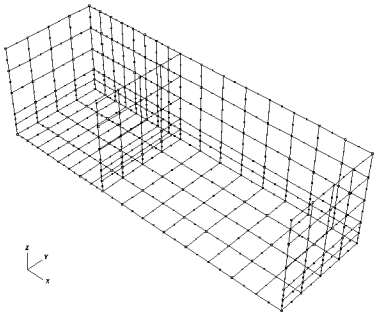
Cu editorul geometric se editează vizual geometria structurii şi se modifică în cazul în care este nevoie. În cadrul acestei etape se introduce schema geometrică a structurii cu ajutorul căreia se definesc elementele finite. Schema este alcătuită din noduri şi linii.

☞ ***Cu funcţia „Definire directă obiecte" se poate introduce schema statică şi fără o reţea de linii.***

În cazul plăcilor, şaibelor şi învelitoarelor, reţeaua elementelor finite reprezintă o reţea continuă triunghiulară sau patrulateră în planul median al acestor elemente.

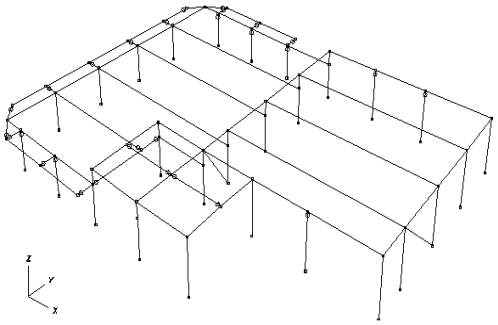


Reţea triunghiulară generata automat.

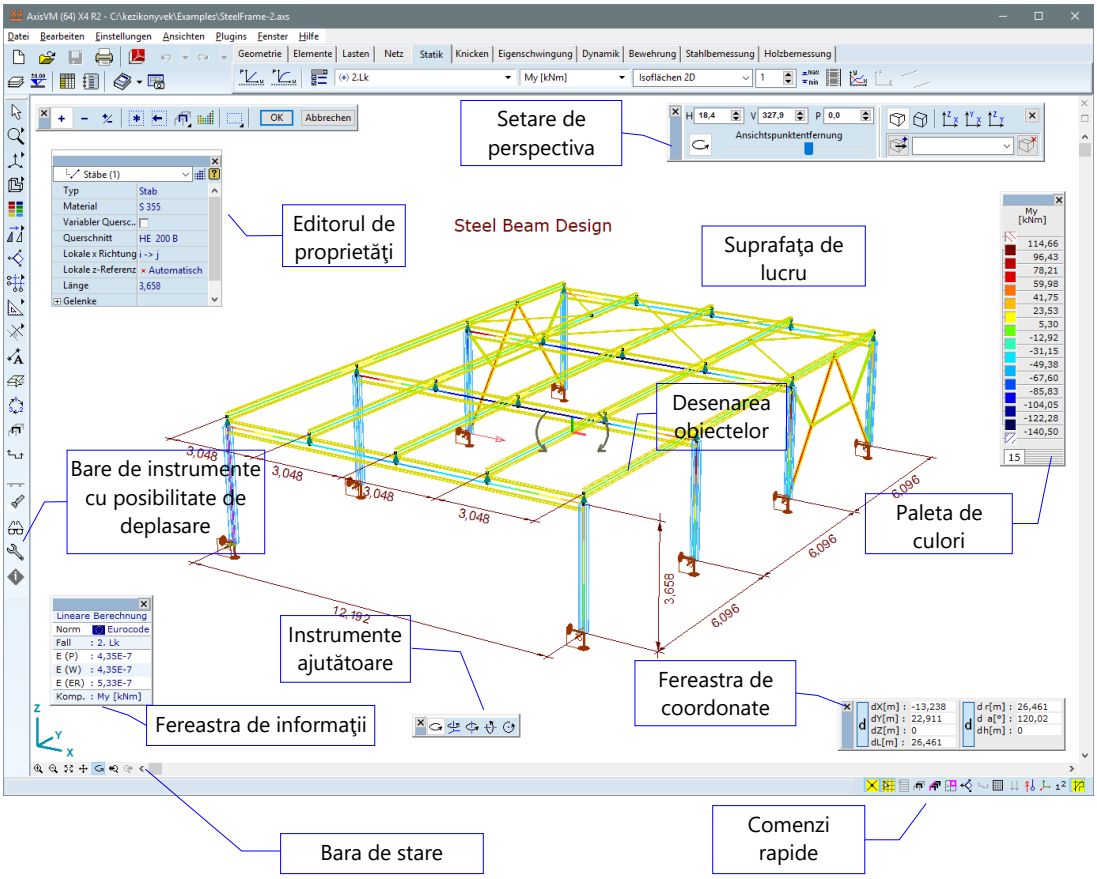


Reţea patrulateră generată prin editare.

În cazul structurilor alcătuite din bare, liniile definesc axele barelor iar nodurile conectarea acestora.



4.2. Suprafaţa de lucru



La pornirea programului este activată automat interfaţa de editare geometrică. Interfaţa este un sistem de coordonate tridimensional care apare pe ecran ca şi o vedere sau o perspectivă. În cazul unui model nou, se afişează vederea X-Z iar la un model existent, ultima vedere. În cazul unui model nou se poate opta pentru vederile X-Y, X-Z sau perspectivă iar modelul existent se deschide cu ultima vedere. La partea superioară a interfeţei de lucru se găseşte bara cu instrumentele de editare a geometriei. Cu ajutorul acestor instrumente se editează geometria modelului.
Vezi detaliat... 4.8 Instrumente în editorul geometric.

Parametrii de reprezentare şi vizualizare a modelului se pot regla cu instrumentele de la bara cu instrumente comune de pe partea stângă a ecranului.
Vezi detaliat... 2.16 Bara de instrumente

4.2.1. Împărţirea ecranului în ferestre

La structuri complexe, în timpul lucrului este necesară vizualizarea structurilor din mai multe vederi. Pentru a mări productivitatea, programul ne dă posibilitatea vizualizării structurii din mai multe vederi în acelaşi timp.
Această funcţie se poate accesa din *Bara de meniu/Ferestre* şi oferă următoarele posibilităţi:

Împărţire orizontală

Fereastra activă este împărţită în două ferestre egale şi paralele pe orizontală în aşa fel încât fereastra de sus rămâne activă.
Vezi detaliat... 3.6.4 Împărţire orizontală

Împărţire verticală

Fereastra activă este împărţită în două ferestre egale şi paralele pe verticală în aşa fel încât fereastra din stânga rămâne activă.
Vezi detaliat... 3.6.5 Împărţire verticală

Închide

Are ca efect închiderea ferestrei active.
Fereastra activă va fi cea pe care s-a dat clic ultima dată iar funcţiile de vizualizare se referă tot la această fereastră. În ferestrele rezultate din împărţiri se pot seta vederi după preferinţă, iar rezultatul editării structurii apare imediat în toate ferestrele.

În orice fereastră se pot utiliza toate comenzile de editare geometrică. Orice funcţie se poate lansa şi termina în orice fereastră.

☞ ***În timpul execuţiei funcţiilor se poate schimba vederea în fereastra activă. În perspectivă anumite funcţii nu se pot activa iar altele funcţionează parţial.***

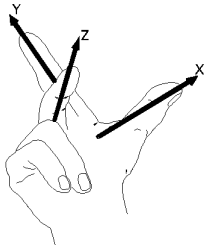
4.3. Sisteme de coordonate

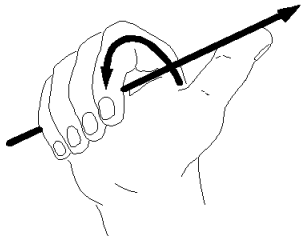
Toate punctele (nodurile) modelului sunt caracterizate prin trei coordonate (X, Y, Z). La definirea elementelor finite se pot utiliza sisteme de coordonate ale elementelor finite sau unele definite prin referinţe, sisteme de coordonate relative.
Pentru uşurarea introducerii geometriei structurii se pot utiliza sisteme de coordonate cilindrice şi sferice.

Vezi detaliat... 4.3.2 Sisteme de coordonate speciale (cilindric şi sferic)

4.3.1. Sistemul de coordonate cartezian

Implicit, programul utilizează un sistem de coordonate cartezian, în care se pot defini geometria structurii şi alte caracteristici. Vederile pentru vizualizarea modelului se definesc în acest sistem de coordonate. Poziţia şi direcţia axelor sunt reprezentate pe ecran.





La un model nou, pe ecran se afişează vederea selectata. Originea sistemului de coordonate este marcată cu o cruce albastră în partea stânga jos a ecranului. Programul AxisVM lucrează cu două origini. Originea globală marchează originea caroiajului şi este fixă. Coordonatele faţă de această origine se pot citi în fereastra de coordonate când butonul *d* este decuplat.
Poziţia actuală a originii relative este marcată cu crucea albastră. În timpul editării modelului originea relativă se poate muta cu **[Alt]+[Shift]** sau **[Insert]** în poziţia cursorului, care va deveni originea nouă. Cu ajutorul originii relative se pot determina distanţe sau la definirea elementelor noi putem folosi coordonate locale. În cazul folosirii direcţiilor blocate se pot utiliza origini arbitrare. La realizarea elementelor noi originea relativă se mută în poziţia actuală. Dacă ambele butoane *d* sunt decuplate, poziţia coincide cu originea globală ca şi la iniţializarea programului.

☞ ***Dacă vederile X-Y sau Y-Z sunt în planul ecranului, axa a treia (Z respectiv X) iese din ecran; dacă vederea X-Z este în planul ecranului, axa Y intră în ecran. Axele globale sunt notate cu majuscule, iar cele locale cu minuscule.***

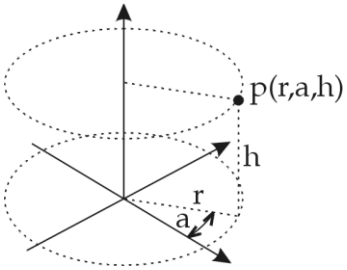
Vezi detaliat... 4.9.21 Referinţe

4.3.2. Sisteme de coordonate speciale (cilindric şi sferic)

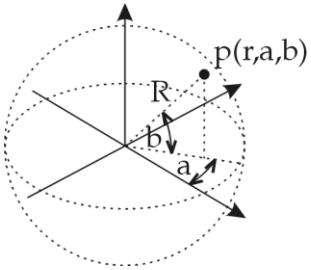
În cazul unor tipuri de modele este în ajutorul utilizatorului dacă geometria se poate edita nu numai în sistemele ortogonale (X, Y, Z). Pentru aceste cazuri în program s-au introdus sistemele de coordonate cilindrice şi sferice. Din cele două sisteme numai unul poate fi activ concomitent cu sistemul de coordonate carteziene. Comutarea lor se face la opţiunea **Coordonate Speciale** *din* meniul *Opţiuni/Setări/Editare***.**

La activarea sistemului de **coordonate cilindrice,** în paleta de coordonate apar cei trei parametri care descriu poziţia punctului în spaţiu în acest sistem. Axa sistemului de coordonate este perpendiculară pe planul imaginii şi trece prin originea relativă a sistemului. Coordonatele unui punct P sunt precizate prin *raza r* a cilindrului pe care se află punctul, *înălţimea h* a acestuia faţă de planul imaginii, pozitivă în sensul axei de coordonate perpendiculare pe plan (**vezi obs. de la** 4.3.1) şi *unghiul a* măsurat în sens trigonometric de la axa carteziană orizontală a planului până la dreapta din plan care trece prin origine şi proiecţia punctului P.

În cazul sistemului de **coordonate sferice,** *R* este distanţa punctului de la originea sistemului de coordonate, *a* măsurat în sens trigonometric de la axa carteziană orizontală la dreapta care trece prin origine şi proiecţia în plan a punctului *P*, iar *b* unghiul măsurat în sens trigonometric de la dreapta care trece prin origine şi proiecţia punctului P în planul imaginii şi dreapta care trece prin origine şi punctul *P*.

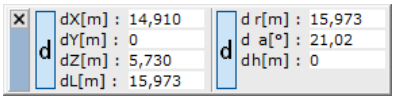


Sistemul de coordonate cilindrice



Sistemul de coordonate sferice

4.4. Paleta de coordonate



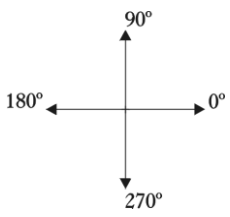
În paleta de coordonate sunt date informaţiile referitoare la poziţia cursorului în sistemul de coordonate global sau local. În coloana din stânga a ferestrei sunt afişate coordonatele carteziene ale cursorului iar în cea din dreapta coordonatele în sistemul ajutător de coordonate. Lângă valorile coordonatelor se află comutatorul *d* cu ajutorul căruia se poate trece la afişarea coordonatelor în raport cu originea relativă. Activarea funcţiei este marcată cu apariţia literei *d* lângă coordonate (activarea comutatorului cu litera *d*).
În timpul editării putem activa căsuțele din paleta de coordonate cu ajutorul scurtăturilor. Scurtăturile implicite pot fi modificate, **vezi...** 3.3.12 Scurtături

Comandă pentru coordinate	*Scurtătură*
X	**X**
Y	**Y**
Z	**Z**
l (lungime)	**Shift+Ctrl+L**
r (rază)	**Shift+Ctrl+R**
a (unghi α)	**Shift+Ctrl+A**
h (înălțime)	**Shift+Ctrl+H**
b (ungh β)	**Shift+Ctrl+B**
Plan de lucru temporar	**Shift+Ctrl+W**
Blocare X	**Ctrl+Alt+X**
Blocare Y	**Ctrl+Alt+Y**
Blocare Z	**Ctrl+Alt+Z**
Blocare L	**Ctrl+Alt+L**
Blocare r	**Ctrl+Alt+R**
Blocare a	**Ctrl+Alt+A**
Blocare h	**Ctrl+Alt+H**
Blocare b	**Ctrl+Alt+B**
Coorodnate relative / absolute (comutatorul d)	**Shift+D**
Coordonate polare relative / absolute	**Shift+E**

☞ ***Activarea comutatorului** d **are efect asupra funcţionării unghiurilor fixate.***
Vezi detaliat... 4.7.4 Unghiuri fixate

În câmpurile ferestrei de coordonate se pot introduce şi expresii matematice (de ex. 12.927+23.439, cos(45), sin(60))

Valorile pozitive ale unghiului α:



4.5. Caroiajul ecranului de lucru (grid)

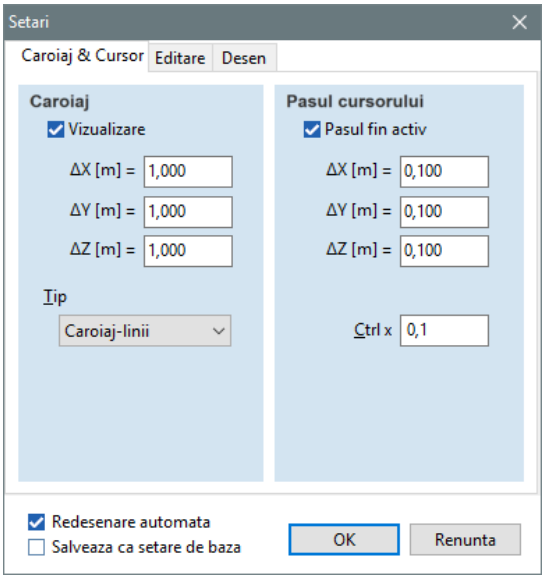
În fereastra de editare se poate vizualiza o reţea care ajută la orientare.

Vezi detailat... 2.16.19 Setări

4.6. Pasul cursorului

Cu această funcţie se poate activa o reţea de puncte imaginare care ne dă posibilitatea de deplasare a cursorului numai în aceste puncte. Pasul cursorului poate fi diferit pentru cele trei direcţii ortogonale şi se poate regla în meniul *Opţiuni / Setări / Editare / Grid&Cursor / Pasul cursorului.*

Vezi detaliat... 2.16.19 Setări



În câmpul **[Ctrl x]** se poate seta un multiplicator cu care, în timpul editării, se poate micşora sau mări pasul cursorului.
Activarea în timpul editării se face cu tasta **[Ctrl].**

Pasul cursorului este dezactivat dacă acesta se află pe o linie, în acest caz cursorul se deplasează pe linie.
La utilizarea direcţiilor blocate, pasul cursorului se subînţelege în direcţia blocată, deci cursorul se va deplasa în direcţia respectivă cu pasul definit ca primul din valorile (ΔX, ΔY, ΔZ).

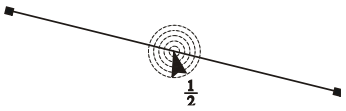
Vezi detaliat... 4.7.4 Unghiuri fixate

4.7. Instrumente ajutătoare de editare

Cu aceste elemente putem uşura editarea structurii.

4.7.1. Aura cursorului

Această funcţie ajută la aşezarea exactă a cursorului pe elementele sau pe punctele caracteristice ale elementelor de pe ecran.



Punctele şi liniile de la o anumită distanţă *atrag* asupra lor cursorul. Distanta în care are efect această funcţie se poate regla în fereastra *Setări/Editare/Aura cursorului*. Forma cursorului arată elementul identificat de program în poziţia respectivă. Aceste elemente pot fi:

Nod

Punct median

Reazem

Articulaţie pe muchie

Încărcare concentrată pe domeniu

Punctul final al încărcării

Centrul arcului

Arc

Tangentă

Curba Bézier

Referinţe

Linie

Suprafaţă

Corp rigid

Element ARBO

Element CRET

Intersecţie

Perpendicular

Conturul, colţul fundaţiei izolate

Conturul, colţul fundaţiei continue

Îmbinarea modulului SC1

Bară virtuală

Linie de ghidare

Domeniu

Axe

Cotă, linie de cotă

Pentru funcţia “Preluare”

Fereastră de text, fereastră de rezultate

Domeniu de armare,
zona solidă AIRDECK

Dacă într-o poziţie a cursorului programul găseşte mai multe elemente suprapuse, identificarea lor se face după prioritatea de mai sus şi numărul de ordine cel mai mic.
Simbolurile de mai sus sunt dublate dacă într-o poziţie sunt mai multe elemente identice suprapuse.

☞ ***În fereastra de coordonate se afişează care din elementele suprapuse sunt identificate de cursor (ex. noduri).***

4.7.2. Introducerea coordonatelor de la tastatură

În timpul editării unui model, coordonatele nodurilor se pot defini introducându-le direct în fereastra de coordonate, în câmpurile coordonatelor. Câmpurile se pot completa în două moduri:

1. Se tastează litera coordonatei şi se introduce valoarea;
2. Clic cu mausul în câmpul respectiv şi introducând valoarea coordonatei.

Valorile astfel introduse cu comutatorul *d* cuplat reprezintă coordonata locală, iar cu comutatorul decuplat coordonata globală. La introducerea mai multor coordonate contradictorii programul consideră ultima valoare introdusă.

Originea relativă poate fi mutată oricând cu tasta **Instert.** La desenarea unei linii se poate defini coordonata punctului de capăt relativ la punctul de start al liniei.

☞ ***Dintr-un punct existent se poate măsura o distanţă dată într-o direcţie dată, dacă originea locală se fixează în punctul deja existent, în căsuţa coordonatei*** *d a[°]* ***se introduce unghiul, iar în căsuţa coordonatei*** *d r[m]* ***se introduce distanţa pentru direcţia respectivă.***

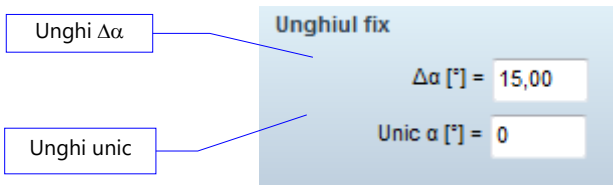
În timpul editării, poziţia originii locale se poate schimba arbitrar, punctele unei linii putând fi definite de la două puncte diferite.

4.7.3. Măsurarea distanţelor

Distanţa dintre punctele existente se poate afla dacă comutatorul *d* este activat, fixând originea pe unul dintre puncte şi deplasând cursorul pe punctul celălalt. Valoarea distanţei se poate citi în căsuţa **dL**.

4.7.4. Unghiuri fixate

În timpul editării şi în timpul folosirii funcţiilor de editare prin apăsarea tastei **[Shift]** direcţia de deplasare a cursorului se poate fixa. Utilizarea direcţiilor fixate se bazează pe două valori unghiulare:



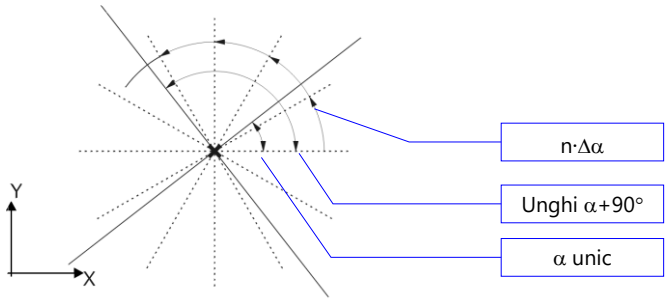
Valorile unghiurilor por fi personalizate accesând meniul *Opţiuni/Setări/Editare*.

$\Delta\alpha$ Valoarea implicită 15°

Ţinând apăsată tasta **[Shift]**, cursorul se deplasează numai pe dreapta cu direcţia n*$\Delta\alpha$, unde valoarea cea mai apropiată a lui n depinde de poziţia cursorului

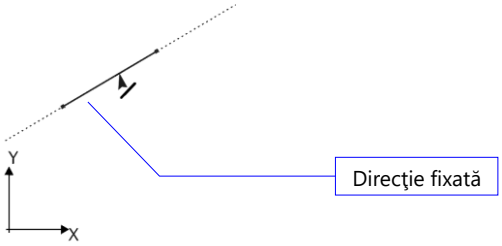
α *unic* Ţinând apăsată tasta **[Shift]**, cursorul se deplasează numai pe direcţia dreptei care trece prin originea locală cu unghiul α sau α+n*90°.

La utilizarea unghiurilor $\Delta\alpha$ sau α, originea folosită pentru fixarea direcţiilor poate fi originea globală cu butoanele *d* decuplate sau originea locală cu un buton *d* cuplat în fereastra de coordonate.



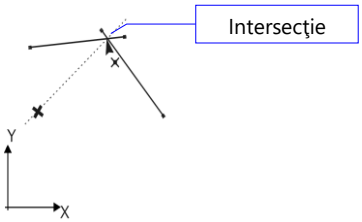
Fixarea direcţiilor de deplasare a cursorului se mai poate face în felul următor:

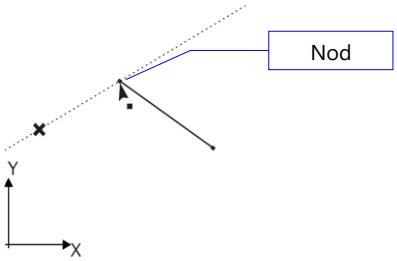
1.În cazul în care cursorul este deasupra unei **linii**, la apăsarea tastei **[Shift],** aceasta se poate deplasa numai pe direcţia definită de dreaptă. Această funcţie se poate utiliza şi în perspectivă.

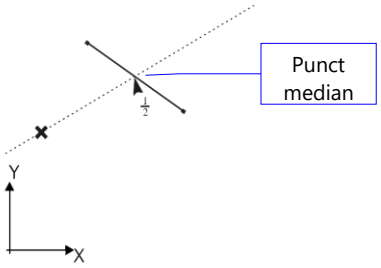


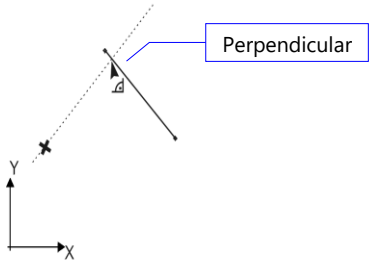
2. În cazul în care cursorul este aşezat pe un punct al ecranului, apăsând tasta **[Shift]** acesta se deplasează numai pe dreapta ce uneşte originea relativă cu punctul respectiv. Această funcţie se poate utiliza şi în perspectivă.

În cazul în care cursorul este pe **domeniu** sau **element de suprafaţă** şi se apasă tasta **[Shift],** aceasta se deplasează în planul elementelor.









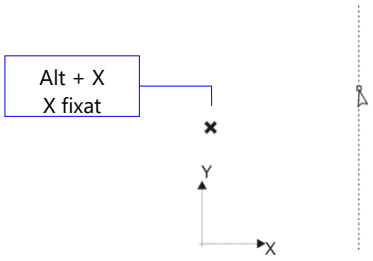
Instrumente pentru editare

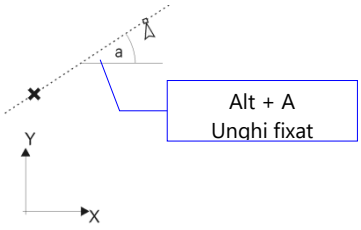
Cu instrumentele pentru editare se poate fixa direcţia liniilor trasate.

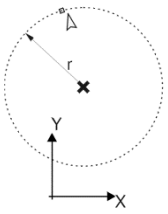
Vezi detaliat... 2.16.10 Instrumente pentru editare

4.7.5. Fixarea coordonatei

Cu această funcţie se poate fixa orice coordonată din fereastra de coordonate, în aşa fel încât la deplasarea cursorului valoarea acesteia nu se schimbă. Activarea sau dezactivarea acestei funcţii se face cu apăsarea concomitentă a tastelor **[Ctrl+Alt]** şi a literei coordonatei. Ex.: **[Ctrl+Alt] + [X], [Y], [Z], [L], [R], [A], [B], [H]**
Un dreptunghi negru deasupra căsuței de inserare a coordonatei reprezintă cordonata blocată.







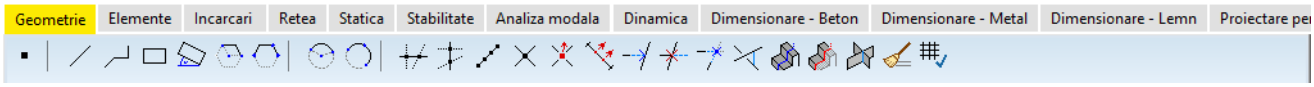
4.7.6. Intersectare automată

Dacă funcţia intersectare automată este activată, atunci la crearea noilor elemente ale reţelei în punctele de intersecţie ale liniilor se generează noduri care împart liniile respective.

Activarea sau dezactivarea funcţiei se face din meniul *Opţiuni/Setări/Editare/Automat/Intersectare*.

Elementele definite ca suprafaţă se împart în elemente de suprafaţă. Dacă sunt intersectate elemente care au ataşate elemente finite, acestea sunt împărţite în elemente finite având proprietăţile şi încărcările elementului iniţial.

4.8. Instrumente în editorul geometric



Cu aceste instrumente se poate realiza şi modifica geometria elementelor. Aici se găsesc şi funcţiile cu care se pot diviza elementele existente sau se poate verifica reţeaua editată.

☞ ***Dacă la crearea noilor elemente este activată funcţia Modificare detaliu*** *(Opţiuni/Setări/Editare /Automat/Utilizare detaliu)****, detaliile activate se completează automat cu noile elemente create.***

4.8.1. Nod

Cu această funcţie se poate defini nodul, elementul de bază al reţelei de elemente finite

Definirea unui nod se poate face în modurile următoare:

1. Clic cu butonul stâng al mausului în poziţia actuală a cursorului;
2. Se introduc valorile coordonatelor punctului în paleta de coordonate
3. Se introduc valorile coordonatelor punctului direct în tabel

Vezi... 4.7.2 Introducerea coordonatelor de la tastatură.

Noul nod se poate defini şi pe o linie deja existentă. Dacă funcţia intersectare automată este activată, prin clic pe o linie se defineşte noul nod care împarte linia. Dacă nu este activată funcţia intersectare automată, se defineşte un nod independent. Nodul nou definit pe conturul sau în interiorul elementului de suprafaţă împarte această suprafaţă în elemente de suprafaţă noi. Din utilizarea funcţiei pe elementele finite deja existente rezultă elemente finite care moştenesc proprietăţile şi încărcările elementului finit iniţial.

☞ ***Programul uneşte punctele care sunt mai apropiate decât precizia de editare.***

4.8.2. Linia

Cu această funcţie se poate crea linia care serveşte la definirea axei barelor, corpurilor rigide sau conturului elementelor plane.

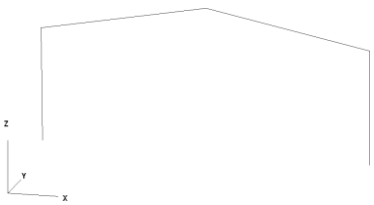
Apăsând tasta dreapta a mausului deasupra butonului funcţiei se poate alege din următoarele posibilităţi:

Linie

Definirea unei linii prin două puncte. Punctele de la capătul liniei se pot defini cu ajutorul cursorului sau prin fereastra de coordonate, introducând coordonatele respective. În perspectivă, funcţia se poate utiliza numai între puncte existente.

Poligon

Se poate desena un lanţ din linii în aşa fel încât ultimul punct al fiecărei linii este automat primul punct pentru linia următoare.
Desenarea poligonului se poate întrerupe în următoarele moduri:



1. La apăsarea tastei **[Esc]** se întrerupe desenarea poligonului la linia curentă;

2. La apăsarea tastei **[Esc]** de două ori se părăseşte funcţia de desenare a poligonului;

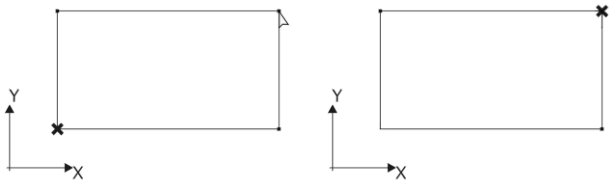
3. tasta dreaptă meniu rapid/**Renunţă**;

4. Cu dubluclic pe ultimul punct al poligonului.

În perspectivă, funcţia se poate utiliza numai între punctele deja existente.

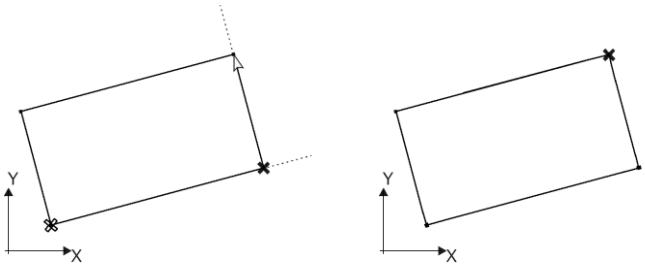
Dreptunghi

Prin definirea vârfurilor opuse (pe diagonală) se desenează un dreptunghi având laturile paralele cu axele sistemului de coordonate. După definirea primului vârf, funcţia se poate întrerupe cu tasta **[Esc]**. Funcţia nu se poate utiliza în perspectivă.



Dreptunghi rotit

Prin definirea a două laturi se desenează un dreptunghi rotit arbitrar.



După definirea primului vârf, funcţia se poate întrerupe cu tasta **[Esc]**. Funcţia nu se poate utiliza în perspectivă.

Poligon

Desenare poligon prin centru şi două puncte.

După activarea funcţiei, într-o fereastră de dialog se defineşte numărul laturilor iar după acesta se marchează centrul, punctul iniţial şi final al poligonului.

Poligon

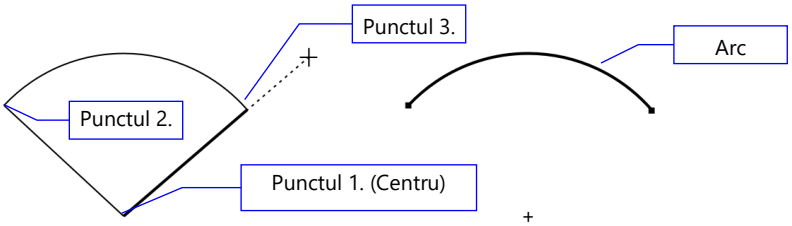
Desenare poligon prin trei puncte.

După activarea funcţiei, într-o fereastră de dialog se defineşte numărul laturilor iar după aceasta se marchează cele trei puncte ale poligonului.

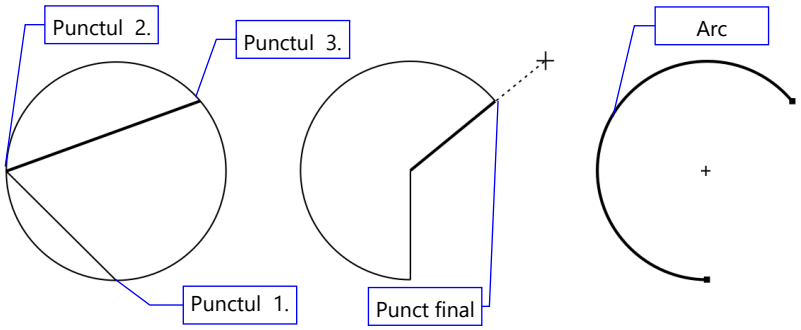
4.8.3. Arc de cerc

Desenare cerc sau arc de cerc. Cu butonul **[Esc]** poate fi întreruptă funcţia.

Definirea Arcului de cerc cu ajutorul punctului central, al razei şi al unghiului central.

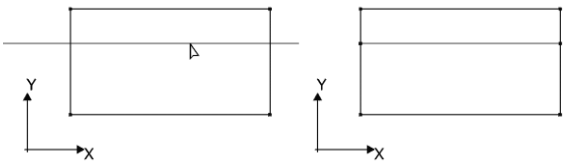


Definirea Arcului de cerc prin trei puncte. Această funcţie poate fi utilizată şi în perspectivă.



4.8.4. Divizare orizontală

Funcţia defineşte o linie de împărţire orizontală paralelă cu planul ecranului, într-un plan definit cu coordonata de adâncime care trece prin poziţia actuală a cursorului. În punctele de intersecţie găsite în planul respectiv, programul generează noduri noi. Dacă funcţia este folosită pe elemente deja definite, rezultă elemente finite care moştenesc proprietăţile elementelor iniţiale.

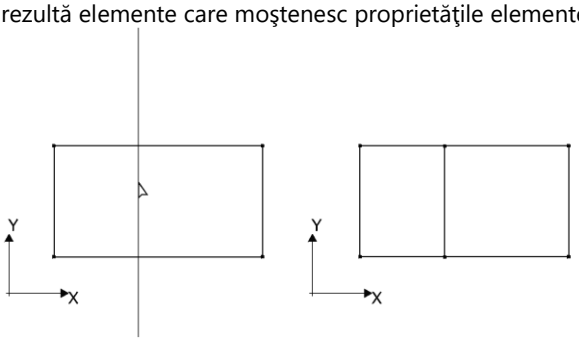


În perspectivă funcţia nu se poate folosi.

☞ ***Datorită faptului că funcţia se poate folosi numai în planurile de lucru paralele cu planul ecranului*** (X-Z, X-Y, Z-Y***), înainte de folosirea pe elemente care nu sunt paralele cu acest plan, acestea trebuiesc rotite într-un plan paralel cu ecranul iar după împărţire, aduse înapoi în poziţia iniţială.***
Rotirea elementelor existente **vezi detaliat...** 2.16.6.2 Rotire

4.8.5. Divizare verticală

Funcţia defineşte o linie de împărţire verticală paralelă cu planul ecranului într-un plan definit cu coordonata de adâncime care trece prin poziţia actuală a cursorului. În punctele de intersecţie găsite în planul respectiv, programul generează noduri noi. Dacă funcţia este folosită pe elemente deja definite, rezultă elemente care moştenesc proprietăţile elementelor iniţiale.



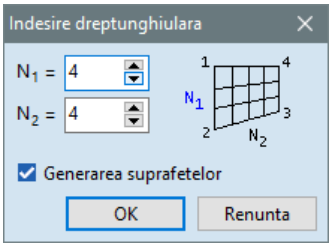
În perspectivă funcţia nu se poate folosi.

☞ ***Datorită faptului că funcţia se poate folosi numai în planurilede lucru paralele cu planul ecranului*** (X-Z, X-Y, Z-Y***), înainte de folosirea pe elementele care nu sunt paralele cu acest plan, acestea trebuie rotite într-un plan paralel cu ecranul iar după împărţire, aduse înapoi în poziţia iniţială.***
Rotirea elementelor existente **vezi detaliat...** 2.16.6.2 Rotire

4.8.6. Împărţire în patrulatere, împărţire în triunghiuri

Generarea reţelei patrulater, triunghi sau mixt. Se poate folosi la generarea reţelelor de elemente finite pentru structuri alcătuite din elemente plane, dar se poate opta și pentru domenii.

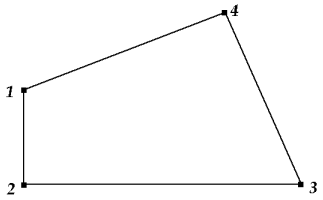
Îndesire dreptunghiulară I.



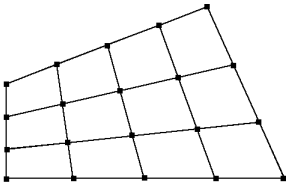
Între patru puncte arbitrare în spaţiu se generează o reţea liniară alcătuită din patrulatere. Dacă între două puncte din cele patru deja există o linie, aceasta este împărţită conform împărţirii reţelei. În fereastra funcţiei se poate regla separat împărţirea pe fiecare direcţie. Dacă opţiunea *Generare suprafeţe* este activată, programul generază suprafeţe din elementele reţelei.

În timpul desenării, programul reprezintă reţeaua cu linie întreruptă roşie în cazul în care cursorul este într-o poziţie în care reţeaua nu se poate genera (ex. dreptunghi concav). Programul vizualizează reţeaua cu linie întreruptă gri în cazul în care cursorul este într-o poziţie în care se poate genera o reţea care conţine elemente deformate.

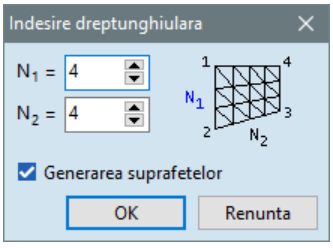
Programul consideră ca element deformat dreptunghiul care are unghiul interior mai mic de 30° sau mai mare de 150°.



$n_{1,2}=4$
$n_{2,3}=3$

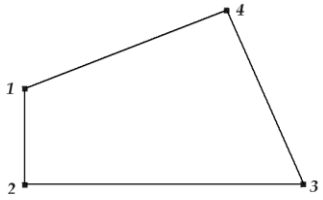


Îndesire dreptunghiulară II.

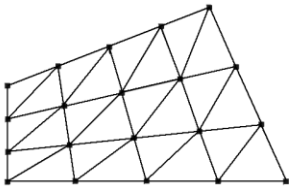


Modul de funcţionare al acestei funcţii este asemănător cu *Împărţire în patrulatere I*, dar se generează şi diagonala acestora, obţinându-se o reţea alcătuită din triunghiuri. Pentru a obţine o reţea optimă, se generează diagonala mai scurtă a patrulaterelor.

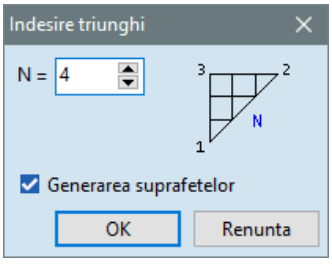
În timpul desenării, programul vizualizează reţeaua cu linie întreruptă roşie în cazul în care cursorul este într-o poziţie în care reţeaua nu se poate genera (ex. patrulater concav). Programul vizualizează reţeaua cu linie întreruptă gri în cazul în care cursorul este într-o poziţie în care se poate genera o reţea dar aceasta conţine elemente deformate.
Programul consideră ca element deformat triunghiul care are unghiul interior mai mic de 15° sau mai mare de 165°.



$n_{1,3}=4$
$n_{1,2}=3$



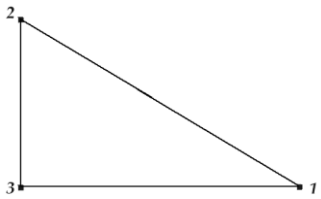
Îndesire triunghiulară I.

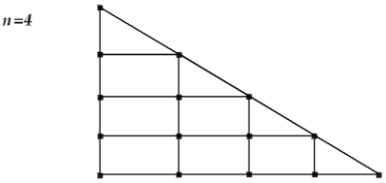


Între trei puncte arbitrare în spaţiu se generează o reţea din patrulatere care pe prima latură desenată conţine şi triunghiuri. Dacă între două puncte din cele trei deja există o linie, aceasta este împărţită conform împărţirii reţelei. În fereastra funcţiei se poate regla separat împărţirea laturilor.

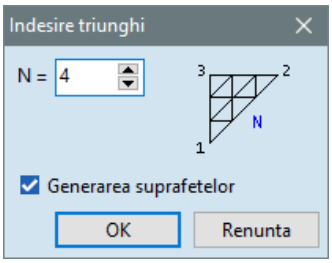
În timpul desenării, programul reprezintă reţeaua cu linie întreruptă roşie în cazul în care cursorul este într-o poziţie în care reţeaua nu se poate genera. Programul reprezintă reţeaua cu linie întreruptă gri în cazul în care cursorul este într-o poziţie în care se poate genera o reţea, dar aceasta conţine elemente deformate.

Programul consideră ca element deformat triunghiul care are unghiul interior mai mic de 15° sau mai mare de 165°.
Programul consideră ca element deformat patrulaterul care are unghiul interior mai mic de 30° sau mai mare de 150°.



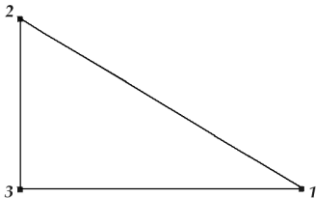


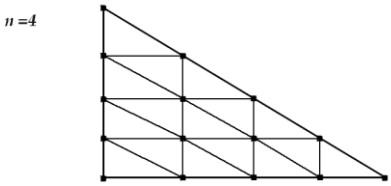
Îndesire triunghiulară II.



Modul de funcţionare al acestei funcţii este asemănător cu *Împărţire în triunghi I*, dar se generează şi diagonala dreptunghiurilor şi se obţine o reţea alcătuită numai din triunghiuri. Diagonalele generate sunt paralele cu prima latură desenată a triunghiului.

În timpul desenării, programul reprezintă reţeaua cu linie întreruptă roşie în cazul în care cursorul este într-o poziţie în care reţeaua nu se poate genera. Programul reprezintă reţeaua cu linie întreruptă gri în cazul în care cursorul este într-o poziţie în care se poate genera o reţea dar aceasta conţine elemente deformate. Programul consideră ca element deformat triunghiul care are unghiul interior mai mic de 15° sau mai mare de 165°.





4.8.7. Divizare linie

Această funcţie împarte o linie şi generează noduri noi pe aceasta. Linia este împărţită automat în două sau mai multe segmente. În fereastra funcţiei se pot alege următoarele opţiuni:

După raport:

linia este împărţită în două şi se precizează raportul de împărţire a lungimii liniei;

După lungime:

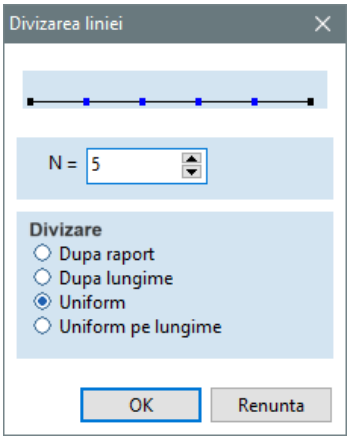
linia este împărţită în două şi se precizează distanţa de la punctul *i* până la punctul de împărţire.

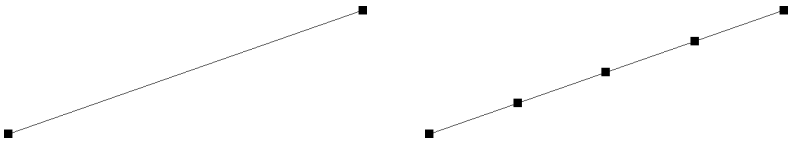
Uniform:

linia este împărţită în n părţi egale

Uniform pe lungime:

Linia va fi divizată uniform după lungimea dată





Initial După

Dacă funcţia este aplicată pe linii la care au fost deja ataşate elemente finite, acestea vor moşteni proprietăţile şi încărcările elementului finit vechi.

☞ ***Elementul finit plan îşi pierde caracteristicile dacă una din liniile delimitatoare este împărţită. Elementele se pot selecta şi înainte de executarea funcţiei.***

4.8.8. Intersecţie

Dacă în timpul editării geometriei funcţia de *intersectare automată* nu a fost activată, cu această funcţie se pot genera nodurile la intersecţia liniilor. În fereastra de dialog se poate selecta la ce tipuri de elemente să se genereze intersecţiile automate.
În intersecţia liniilor selectate, programul generează noduri şi împarte liniile în raport cu punctele de intersecţie. Dacă funcţia este aplicată pe linii la care au fost deja ataşate elemente finite, acestea vor moşteni proprietăţile şi încărcările elementului finit vechi. Se poate aplica numai pe elemente liniare.

☞ ***Elementele se pot selecta şi înainte de executarea funcţiei.***

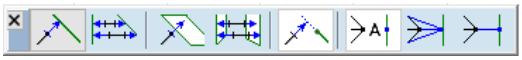
4.8.9. Ştergere nod

Cu această funcţie se pot şterge punctele de intersecţie şi se pot defini elemente (zăbrele) independente, care se intersectează. Funcţia se poate utiliza şi pentru ştergerea punctelor de împărţire.

4.8.10. Ştergere noduri intermediare

Șterge punctele intermediare inutile de pe linii. Removes unnecessary intermediate nodes on lines. Nodurile cu două linii de legătură sunt eliminate doar cu condiția ca acestea să poată fi unite.

4.8.11. Extinderea liniilor până la alte linii, plane



Cu această opțiune putem extinde liniile existente (drepte sau curbe) până la alte linii (drepte sau curbe), sau până la plane.

Funcții de bază

Extinderea liniilor până la o linie dată
Prima data trebuie să selectăm linia de limită: ori apăsăm pe o linie existentă, ori definim două puncte și în cazul acesta linia de limită va fi linia determinată de cele două puncte. După aceea trebuie să apăsăm pe capetel liniilor, pe care vrem să le extindem.

Extinderea liniilor până la linii date
Putem selecta mai multe linii de limită, după care apăsăm OK (saun Enter) și selectăm liniile pe care vrem să le extindem. Liniile se extind în ambele direcții până la liniile de limită.

Extinderea liniilor până la un plan dat
Prima dată trebuie să selectăm planul de limită: ori apăsăm pe un domeniu existent, ori definim trei puncte necoliniare și în cazul acesta planul de limită va fi planul determinat de cele trei puncte. După aceea trebuie să apăsăm pe capetele liniilor, pe care vrem să le extindem.

Extinderea liniilor până la planuri date
Putem selecta mai multe planuri de limită, după care apăsăm OK și selectăm liniile pe care vrem să le extindem. Liniile se extind în ambele direcții până la planurile de limită.

Setări

Extindere și în cazul în care nu există o intersectare reală
Dacă acest buton este activat, liniile se extind până la dreapta suport a liniei de limită. Dacă acest buton este dezactivat, liniile se extind până la linia de limită, doar în cazul în care au o intersectare reală.

Cu ultimele trei butoane putem controla capetele liniilor.

Mutarea capetelor libere, prelungirea liniilor în cazul elementelor conectate
Programul alege automat una dintre cele două opțiuni. Dacă se conectează și alte linii la capătul (nodul) liniei pe care vrem să o extindem, programul alege prima soluție, în caz contrar a doua soluție.

Mutarea capetelor
Nodul liniei extinse se mută în punctul de intersecție cu linia limită. Dacă sunt conectate și alte linii la acest nod, se modifică și direcția acestor linii.

Prelungirea capetelor
Nodul liniei extinse se păstrează, iar în punctul de intersecție cu linia limită se crează un alt nod, astfel linia extinsă va fi prelungită până la nodul nou. În caul acesta direcția liniilor conectate în nodul existent nu se modifică.

4.8.12. Tăierea liniilor după alte linii, plane

Cu această opțiune putem tăia liniile existente (drepte sau curbe) după la alte linii (drepte sau curbe), sau după planuri.

Funcții de bază

Tăierea liniilor după o linie
Prima dată trebuie să selectăm linia de tăiere: ori apăsăm pe o linie existentă, ori definim două puncte, și în cazul acesta, linia de tăiere va fi linia determinată de cele două puncte. Dacă această linie intersectează liniile pe care vrem să le tăiem, trebuie să apăsăm pe capetele liniilor, pe care vrem să le ștergem.

Tăierea liniilor după mai multe linii
Putem selecta mai multe linii de tăiere, după care apăsăm OK (saun Enter) și selectăm liniile pe care vrem să le tăiem. Apăsăm pe capetele pe care vrem să le tăiem.

Tăierea liniilor după un plan dat
Prima data trebuie să selectăm planul de tăiere: ori apăsăm pe un domeniu existent, ori definim trei puncte necoliniare și în cazul acesta planul de tăiere va fi planul determinat de cele trei puncte. Dacă acest plan intersectează liniile pe care vrem să le tăiem, trebuie să apăsăm pe capetele liniilor, pe care vrem să le ștergem.

Tăierea liniilor după planuri date
Putem selecta mai multe planuri de tăiere, după care apăsăm OK și selectăm liniile pe care vrem să le tăiem. Apăsăm pe capetele pe care vrem să le tăiem.

Setări

Tăiere și în cazul în care nu există o intersectare reală
Dacă acest buton este activat, linia de tăiere taie liniile și dacă nu au o intersectare reală. Dacă acest buton este dezactivat, liniile sunt tăiate doar în cazul în care au o intersectare reală cu linia de tăiere.

Cu ultimele trei butoane putem controla capetele liniilor.

Mutarea capetelor libere, prelungirea liniilor în cazul elementelor conectate
Programul alege automat una dintre cele două opțiuni. Dacă se conectează și alte linii la capătul (nodul) liniei pe care vrem să o tăiem, programul alege prima soluție, în caz contrar a

doua soluție.

Mutarea capetelor
Nodul liniei tăiate se mută în punctul de intersecție cu linia de tăiere. Dacă sunt conectate și alte linii la acest nod, se modifică și direcția acestor linii.

Prelungirea capetelor
Nodul liniei tăiate se păstrează, iar în punctul de intersecție cu linia de tăiere se crează un alt nod, astfel linia tăiată va fi prelungită până la nodul nou. În cazul acesta direcția liniilor conectate în nodul existent nu se modifică.

4.8.13. Extinderea liniilor până la punctul de intersecție

Funcții de bază

Extinderea/tăierea celor două linii selectate până la intersecția acestora
Extinde/taie perechile formate din liniile selectate consecutiv până la intersecția acestora.

Extinderea/tăierea liniilor selectate până la intersecția cu prima linie
Extinde/taie liniile până la intersecția cu linia care a fost selectată prima.

Cu următoare butoane putem controla comportamentul curbelor, unde putem avea mai multe intersecții.

Setări

Extinderea curbei în direcția mai scurtă
Extinde/taie capătul curbei, care se află mai aproape de punctul de intersecție.

Alegerea capătului curbei cu apăsare
Putem selecta capătul curbei pe care vrei sa-l extindem/taiem, dacă apăsăm pe acesta.

Cu ultimele trei butoane putem controla capetele liniilor. Vezi mai sus.

4.8.14. Perpendicular transversal

Trasează perpendicular două linii în spaţiu.

4.8.15. Tăierea modelului cu un plan

După definirea planului, în model sunt introduse nodurile şi liniile rezultate din intersecţia planului cu modelul. Această funţie se poate utiliza la tăierea domeniilor, barelor şi zăbrelelor.

4.8.16. Tăiere semispaţiu

Această funcţie este similară cu funcţia *Tăierea modelului cu un plan*, dar la aceasta se poate selecta semispaţiul din care se şterg elementele.

4.8.17. Trasarea liniei de intersecţie a domeniilor

Trasarea liniei de intersecţie între două domenii sau între linie şi domeniu.
După activarea funcţiei se selectează domeniile între care se doreşte trasarea liniei de intersecţie.

4.8.18. Îndepărtarea liniilor și noduilor inutile

Această funcție elimină nodurile care nu sunt conectate la niciun element (element liniare, domenii, rezemări etc.) și liniile fără proprietăți de elemente. Posibilele opțiuni sunt:

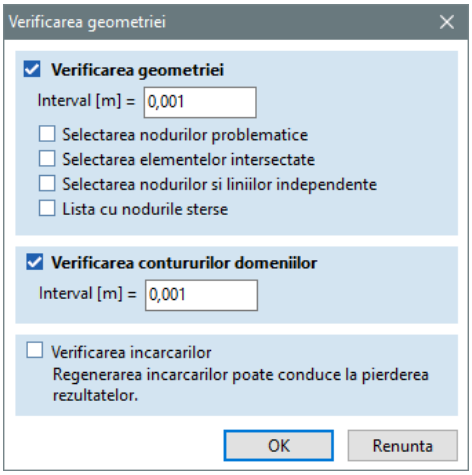
Din selecție: vor fi verificate numai nodurile și liniile selectate.

Verifiă nodurile și liniile interne ale domeniilor: În cazul în care încărcările independente de rețea sunt aplicate pe un domeniu, în cadrul domeniului pot fi create noduri și linii suplimentare pentru a ghida algoritmul de discretizare. Ștergerea rețelei nu elimină aceste noduri și linii. Deoarece aceste noduri și linii nu au un rol fizic în model, ele sunt găsite de aceastăp funcție. Lăsând această opțiune dezativată, programul nu va șterge nodurile și liniile interne.

Selectare fără ștergere: Liniile și nodurile inutile vor fi selectate dar nu vor fi eliminate.

4.8.19. Verificarea reţelei

Cu această funcţie se pot indepărta liniile şi nodurile din intervalul specificat. Funcţia corectează conturul domeniului în aşa fel, încât liniile care îl formează să fie în acelaşi plan; se verifică şi arcurile la care punctul de start şi punctul final nu sunt la aceeaşi distanţă.

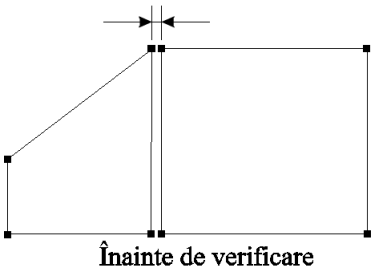


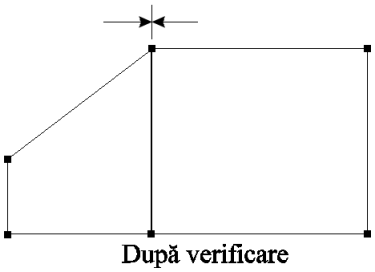
Selectarea elementelor intersectate

Verificarea încărcărilor

☞ ***Regenerarea încărcărilor poate conduce la pierderea rezultatelor***

Dacă este activată opţiunea *Numai selectare*, programul selectează nodurile care sunt mai aproape decât valoarea specificată în *Interval,* dar nu modifică modelul. Dacă funcţia este dezactivată, programul uneşte toate nodurile care sunt mai aproape decât intervalul dat şi uneşte şi liniile generate între aceste puncte. Nodul nou se genera în centrul geometric al nodurilor unite. Dacă opţiunea *Lista cu nodurile şterse* este activată se va genera o listă cu nodurile şterse. Dacă funcţia *Selectarea nodurilor şi liniilor independente* este activată, nodurile şi liniile care nu au legătura cu restul modelului vor fi selectate. Putem opta și pentru *Selectarea nodurilor cu probleme*, respectiv pentru *Selectarea Elementele intersectate*.
Verificarea completă a încărcărilor regenerează toate încărcările care depind de geometria structurii (ex. Încărcări distribuite pe suprafața barei/planșeului) și din cauza aceasta există posibilitatea că rezultatele se șterg.

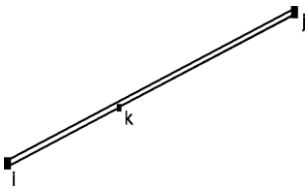




Verificarea contururilor domeniilor

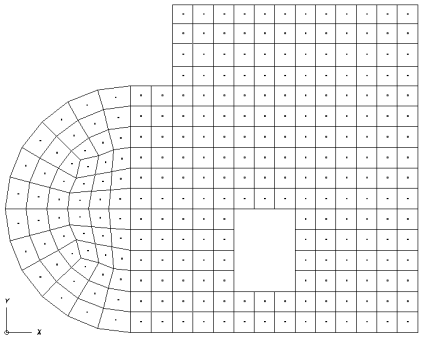
Dacă este bifată opțiunea, programul elimină zigzagurile de pe segmentele aproape drepte de pe conturul domeniilor, dacă deviația este sub tolerața definită aici.

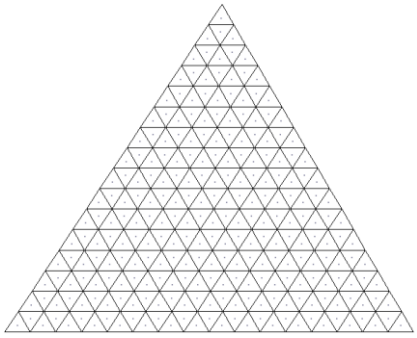
☞ ***În cazul în care o linie şi un poligon sunt suprapuse şi punctele lor de început şi final sunt identice, eroarea nu este eliminată. În acest caz se poate utiliza funcţia de intersectare, care intersectează liniile care sunt suprapuse.***



4.8.20. Suprafaţă

Cu această funcţie se pot crea elementele necesare pentru definirea elementelor finite de suprafaţă. În toate cazurile când se modelează suprafeţe (învelitoare, placă, şaibă), reţeaua trebuie formată din patrulatere convexe şi triunghiuri. Funcţia caută în reţeaua selectată suprafeţele plane convexe delimitate de trei sau patru linii. Trebuie selectate într-unul sau în mai mulţi paşi toate liniile care fac parte din suprafaţa ce va fi modelată. Elementele finite plane se pot defini numai cu ajutorul elementelor definite ca suprafaţă.
După apariția domeniilor, această funcție a devenit inutilă.





☞ ***Programul consideră patrulaterele plane dacă distanţa de la al patrulea punct până la planul definit de restul de trei puncte este mai mică decât valoarea setată*** δ [m] ***în meniul*** *Opţiuni/Setări/Editare/Toleranţă****.***

4.8.21. Modificare, transformare

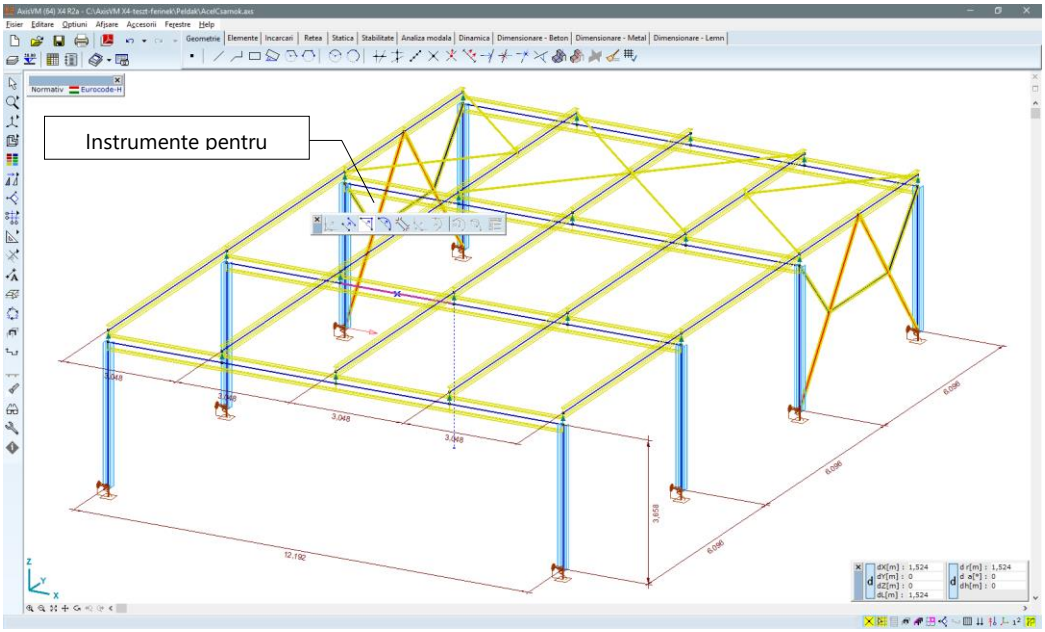
Modificarea elementelor geometrice deja definite.

Modificarea poziţiei unei linii sau a unui nod se poate face în felul următor:

1. Cursorul se poziţionează pe *linie/nod*.
2. În timp ce este apăsată tasta stângă a mausului, se deplasează linia/nodul.
3. Se deplasează linia/nodul în poziţia dorită sau se introduce noua coordonată în fereastra de coordonate, după care se apasă o tastă de comandă.

Bare de instrumente rapide

În funcţie de tipul elementului care se modifică, se afişează bare de instrumente rapide pe ecran. Poziţia de afişare a acestor instrumente se poate seta în *Opţiuni/Preferinţe/Bare de instrumente* (3.3.11 Preferinţe).



Modificare nod

Deplasarea nodului cu liniile care il conectează

Desprinderea liniilor selectate din nod

Translaţia paralelă a liniilor care sunt conectate în nodul selectat

Teşirea muchiei

Rotunjirea muchiei

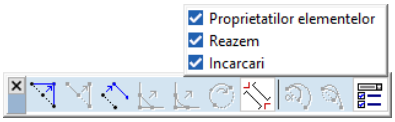
Prelungirea sau scurtarea arcului de cerc

Desprinderea elementelor de pe nodurile în care sunt legate

La activare unghiul central al arcului nu se schimbă

Arcul nou este definit de punctul modificat, punctul median şi punctul final

Este activ numai pentru funcţia de desprindere (funcţia 5.), din lista afişată se poate opta ce proprietăţi să fie păstrate după desprindere



Modificare numerică: Prin clic pe un nod se deschide editorul de tabel cu

Noduri, unde se poate modifica coordonata nodului. Dacă sunt selectate mai multe noduri, prin clic pe un nod dintre acestea se pot edita coordonatele nodurilor selectate. Modificarea se poate efectua şi în editorul de proprietati după selectarea nodurilor.

Trecerea nodurilor selectate în acelaşi plan se poate face în modul următor:

1. Se selectează nodurile
2. În editorul de proprietăţi se dă valoarea coordonatei.

Modificarea liniei

Rotunjirea muchiei

Translaţie paralelă

Frângerea liniei într-un punct

Transformarea liniei în arc cu păstrarea nodurilor de la capete

Desprinderea liniei de pe noduri

Deplasarea liniei între două elemente liniare

Înlocuirea liniei între două linii cu arc tangent

Vezi la *Modificare nod*

Modificare arc

Rotunjirea muchiei

Translaţie paralelă

Transformarea arcului în linie

Modificarea razei arcului cu păstrarea nodurilor de la capete

Modificarea razei arcului cu modificarea nodurilor de la capete

Desprinderea arcului de pe noduri

Vezi la *Modificare nod*

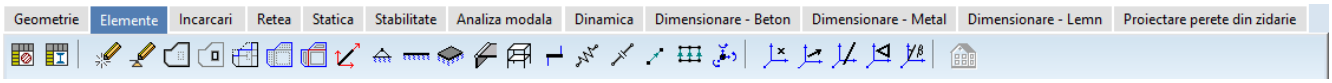
☞ ***Dacă au fost selectate mai multe linii sau noduri, modificarea schimbă poziţia tuturor liniilor sau nodurilor selectate.***

Transformarea obiectelor **Vezi detailat...** 2.16.6 Copierea obiectelor

4.8.22. Ştergere

[Del] **Vezi detaliat**... 3.2.9 Ştergere

4.9. Elemente



Definirea elementelor finite şi caracteristicile acestora.
Pentru definirea elementelor finite sunt necesare următoarele caracteristici:

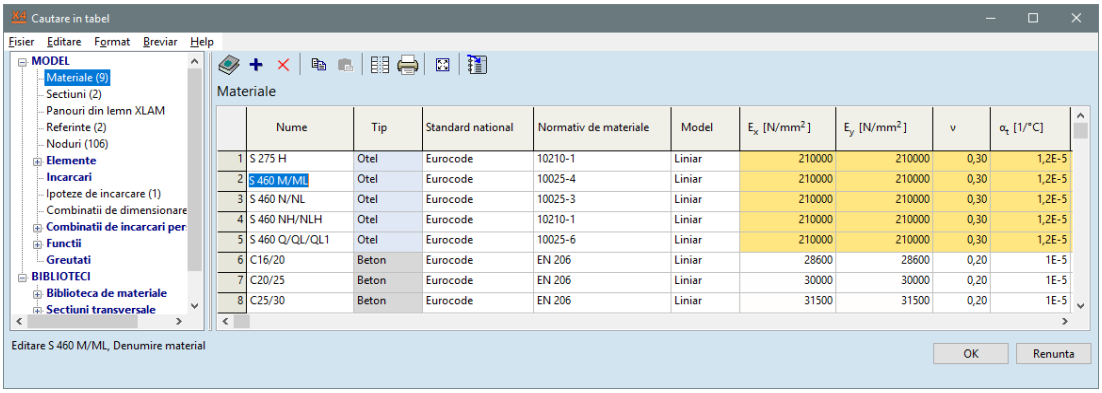
Element finit	Material	Secţiune	Referinţă	Rigiditate	Suprafaţă
Zăbrea	●	●	o		
Bară	●	●	●	o	
Nervură	●	●	o		
Şaibă	●		●		●
Placă	●		●		●
Învelitoare	●		●		●
Reazem			o	●	
Corp rigid					
Diafragmă					
Arc			o	●	
Contact			o	●	
Element de legătură			o	●	
Articulaţie pe muchie				●	

o: opţional

Cu aceste funcţii se pot defini diferite elemente finite.
În cursul definirii se dau caracteristicile specifice pentru fiecare element. În continuare sunt prezentate funcţiile referitoare la aceste elemente finite.

4.9.1. Materiale

Definire tipuri de materiale



Definirea materialelor folosite în modelul structurii.
Datele se pot încărca din baza de date a programului sau se pot preciza în tabel. Dacă se şterge un material definit anterior, se şterg şi elementele la care s-a folosit acest material.

Încărcare din biblioteca de materiale

[Shift+Ctrl+M]

Biblioteca de materiale conţine toate caracteristicile materialelor uzuale în proiectarea structurală curentă, conform normativelor STAS, Eurocode, DIN şi MSz. Materialele prezentate aici pot fi folosite la orice model.

Activând opțiunea *Format / Afișarea îngroșată a numelor materialelor utilizate* ajută la evitarea ștergerii unor materiale utilizate. Materialele afișate dar neutilizate pot și șterse ușor cu comanda *Editare / Ștergerea materialelor neutilizate*.
Pentru sortarea tabelelor și codarea culorilor **vezi...** 2.9 Tabele.

☞ ***Dacă se şterge un material definit atunci se sterg şi elementele care au fost definite cu acest material.***
Pot fi șterse materialele neutilizate cu comanda *Editare / Ștergerea elementelor neutilizate*.

Definire caracteristici materiale

Pentru elementele finite este necesar să se definească următoarele caracteristici de materiale:

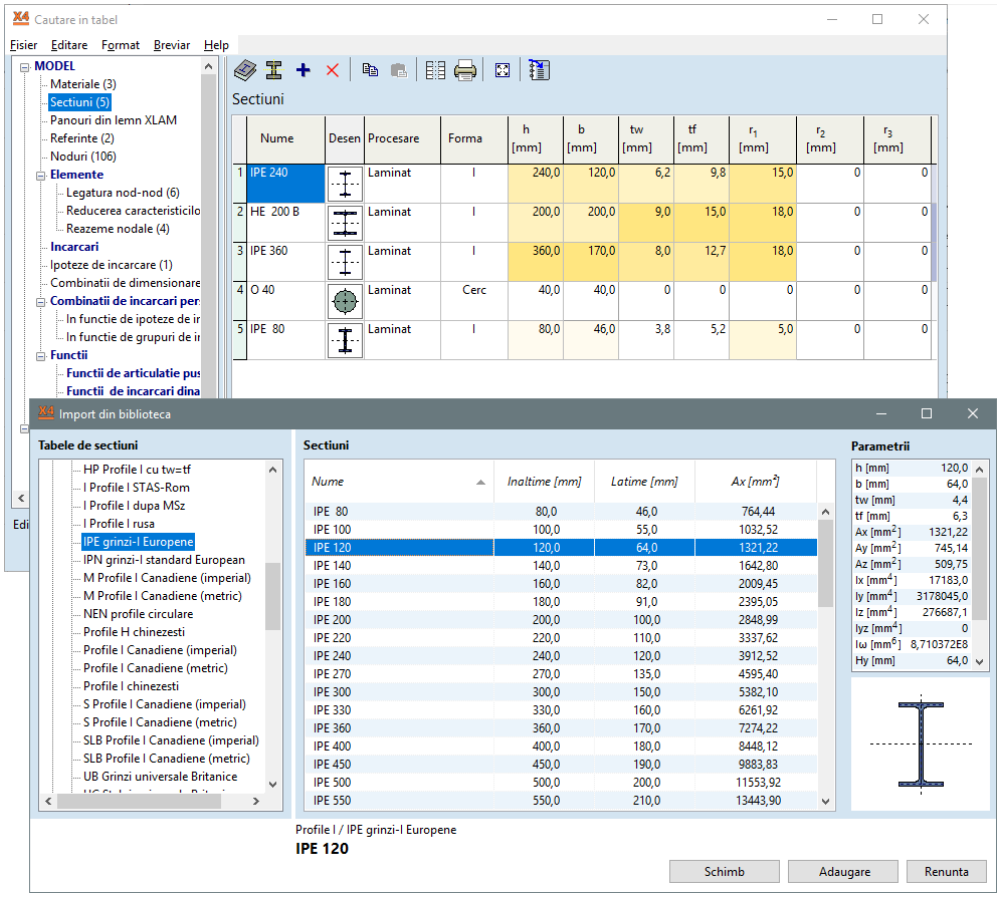
Elementul finit	***E***	***ν***	***α***	***ρ***
Zăbrea	*		*	*
Bară	*		*	*
Nervură	*		*	*
Şaibă	*	*	*	*
Placă	*	*	*	*
Învelitoare	*	*	*	*
Reazem				
Corp rigid				
Diafragmă				
Arc				
Contact				
Element de legătură				

Vizualizarea şi modificarea caracteristicilor materialelor se face sub formă tabelară conform celor descrise în capitolul 3.1.15 Biblioteca de materiale.

☞ ***Pentru elemente tip zăbrea, bară, nervură, placă, şaibă, învelitoare şi reazem programul aplică un model de material liniar-elastic, izotrop (conform legii lui Hooke), iar pentru element de contact, arc, zăbrea neliniară şi reazem neliniar un model neliniar-elastic.***
Modelul de material neliniar este luat în considerare numai în cazul unui calcul neliniar.

4.9.2. Secţiuni

Definirea tipurilor de secţiuni



Definirea tipurilor de secţiune pentru bare, zăbrele şi nervuri.
Caracteristicile secţionale se pot încărca din baza de date a secţiunilor sau se pot completa direct în tabel. Caracteristicile secţionale se precizează în funcţie de sistemul local de coordonate al barelor, zăbrelelor şi nervurilor.
Pentru Biblioteca de sectiuni şi interpretarea parametrilor **vezi detaliat**... 3.1.15 Biblioteca de materiale.
Pentru sortarea tabelelor și codarea culorilor vezi 2.9 Tabele

Comanda Căutare în biblioteca de secțiuni afișează un arbore cu profilele disponibile din baza de date. Lista din mijloc afișează profilele disponibile în grupul de profile selectat. Cu clic pe capetele de tabel se pot sorta profilele în funcție de parametrul selectat în ordine crescătoare/descrescătoare.
În dreapta vor apărea parametrii și schița profilului selectat. **Vezi și** 3.1.15 Biblioteca de materiale.

☞ ***Dacă din tabel se şterge o secţiune se şterg şi elementele de zăbrea, bară şi nervură care au fost definite cu această secţiune. În locul elementelor şterse rămân liniile reţelei.***

Caracteristicile secţionale se definesc conform sistemului local de coordonate al elementelor zăbrea, bară şi nervură.

4.9.2.1. Import din biblioteca

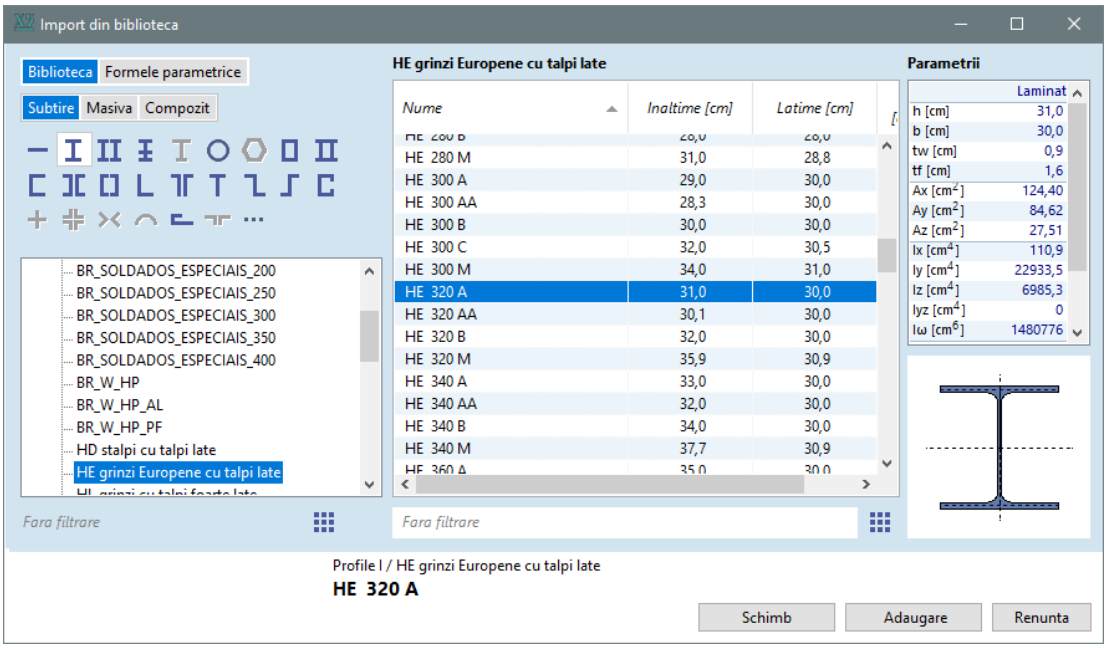
O secțiune transversală poate fi importată din baza de date a Bibliotecii sau poate fi definită prin introducerea parametrilor geometrici care descriu *Formele parametrice*.

Biblioteca

Alegeți secțiuni transversale cu pereți subțiri, cu pereți groși sau compoziți și faceți clic pe forma dorită de pe bara de instrumente. Arborele din stânga va lista tabelele disponibile pentru forma selectată.
Lista din mijloc indică secțiunile transversale ale tabelului selectat. Dacă faceți clic pe antetul coloanei, lista va fi ordonată în ordine crescătoare / descrescătoare după parametrul respectiv: Nume, Înălțime, Lățime, Secțiune (secțiune transversală). Se pot selecta una sau mai multe secțiuni transversale. Parametrii secțiunii transversale și a desenul se afișează în partea dreaptă.

Pentru proprietățile secțiunii transversale **vezi**... 3.1.16.1 Biblioteca de secțiuni

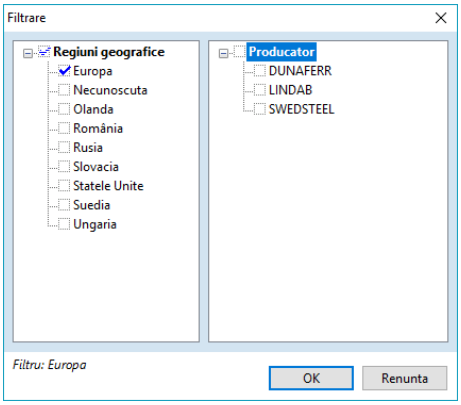
☞ ***Dacă un buton este inactiv, biblioteca nu conține tabele cu secțiune transversală pentru forma respectivă. Dacă definiți o secțiune transversală personalizată cu acel tip de secțiune și deschideți această fereastră, butonul va fi activ.***



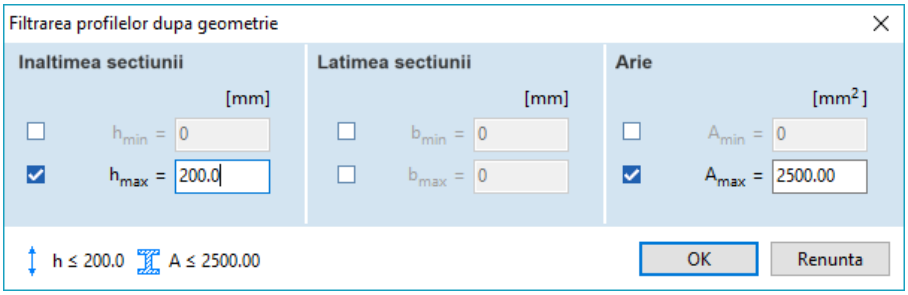
Faceți clic pe butonul Schimb pentru a înlocui elementul selectat în tabelul secțiunilor transversale cu elementul selectat aici. Faceți clic pe butonul Adăugare pentru a adăuga elementele selectate în tabelul cu secțiuni transversale. Dacă sunt selectate mai multe secțiuni transversale, butonul Schimb va fi inactiv.

Filtre

Lista secțiunilor transversale cu forma selectată poate fi filtrată după regiuni geografice și producători. Faceți clic pe butonul Filtru sub arborele din stânga pentru a selecta criteriile de filtrare.

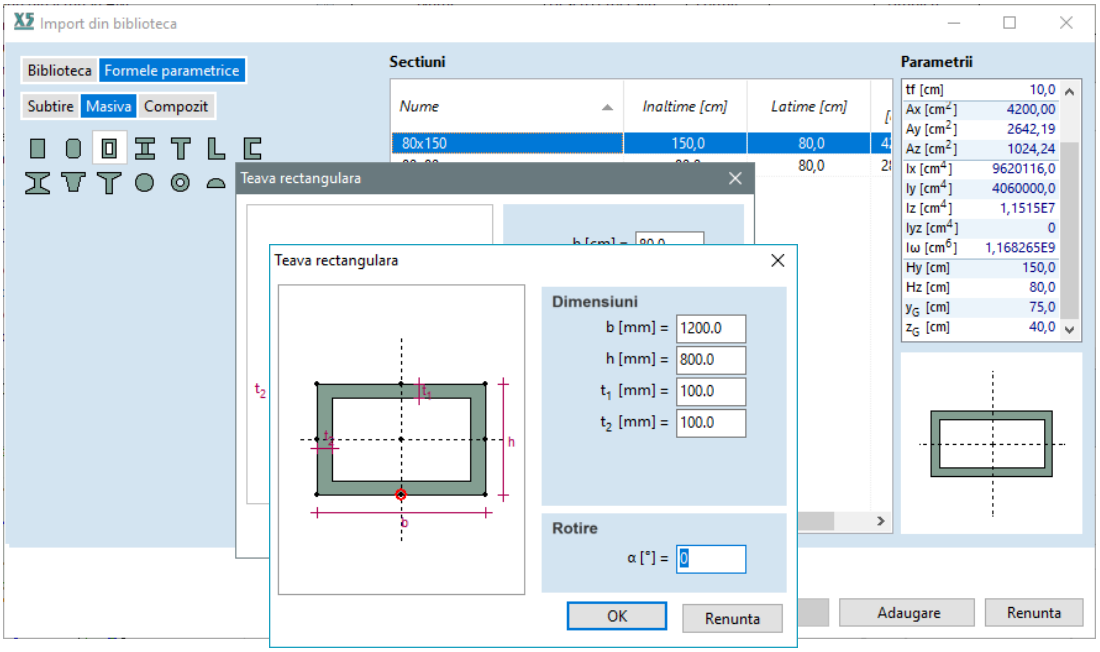


Un alt buton de filtrare este situat sub lista secțiunilor transversale. Faceți clic pe acesta pentru a seta criteriile de filtrare dorite pentru înălțimea minimă / maximă, lățimea sau zona secțiunii transversale.



Formele parametrice

Alegeți secțiuni transversale cu pereți subțiri, cu pereți groși sau compoziți și faceți clic pe forma dorită de pe bara de instrumente pentru a deschide un dialog. Setați parametriile geometrice și faceți clic pe OK pentru a adăuga secțiunea transversală în lista secțiunilor transversale parametrice cu numele generat. Puteți adăuga diferite forme parametrice în listă. Faceți dublu clic pe nume pentru al edita. Apăsați tasta *Delete* pentru a elimina o secțiune transversală selectată din listă.



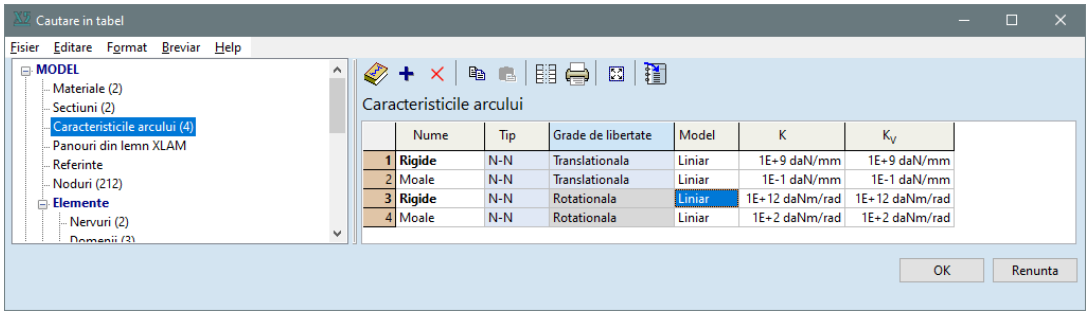
Dacă există o singură secțiune transversală în listă, faceți clic pe butonul Schimb pentru a înlocui rândul selectat în tabelul cu secțiuni transversale. Faceți clic pe butonul Adăugare pentru a adăuga toate secțiunile transversale din listă în tabelul cu secțiuni transversale. Dacă lista conține mai multe secțiuni transversale, butonul de chimb va fi dezactivată.

☞ ***În cazul formelor parametrice, nu este nevoie să selectați secțiuni transversale din listă pentru a le importa. Întreaga listă este importată.***

4.9.3. Caracteristici de resort

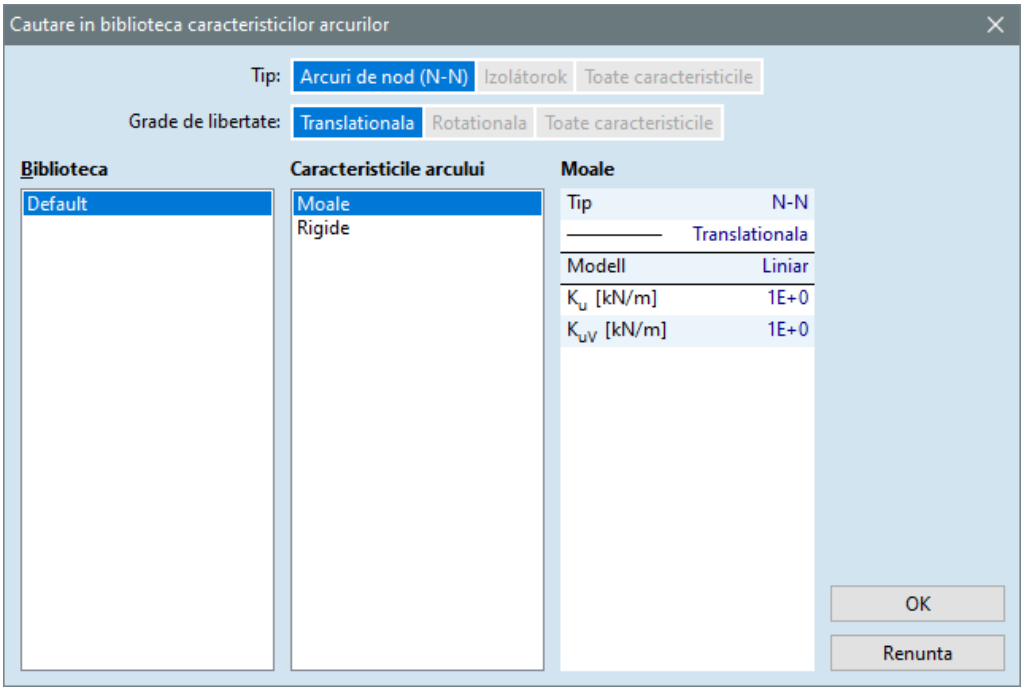
Definiți caracteristici de resort

Noua caracteristică de resort poate fi introdusă în Browserul de tabel sub caracteristicile Resort. Acest tabel prezintă caracteristicile resortului specificate în modelul curent. Caracteristicile neutilizate pot fi șterse cu funcția Editare/Ștergere resorturi neutilizate.

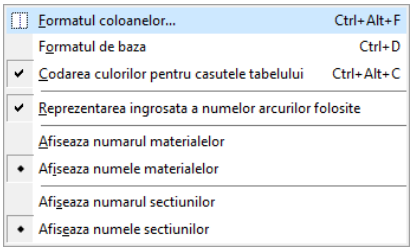


Răsfoiți Biblioteca cu caracteristici Resort

Caracteristica Resort poate fi selectată din biblioteca caracteristică Resort. Este afișată o fereastră cu biblioteci și caracteristici. Caracteristicile resortului sunt listate în funcție de gradul de libertate selectat (translațional, rotațional, toate). Proprietățile caracteristicii selectate sunt prezentate în a treia coloană.



Activând *Formatare/Afișează* resorturi utilizate *cu litere îngroșate* ajută la evitarea ștergerilor caracteristicii resort care este în utilizare.
Resorturile listate dar neutilizate pot fi ușor șterse prin comanda *Editare/Ștergere resorturi neutilizate.*



Caracteristică nouă de resort

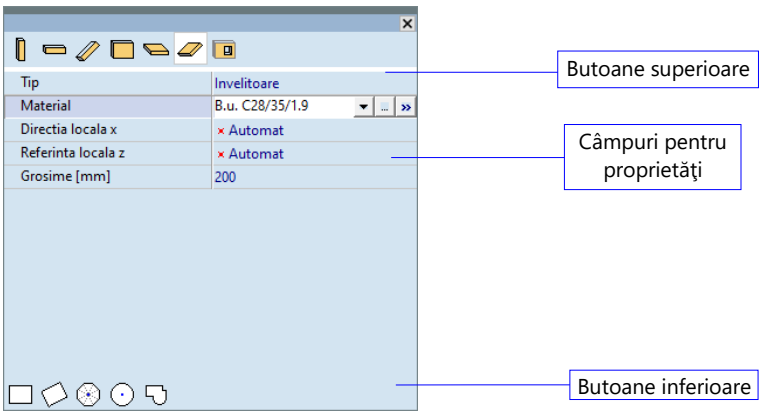
Specificați o nouă caracteristică de resort este descrisă în 3.1.17. Bibliotecă caracteristicilor de resort

Proprietățile caracteristicilor de resort

Caracteristicile de resort existente pot fi modificate făcând clic pe o coloană care nu poate fi modificată. În dialogul care apare, toate proprietățile caracteristicii resortului pot fi definite sau modificate.

Proprietățile caracteristicilor de resort sunt descrise în secțiunea 3.1.17. Bibliotecă caracteristicilor de resort

4.9.4. Desenarea obiectelor



Prin apăsarea butonului se pot desena obiecte de grinda, stâlp, perete, placă având proprietăţile definite.
Din rândul de butoane superioare se poate selecta tipul obiectului şi punctele de prindere. În câmpurile de proprietăţi se pot defini parametrii obiectului (material, profil, grosime etc.).
Din rândul de butoane inferioare se poate defini geometria obiectului (un segment, mai multe segmente, poligon dreptunghi etc.).
Proprietăţile obiectului se pot schimba şi în timpul desenării.
La definirea golurilor prin clic pe conturul domeniului, golul se va desena în planul domeniului.

Tipuri de obiecte

Desenare stâlp (orientarea tot timpul este conform axei globale Z)

Desenare grindă în plan paralel cu planul global X-Y

Desenare grindă în plan înclinat

Desenare perete (orientarea tot timpul este conform axei globale Z, iar muchia inferioară este paralela cu planul X-Y)

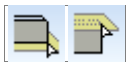
Desenare placă în plan paralel cu planul global X-Y

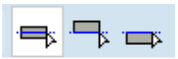
Desenare element de suprafaţă în plan înclinat

Desenare gol

Puncte de prindere

Punctul inferior sau superior al stâlpului


Muchia inferioară sau superioară a peretelui


Aliniere perete: Atunci când desenați un perete, puteți defini axa peretului ca linia mediană, ca marginea stânga sau dreapta a peretului. (pentru arce sau dreptunghiuri, marginea exterioară sau exterioară)

Geometria obiectului

Stâlp

Grindă sau perete dintr-un singur segment

Grindă sau perete din mai multe segmente

Desenare grindă curbă prin definirea centrului şi a capetelor

Desenare grindă curbă prin definirea a trei puncte

Grindă sau perete cu formă poligonală

Perete cu contur închis de formă dreptunghiulară

Perete cu contur închis de formă dreptunghiulară rotită

Pereți în lungul liniilor existente AxisVM sau a foliilor de fundal

Placă/gol dreptunghiular

Placă/gol dreptunghiular rotit

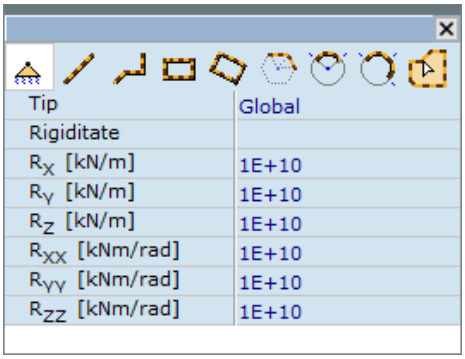
Placă/gol poligonal

Placă/gol circular

Placă/gol complex

4.9.5. Definire directă reazeme

Această opțiune permite definirea directă a reazemelor nodale și liniare cu proprietăți predefinite.



Reazem nodal

Reazem liniar, o singură linie

Reazem liniar, polilinie

Reazem liniar, dreptunghi

Reazem liniar, dreptunghi rotit

Reazem liniar, arc din segmente

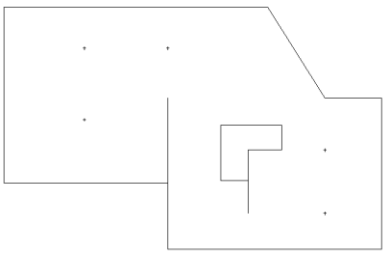
Reazem liniar, arc

Reazem liniar, arc prin trei puncte

Reazeme liniare pe muchiile domeniului

4.9.6. Domeniu

Domeniul este un element geometric şi structural complex. Geometria lui este descrisă de un poligon închis, care poate conţine goluri, linii şi puncte interioare. Domeniul descris de punctele poligonului, golurilor precum şi ale liniilor trebuie să se afle obligatoriu în acelaşi plan. Conturul poate conţine linii şi arce de cerc.



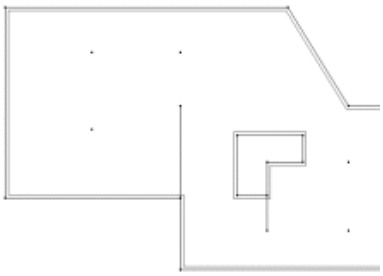
Domeniul este definit prin următorii parametri:

- Tip element (placă, şaibă, învelitoare)
- Material
- Grosime
- Excentricitate
- Sistem local de coordonate
- Culoare personalizată (pentru reprezentare randată)

La poligonul liniilor şi punctelor interioare, precum şi marginii golurilor interioare domeniului se pot asocia următoarele elemente:

- Reazem nodal, liniar şi de suprafaţă
- Element tip nervură
- Încărcare distribuită
- Greutate proprie
- Încărcare dată de variaţia de temperatură
- Gad de libertate nodal

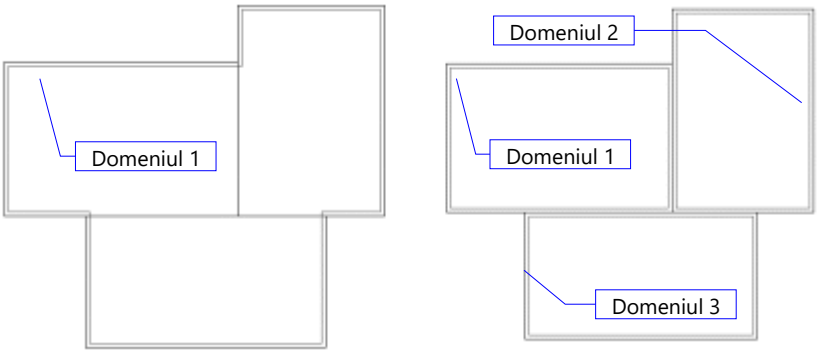
Domeniul este reprezentat în interiorul conturului prin linie verde (învelitoare), roşie (placă) sau albastră (şaibă).



Domeniul se poate aplica pentru modelarea planşeelor, pereţilor ca elemente structurale complexe. Se poate opta pentru generarea automată a reţelei la domenii.

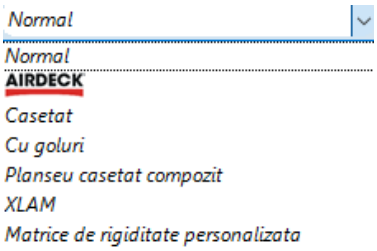
Vezi... 4.11.1.2 Generare reţe

Un element structural poate fi alcătuit dintr-unul sau din mai multe domenii.



Domeniul poate conţine alte domenii interioare.
Sunt disponibile diferite tipuri de domenii

- Domeniu normal (pentru planșee simple, pereți etc.)
- Planșee casetate (pentru planșee cu nervuri parametrice)
- Domeniu cu goluri (pentru planșee prefabricate din fâșii cu goluri)
- Domeniu mixt (pentru planșee mixte)
- Domeniu XLAM (pentru panouri din lemn lamelar)
- Domeniu cu matrice de rigiditate personalizată



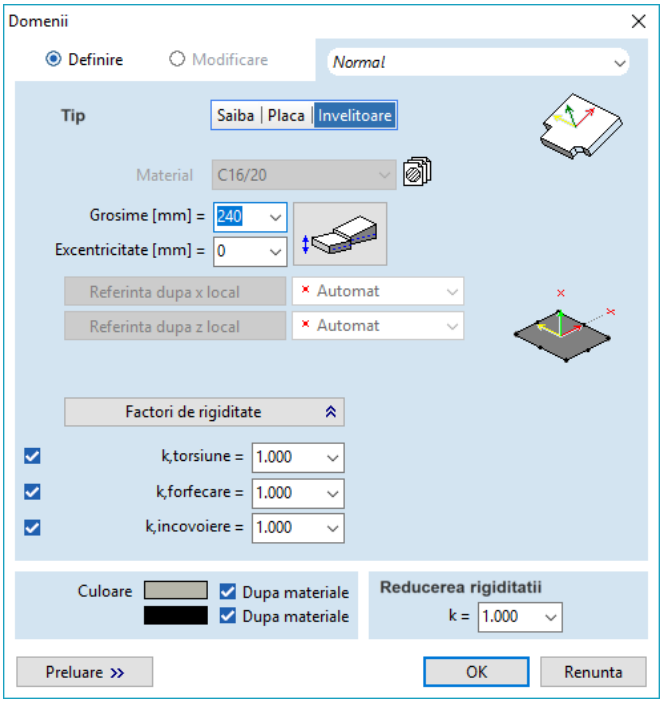
4.9.6.1. Definire domeniu normal

Tip Domeniile sunt de diferite tipuri (placă, șaibă, învelitoare) în funcție de tipul de element finit utilizat pentru modelare. Patreu mai multe informații despre aceste tipuri vezi 4.9.10 Elemente de suprafaţă

Definirea domeniului Se selectează liniile care sunt contururile unuia sau a mai multor domenii. Programul alege dintre liniile selectate poligoanele cele mai mari care se află în acelaşi plan şi le asociază parametrii definiţi în fereastra de dialog:

Material Selectați un material din lista materialelor utilizate în model sau alegeți un material din catalogul de materiale.

Grosime, excentricitate Pentru definirea unui domeniu cu o grosime și o excentricitate constană, trebuie definite doar aceste două valori.
Domeniile cu grosime și/sau excentricitate variabilă pot fi definite cu un clic pe butonul de lângă căsuțele de grosime și excentricitate.

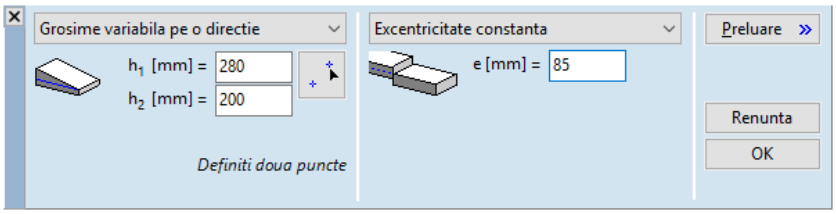


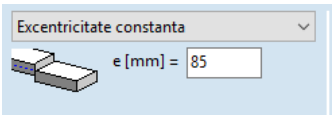
k,torsiune Dacă este selectat beton ca material, se poate reduce rigiditatea la torsiune a plăcii din beton armat *factorul k,torsiune* trebuie să fie între 0.1 și 1, ceea ce înseamnă că rigiditatea la torsiune a plăcii din beton armat poate fi între 10%-100% comparat cu materialul elastic izotrop.

k,forfecare Dacă este selectat un material de zidărie, se poate reduce rigiditatea la forfecare.
factorul k,forfecare trebuie să fie între 0.1 și 1, ceea ce înseamnă că rigiditatea zidăriei la forfecare poate fi între 10%-100% comparat cu materialul elastic izotrop.
Dacă este selectat beton ca material, se poate reduce rigiditatea la forfecare a peretelui din beton armat.
factorul k,forfecare trebuie să fie între 0.1 și 1, ceea ce înseamnă că rigiditatea la forfecare a peretelui din beton armat poate fi între 10%-100% comparat cu materialul elastic izotrop.

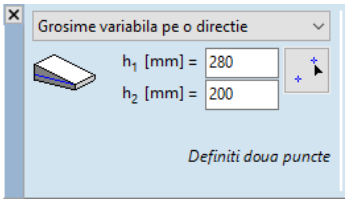
k,încovoiere Dacă este selectat beton ca material, se poate reduce rigiditatea la încovoiere a plăcii din beton armat *factorul k,încovoiere* trebuie să fie între 0.1 și 1, ceea ce înseamnă că rigiditatea la încovoiere a plăcii din beton armat poate fi între 10%-100% comparat cu materialul elastic izotrop.

☞ ***În cazul supfrafețelor de beton cu armături, analiza nelininiară nu ia în considerare factorul k de forfecare, respectiv factorul k de torsiune, dacă sunt luate în considerare armăturile.*** ***Vezi...*** 6.5.6 Analiza neliniară a plăcilor din beton armat

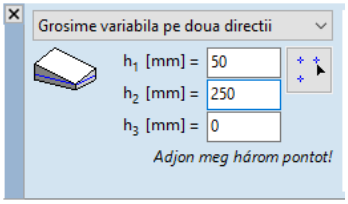




În cazul domeniilor cu *Grosime constantă* trebuie definită grosimea domeniului *h*.



În cazul domeniilor cu *Grosime variabilă pe o direcție*, definiți h_1, h_2 și dați clic pe cele două puncte de referință pentru grosime. Grosimea domeniului se va modifica liniar între punctele de referință cu butonul din dreapta, având grosimea h_1 la primul punct și grosimea h_2 la al doilea punct.



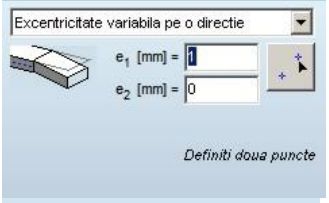
În cazul domeniilor cu *Grosime variabilă pe două direcții*, definiți h_1, h_2, h_3 și dați clic pe cele trei puncte de referință pentru grosime cu butonul din dreapta. Grosimea domeniului se va modifica liniar între punctele de referință, având grosimea h_1 la primul punct, h_2 la al doilea punct și grosimea h_3 la al treilea punct. Cele trei puncte nu pot fi coliniare.

☞ ***Va apărea un mesaj de atenționare dacă domeniul va ajunge în unele puncta la o grosime nulă.***

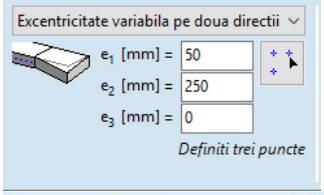
☞ ***Dacă diferența de grosime este mai mare de 5%, calculul armăturii devine indisponibilă.***

Excentricitate Este opțională definirea excentricității. Cu opțiunea *Fără excentricitate* planșeul va avea planul median identic cu planul cadrului static. Celelalte opțiuni sunt:

Excentricitate constantă: Planul median al domeniului va avea un decalaj egal cu e în direcția locală z.



Excentricitate variabilă pe o direcție: Definiți e_1, e_2, cu un clic pe buton selectați cele două puncte de referință a excentricității din model. Excentricitatea planului median se va schimba liniar între punctele de referință. Excentricitatea planului median se va modifica liniar între punctele de referință, fiind e_1 la primul punct și e_2 la al doilea punct.



Excentricitate variabilă pe două direcții: Definiți e_1, e_2, e_3, cu un clic pe buton selectați cele două puncte de referință a excentricității din model. Excentricitatea planului median se va schimba liniar între punctele de referință, fiind e_1 în primul punct, e_2 în al doilea punct și e_3 în al treilea punct.

Aliniat la planul superior / inferior excentricitatea este utilă când se lucrează cu domenii cu grosimi variabile sau cu multiple domenii conectate cu grosimi diferite. În aceste modele excentricitatea este calculată automat. Domeniile cu grosime variabilă vor avea excentricitatea zero pe partea subțire – dacă nu fac parte dintr-un grup de excentricitate (vezi mai jos).
Aliniat la planul superior domeniile vor avea planul superior paralel cu planul local *x-y*. *Aliniat la planul inferior* domeniile vor avea planul inferior paralel cu planul local *x-y*

Dacă sunt selectate multiple domenii și este activată opțiunea *Grup de excentricitate,* excentricitățile domeniilor se vor defini în așa fel încât planul superior sau inferior al domeniilor să se alinieze. La modificarea grosimii unei domenii se va actualiza automat excentricitatea pentru a se păstra planurile aliniate.
Butonul *Preluare* permite preluarea grosimilor și excentricităților de la alte domenii existente. Deoarece se vor prelua și punctele de referință, variația grosimilor va urmări variația domeniului selectat. Excentricitățile și grupurile de excentricitate pot fi colorate diferit (**vezi...** 2.18.3 Codarea culorilor), și grupurile de excentricitate pot fi definite ca detalii (**vezi...** 2.16.14 Detalii).

Culoare Domeniile pot avea propriile culori pentru suprafețe și contur în reprezentarea randată. Valorile implicite sunt preluate de la culorile materialelor. Dacă este aplicată o codare a culorilor, culoare domeniului va fi determinată de această codare în reprezentare randată și prin izolinii. **Vezi...** 2.18.3 Codarea culorilor

Modificare Prin clic pe linia de contur interioară a domeniului apare fereastra de dialog de mai sus cu funcţia *Modificare*.

Ştergere Clic pe butonul **[Delete]** şi selectând domeniile dorite, după închiderea ferestrei de dialog programul şterge numai proprietăţile domeniului (încărcări, reazeme), nu şi punctele sau liniile componente ale lui.

4.9.6.2. Domenii mixte

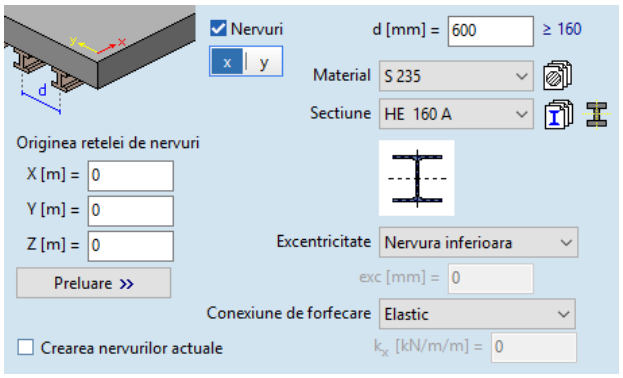
Definirea unui domeniu mixt este o modalitate mai ușoară de a plasa un sistem de nervuri pe un domeniu. Este posibil să se modeleze nervurile cu nervuri logice sau reale, ale căror materiale pot fi diferite în ambele cazuri de materialul domeniului, iar profilele pot diferi. Profilul poate fi selectat din lista secțiunilor sau poate fi definit în editorul secțiunii grafice.
Puteți introduce informațiile de bază ale domeniului așa cum este descris în secțiunea 4.9.6.1 Definire domeniu normal.

☞ ***Domeniul mixt poate fi definit doar pentru planșee sau învelitori.***

Originea rețelei de nervuri

În interiorul domeniului, nervurile merg în lungul rețelei definită de o axă locală x sau y.
Putem defini numeric sau pe model originea rețelei, ca și un punct global.

Distanța dintre centrele de greutate a profilelor nu poate fi mai mică decât lățimea profilului ales. Putem defini excentricitatea nervurilor, legătura de forfecare elastică/rigidă.



Nervuri reale

Programul ia în considerare nervura cu generarea și inserarea reală a elementelor nervurilor.
În cazul nervurilor încorporate în jumătate sau integral, opțiunea *Creare nervuri reale* trebuie dezactivată. Pentru nervurile inferioare sau superioare, dacă d este mare în raport cu dimensiunea domeniului (sistemul de nervuri nu este suficient de dens), este recomandat să activați opțiunea.

Nervuri logice

Cu această opțiune, nervurile apar doar teoretic în model, elemente finite nu le aparțin. Rigiditatea nervurilor este luată în considerare la construirea matricei de rigiditate a materialului. În acest moment, programul produce valori de rigiditate ortotropă echivalente care sunt utilizate pentru a reduce analiza domeniilor cu structuri periodice la modelarea domeniului ortotropic omogen, bidimensional. Prin această metodă, anizotropia geometrică inițială este transformată în anizotropie materială. Acesta este o formă de omogenizare, a cărui eficiență este influențată de raportul perioadei unității structurale examinate cu dimensiunile geometrice ale domeniului (în acest caz raportul dintre parametrul d și intervalul domeniului de-a lungul direcției perpendiculare a nervurii).

☞ ***Ca orientare generală se poate spune că distanțarea nervurilor logice este mult mai mică decât dimensiunea domeniului.***
Matricea de rigiditate a materialului unui element de învelitoare general:

$$\begin{Bmatrix}\{N\}\\ \{M\}\end{Bmatrix} = \begin{bmatrix}\mathcal{A} & \mathcal{B}\\ \mathcal{B}^{\mathrm{T}} & \mathcal{D}\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}\{\epsilon_0\}\\ \{\kappa\}\end{Bmatrix};$$

$$\begin{Bmatrix}Q_x\\ Q_y\end{Bmatrix} = K_s\begin{bmatrix}A_{44} & A_{45}\\ A_{45} & A_{55}\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}\gamma_x\\ \gamma_y\end{Bmatrix}$$

unde

$$\mathcal{A} = \begin{bmatrix}A_{11} & A_{12} & A_{16}\\ A_{12} & A_{22} & A_{26}\\ A_{16} & A_{26} & A_{66}\end{bmatrix};\ \mathcal{B} = \begin{bmatrix}B_{11} & B_{12} & B_{16}\\ B_{12} & B_{22} & B_{26}\\ B_{16} & B_{26} & B_{66}\end{bmatrix};\quad \mathcal{D} = \begin{bmatrix}D_{11} & D_{12} & D_{16}\\ D_{12} & D_{22} & D_{26}\\ D_{16} & D_{26} & D_{66}\end{bmatrix}$$

pot fi derivate din matricea de rigiditate de 6x6 a modelului Hooke pentru materiale ortotrope. B reprezintă relațiile dintre eforturi normale și încovoiere. Deoarece cadrul static al unui planșeu mixt este în axul domeniului, această matrice va avea valori nenule, totuși unele efecte ale acestor componente deplasate sunt ignorate asumând că eforturile normale nu au excentricitate. În acest caz, modelarea comportamentului domeniului poate fi realizată numai cu ajutorul învelitoarelor fără neglijență semnificativă. Determinarea valorilor de rigiditate se calculează din sarcina definită pe elementul reprezentativ, ca unitate de deplasare nodală, cu o stare de deformare clară, prin integrarea componentelor individuale de tensiune. Deoarece o învelitoare generală are o 8 deformari generalizate, parametrii flexibili echivalenți sunt determinați de 8 elemente finite care sunt bazate pe un model

tridimensional construit în fundal, cu elemente ale corpului.
Astfel, domeniul cu proprietăți de material omogenizat este echivalent cu problema inițială în sensul că efortul necesară pentru deformarea celor două structuri este aceeași, dar această echivalență nu implică neapărat necesitatea deplasărilor sau tensiunilor.

☞ ***Utilizarea nervurilor logice cele mai eficiente atunci când avem încărcări distribiuite sau nervuri dense. Acest lucru se datorează efectelor locale ale forțelor concentrate.***

4.9.6.3. Domeniul cu goluri

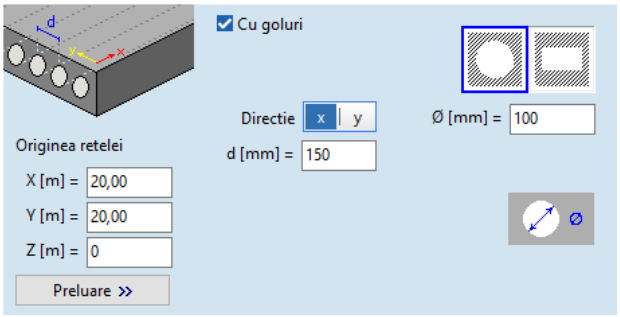
Datele de bază a domeniului cu goluri se setază în mod similar, cum este descris la 4.9.6.1 Definire domeniu normal

☞ ***Definirea domeniului cu goluri se poate face doar în cazul planșeelor de beton.***

Selectarea tipul golului

Gol circular

Gol dreptunghiular

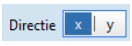


Originiea sistemului cu goluri

În interiorul domeniului, nervurile merg în lungul rețelei definită de o axă locală x sau y.
Putem defini numeric sau pe model originea rețelei, ca și un punct global.

Goluri după direcția x/y

Se poate seta direcția golurilor.

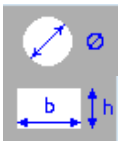


Gol circular

Parametrii: *Ø* este diametrul golului, *d* este distanța dintre centrele golurilor.

Gol dreptunghiular

Parametrii: *b* este lățimea golului, *h* este înălțimea golului , *d* este distanța dintre centrele golurilor.



Calculul

Metoda de calcul este aceeași cu cea care poate fi văzută la **Domenii mixte**, deoarece configurațiile actuale pot fi considerate ca fiind cazuri speciale. În consecință, toate proprietățile metodei scrise acolo se aplică și pentru acest tip de domeniu.

☞ ***Ca orientare generală se poate spune că distanțarea golurilor este mult mai mică decât dimensiunile în plan al domeniului.***

4.9.6.4. Domeniul casetat

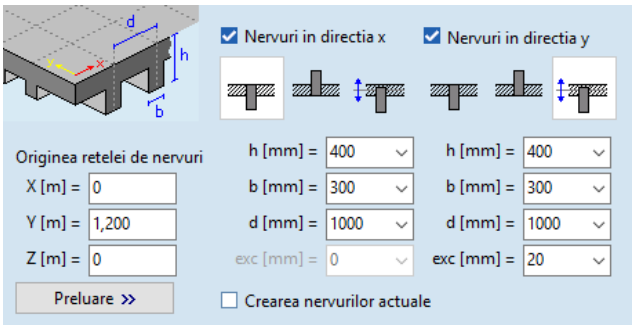
Suplimentar față de parametrii de bază ale domeniilor pot fi definite următoarele caracteristici:
Definirea domeniului casetat se poate face doar în cazul planșeelor de beton.

Tipul nervurilor

Nervură inferioară

Nervură superioară

Excentricitate particulară

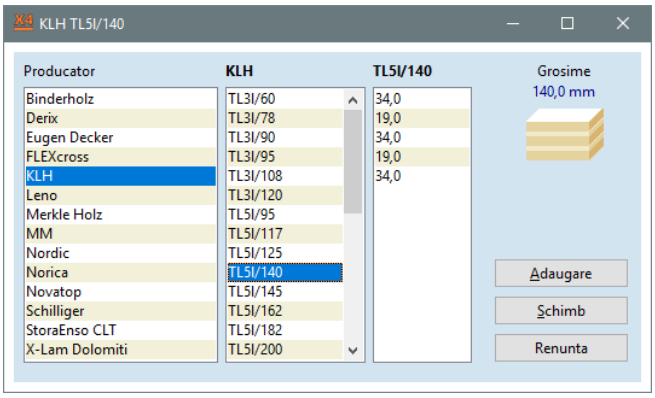


Originea rețelei de nervuri

În interiorul domeniului, nervurile merg în lungul rețelei definită de o axă locală x sau y.
Putem defini numeric sau pe model originea rețelei, ca și un punct global.
Ca și în cazul domeniilor mixte, este posibilă modelarea nervurii cu nervuri logice sau reale.

Nervuri în direcția x/y

Geometria nervurilor în direcția x respectiv y: *h* este înălțimea nervurii, *b* lățimea nervurii, *d* distanța dintre nervuri, în cazul ervurilor excentrice, exc este excentricitatea nervurii.



☞ ***Excentricitatea maximă a nervurii = grosimea plăcii + înălțimea nervurii) / 2 !***

Nervuri logice

Metoda de calcul este aceeași cu cea care poate fi văzută la Domenii mixte, deoarece configurațiile actuale pot fi considerate ca fiind cazuri speciale. În consecință, toate proprietățile metodei scrise acolo se aplică și pentru acest tip de domeniu.

☞ **Ca orientare generală se poate spune că distanțarea golurilor este mult mai mică decât dimensiunile în plan al domeniului.**

O altă consecință a omogenizării este aceea că vârfurile de rigiditate la intersecțiile nervurilor vor fi netezite, ceea ce poate duce la un dimensionare insuficientă. Limitele de aplicare referitoare la o planșeu casetat ca omogenă sunt colectate în EN 1992-1-1: 2008, capitolul *5.3.1. Programul observă automat dacă aceste sugestii nu sunt îndeplinite.*

☞ **În cazul încălcării restricțiilor geometrice, utilizatorul este informat cu o fereastră de mesaje.**

Nervuri reale

Metoda de omogenizare nu este aplicabilă în analiza neliniară. Pentru a obține rezultate adecvate neliniare trebuie să fie create nervuri reale. Această opțiune permite generarea automată a elementelor nervurilor în funcție de parametri.

4.9.6.5. Domeniu cu matrice de rigiditate personalizată

Introducerea unei matrice de rigiditate personalizată oferă un control deplin asupra relațiilor dintre componentele forței interne și deformări. Această soluție este recomandată în toate cazurile atunci când alte soluții de modelare a planșeelor nu sunt posibile și utilizatorul este utilizatorul este capabil să efectueze omogenizarea sau să obțină valorile de rigiditate din literatura de specialitate. Termenul comun pentru această matrice este matricea ABD. Matricile ABD trebuie să fie pozitive definite, acest criteriu este verificat de program.

Indexarea fiecărui element al matricei este efectuată conform marcajul Voigt în starea spațială a tensiunii, cu diferența mică că indiciile Voight ale componentelor t_xz și τ_yz de tensiune au fost inversate din motive practice, adică

$$\sigma_1 = \sigma_{11},\ \sigma_2 = \sigma_{22},\ \sigma_3 = \sigma_{33},\ \sigma_4 = \sigma_{23},\ \sigma_5 = \sigma_{13},\ \sigma_6 = \sigma_{12}$$

și

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_{11},\ \varepsilon_2 = \varepsilon_{22},\ \varepsilon_3 = \varepsilon_{33},\ \varepsilon_4 = \varepsilon_{23},\ \varepsilon_5 = \varepsilon_{13},\ \varepsilon_6 = \varepsilon_{12}.$$

În consecință, matricea de rigiditate a materialului care corespunde modelului Hooke:

$$\begin{Bmatrix}\sigma_1\\ \sigma_2\\ \sigma_3\\ \sigma_4\\ \sigma_5\\ \sigma_6\end{Bmatrix} = \begin{bmatrix}C_{11} & C_{12} & C_{13} & C_{14} & C_{15} & C_{16}\\ C_{21} & C_{22} & C_{23} & C_{24} & C_{25} & C_{26}\\ C_{31} & C_{32} & C_{33} & C_{34} & C_{35} & C_{36}\\ C_{41} & C_{42} & C_{43} & C_{44} & C_{45} & C_{46}\\ C_{51} & C_{52} & C_{53} & C_{54} & C_{55} & C_{56}\\ C_{61} & C_{62} & C_{63} & C_{64} & C_{65} & C_{66}\end{bmatrix} \begin{Bmatrix}\varepsilon_1\\ \varepsilon_2\\ \varepsilon_3\\ \varepsilon_4\\ \varepsilon_5\\ \varepsilon_6\end{Bmatrix}$$

Fiecare bloc are următoarea semnificație:

A_{ij}– rigiditatea șaibei (forțe normale – alungiri relative)

D_{ij} – rigiditatea plăcii (momente – încovoieri)

S_{ij} – rigiditate de forfecare ajustată (forțe tăietoare – alungiri relative de forfecare)
B_{ij} – rigiditate de conectare (forțe normle – încovoieri, momente –alungiri relative)

$$\begin{bmatrix} n_x \\ n_y \\ n_{xy} \\ m_x \\ m_y \\ m_{xy} \\ v_{xz} \\ v_{yz} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{16} & B_{11} & B_{12} & B_{16} & & \\ A_{12} & A_{22} & A_{26} & B_{12} & B_{22} & B_{26} & 0 & \\ A_{16} & A_{26} & A_{66} & B_{16} & B_{26} & B_{66} & & \\ B_{11} & B_{12} & B_{16} & D_{11} & D_{12} & D_{16} & & \\ B_{12} & B_{22} & B_{26} & D_{12} & D_{22} & D_{26} & 0 & \\ B_{16} & B_{26} & B_{66} & D_{16} & D_{26} & D_{66} & & \\ & 0 & & & 0 & & S_{44} & S_{45} \\ & & & & & & S_{45} & S_{55} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \\ \kappa_x \\ \kappa_y \\ \kappa_{xy} \\ \gamma_{xz} \\ \gamma_{yz} \end{bmatrix}$$

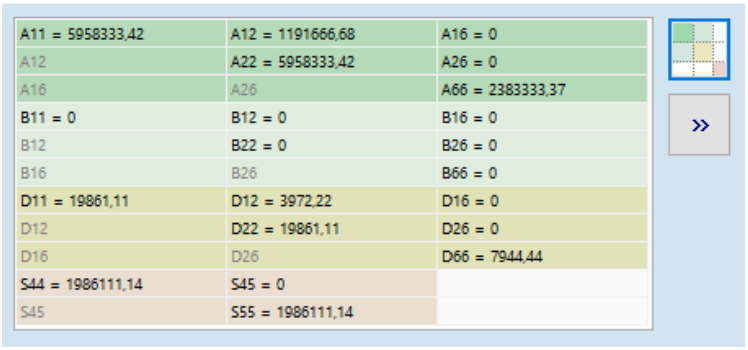
Puteți introduce informațiile de bază ale domeniului așa cum este descris în secțiunea 4.9.6.1 Definire domeniu normal.

☞ ***Valorile corectate ale rigidității de forfecare ar trebui să includă factori de corecție de forfecare (vezi XLAM). Acestea sunt în general diferite de cele ale secțiunii transversale omogene 5/6 și pot să difere în funcție de direcție. Determinarea factorilor de corecție este responsabilitatea utilizatorului!***

☞ ***Caracteristicile parametriilor de rigiditate și modul general de determinare a acestora sunt explicate în detaliu în exemplele ilustrate în acest capitol.***

Matricea de rigiditate

În partea de jos a ferestrei de dialog sunt afișate valorile de rigiditate pentru submatricele A, B, D, S.



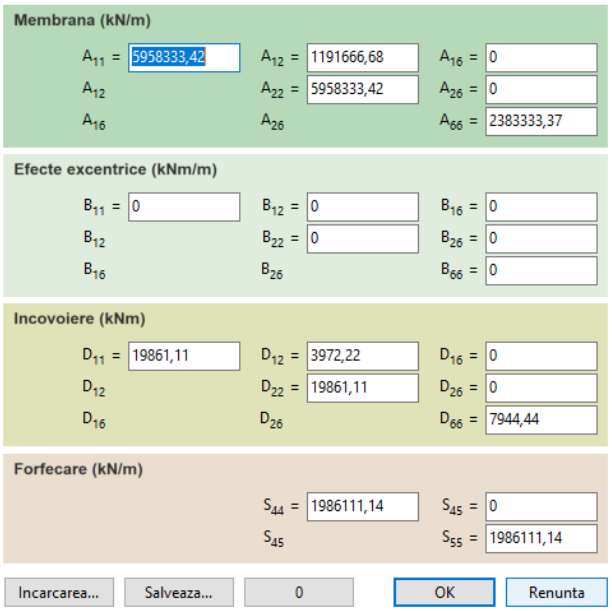
Modificarea matricei de rigiditate

Apăsând clic pe buton puteți modifica valorile de rigiditate din fereastra de dialog care apare. Matricea de rigiditate se salvează cu butonu *Salvare...* într-un fișier *smx,* respectiv cu butonul *Încărcare...* putem încărca matricea dintr-un fișier smx.
Fișierul este un fișier text simplu care conține valori ale rigidității. Dacă este necesar, puteți crea fișiere smx manual sau cu alte programe.

Preluarea matricei de rigiditate

Faceți clic pe 0 pentru a seta toate componentele de rigiditate la zero.

Faceți clic pe acest buton pentru a ridica matricea de rigiditate a altor domenii (chiar dacă acestea nu au rigiditate personalizată).



Pentru informații suplimentare, vizitați site-ul nostru și citiți Ghidul utilizatorului pentru domenii cu matrice de rigiditate personalizată : *Ajutor/ Ghid pentru rigiditate personalizată a matricei.*

4.9.6.6. Domenii XLAM – modul XLM

Definirea planșeului XLAM

Acest tip de domeniu necesită modulul XLM pentru tratarea panourilor (din lemn lamelar încleiat) XLAM. AxisVM oferă un catalog cu multiple produse obișnuite dar poate fi definită și o stratificație personalizată.

Clasa lemnului

Aceasta este o clasificare pe baza conținutului de umiditate al materialului și umiditatea relativă. Pentru detalii vezi Clasa lemnului în 6.7.1Verificarea barelor de lemn conform Eurocode 5 – modul TD1

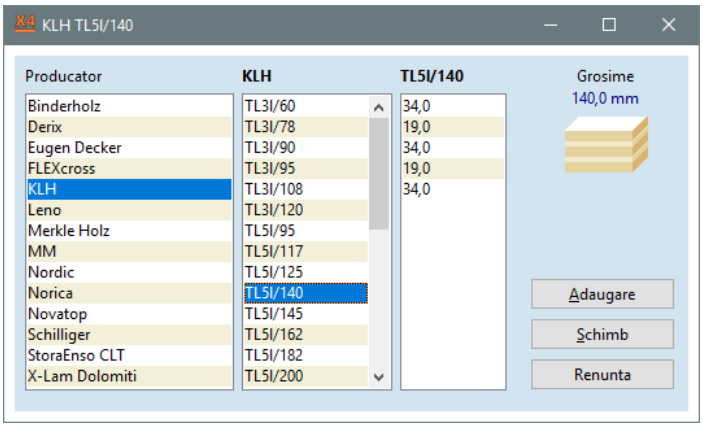
Direcția fibrei stratului superior

Trebuie specificată direcția fibrei de pe stratul superior, acesta poate fi în direcția locală *x* sau *y*.

Definire

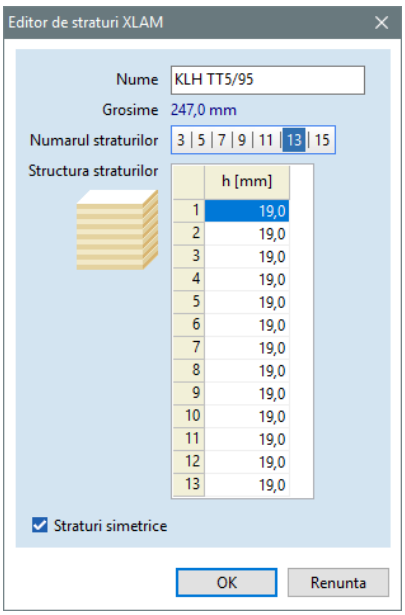
Analiza furnizează deplasări, eforturi și tensiuni în domeniile XLAM.

Căutare în biblioteca XLAM



Poate fi încărcată stratificația XLAM din catalog.

Editor de straturi XLAM



Căsuța *Nume* conține numele stratificației.
Grosimea este grosimea totală calculată a panoului
Numărul straturilor este mereu un număr impar, structura stratificației trebuie să fie simetrică. Modificând o linie din *Structura straturilor* modifică automat valoarea tratului simetric.

Calcule

Poate fi calculată matricea de rigiditate a unui material ortotropic pe baza structurilor stratificate construite din straturi omogene. Această metodă convertește neomogenitatea geometrică în ortotropie materială

Rigiditatea materialului a unei invelitoare poate fi definită cu următorul sistem de ecuații:

$$\begin{Bmatrix}\{N\}\\ \{M\}\end{Bmatrix} = \begin{bmatrix}\mathcal{A} & \mathcal{B}\\ \mathcal{B}^{\mathrm{T}} & \mathcal{D}\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}\{\epsilon_0\}\\ \{\kappa\}\end{Bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix}Q_y\\ Q_x\end{Bmatrix} = K_s\begin{bmatrix}A_{44} & A_{45}\\ A_{45} & A_{55}\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}\gamma_y\\ \gamma_x\end{Bmatrix} = \begin{bmatrix}S_{44} & S_{45}\\ S_{45} & S_{55}\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}\gamma_y\\ \gamma_x\end{Bmatrix}$$

unde matricile

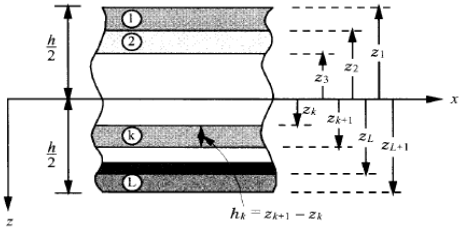
$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix}A_{11} & A_{12} & A_{16}\\ A_{12} & A_{22} & A_{26}\\ A_{16} & A_{26} & A_{66}\end{bmatrix},\quad \mathbf{B} = \begin{bmatrix}B_{11} & B_{12} & B_{16}\\ B_{12} & B_{22} & B_{26}\\ B_{16} & B_{26} & B_{66}\end{bmatrix},\quad \mathbf{D} = \begin{bmatrix}D_{11} & D_{12} & D_{16}\\ D_{12} & D_{22} & D_{26}\\ D_{16} & D_{26} & D_{66}\end{bmatrix}$$

pot fi derivate din matricea de rigiditate de 6x6 a modelului Hooke pentru materiale ortotrope. **B** reprezintă relațiile materialului dintre eforturi normale și încovoiere. Deoarece cadrul static al unui planșeu casetat este în axul domeniului, această matrice va avea valori nenule, totuși unele efecte ale acestor componente deplasate sunt ignorate asumând că eforturile normale nu au excentricitate. Alte valori de rigiditate sunt calculate din ecuații de echilibru aplicate elementelor reprezentative și compatibilitatea forțelor tăietoare la suprafața de contact dintre placă și rețeaua de nervuri. Ală consecință a omogenizării este că valorile maxime de la instersecțiile nervurilor vor fi netezite, astfel domeniul cu rigiditate echivalentă va fi mult mai sensibilă la încărcări locale.

$$A_{ij} = \sum_{k=1}^{L}(\bar{Q}_{ij})_{(k)}(z_{k+1} - z_k),$$

$$B_{ij} = \frac{1}{2}\sum_{k=1}^{L}(\bar{Q}_{ij})_{(k)}({z_{k+1}}^2 - {z_k}^2) = 0,$$

$$D_{ij} = \frac{1}{3}\sum_{k=1}^{L}(\bar{Q}_{ij})_{(k)}({z_{k+1}}^3 - {z_k}^3).$$



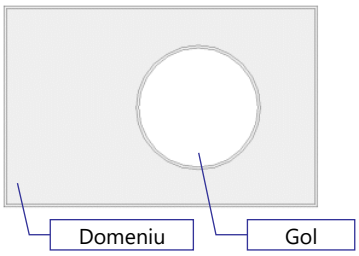
Lamination pattern. (Reddy, J. *Mechanics of Laminated Composite Plates și Shells.* CRC Press, 2004.)

unde $\bar{Q}_{ij}$ este valoarea modelului Hooke transformată în sistemul de coordonate al panoului.

4.9.7. Gol

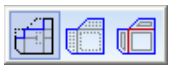
Definirea golurilor în interiorul domeniilor.

Se pot defini goluri în domenii. Golurile trebuie să fie în interiorul domeniului și să fie în același plan.
Pentru definire dați clic pe iconiță, pe urmă selectați poligoanele care descriu golurile. Pot fi selectate mai multe poligoane în același timp. Dacă domeniul și conturul golului nu este în același plan, nu se generează golul.
Se selectează poligoanele închise din interiorul domeniului (domeniilor), care vor defini golurile.
Golurile pot fi mutate în cadrul unui domeniu sau dintr-un domeniu în altul, geometria lor poate fi schimbată după preferinţă.



Golurile sunt reprezentate în exteriorul conturului cu linie verde (învelitoare), roşie (placă) sau albastră (şaibă).

4.9.8. Operaţii cu domenii

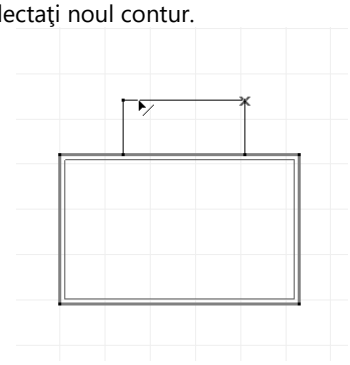


Este posibilă modificarea conturului domeniului, unificarea şi tăierea domeniilor.

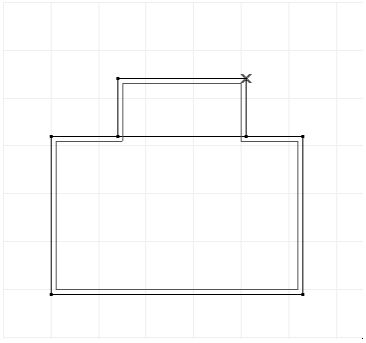
Modificarea conturului

Conturul domeniului se poate modifica în următoarele etape:

1. Apăsaţi icon-ul *Modificarea conturului*.
2. Selectaţi domeniul care se modifică.
3. Selectaţi noul contur.



Înainte



După

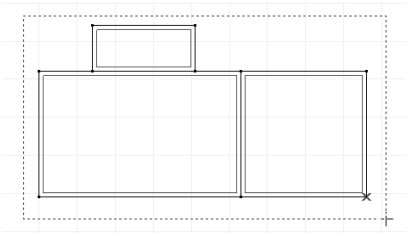
Aria ataşată la domeniu moşteneşte proprietăţiile domeniului modificat (material, grosime, sistemul local de coordonate).

☞ ***Dacă domeniul este discretizat, reţeaua se şterge automat dar parametrii domeniului se păstrează.***
Încărcările care nu mai sunt pe noul domeniu, automat sunt şterse (decupare din domeniu, reducerea ariei domeniului).

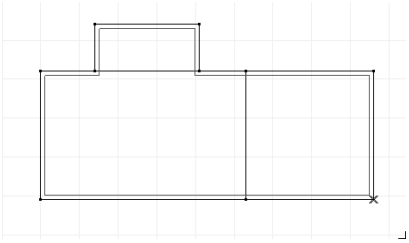
Unificarea domeniilor

Domeniile care au o latură comună se pot unifica.
Etapele unificării:

1. Apăsaţi butonul *Unificarea domeniilor*.
2. Selectaţi domeniile pe care doriţi să le unificaţi.
   Dacă domeniile au proprietăţi diferite, diferă grosimea, materialul sau sistemul local de referinţă, se poate alege domeniul de la care se vor prelua aceste proprietăţi.



Înainte

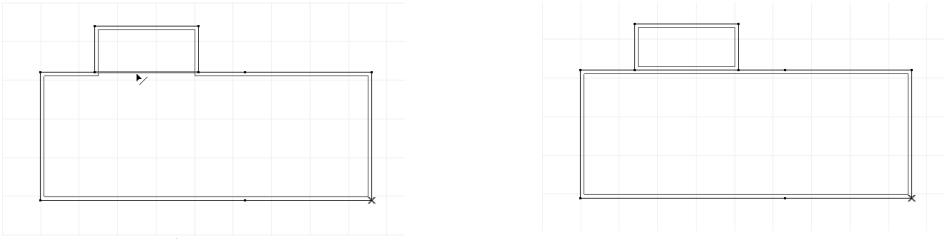


După

Tăierea domeniului

Tăierea domeniului cu o linie.
Etapele tăierii sunt următoarele:

1. Apăsaţi butonul *Tăiere domenii*
2. Selectaţi domeniul care se taie
3. Selectaţi linia sau liniile care taie domeniul



Înainte *După*

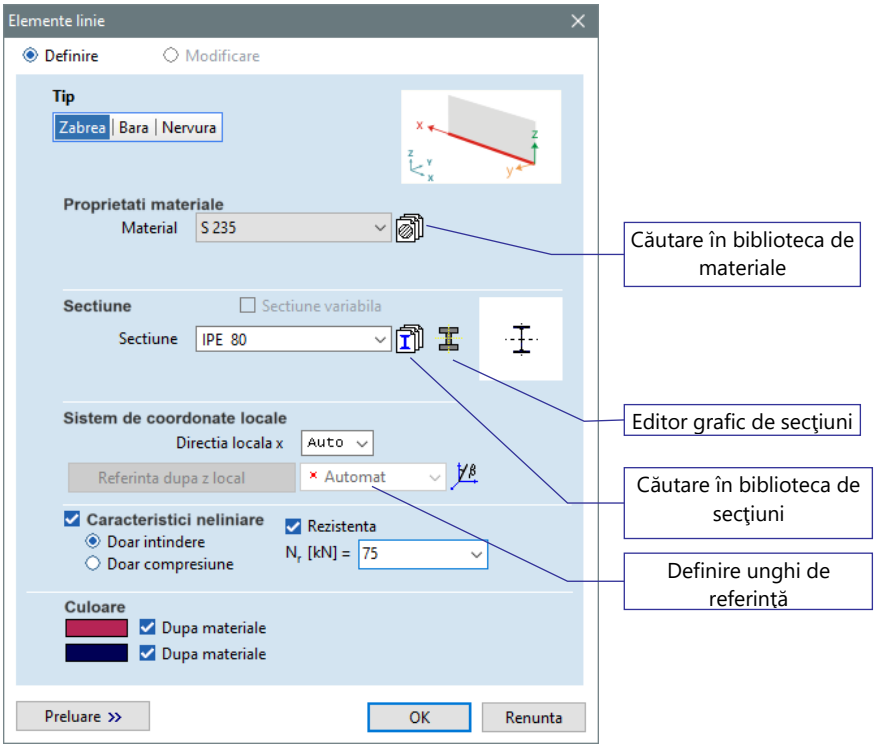
Cele două domenii moştenesc proprietăţiile domeniului original.

4.9.9. Elemente liniare

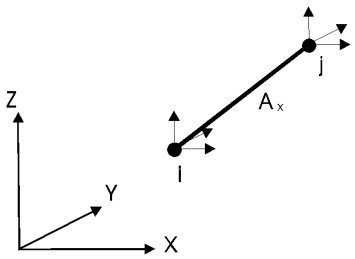
Definirea şi modificarea elementelor de linie se face intr-o fereastra de dialog comună în care se pot defini caracteristicile zăbrelelor, barelor şi a nervurilor.
Elementele de linie nu sunt neapărat identice cu elementele finite din care sunt alcătuite. Cu generarea reţelelor pe elemente de linie, elementele de bară sau nervură se pot diviza în mai multe elemente finite, sau cu opţiunea *Asamblarea elementelor strucurale,* din mai multe elemente de linie se poate crea un singur element structural. Noul element structural se comportă ca un singur element (numerotare, inscripţionare şi rezultate).
Elementele structurale oricând se pot dezasambla în elemente finite cu opţiunea *Dezasamblarea elementelor structurale*. **Vezi** şi 3.2.14 Asamblarea elementelor structurale , 3.2.15 Dezasamblarea elementelor structurale

Culoare Elementele pot avea propriile culori pentru suprafeţe şi contur în reprezentarea randată. Valorile implicite sunt preluate de la culorile materialelor. Dacă este aplicată o codare a culorilor, culoare domeniului va fi determinată de această codare în reprezentare randată şi prin izolinii. **Vezi...** 2.18.3 Codarea culorilor

Zăbrea



Element spaţial cu două noduri, axă rectilinie şi secţiune constantă. Elementul zăbrea are trei grade de libertate nodală. Este conectată în noduri cu articulaţii sferice. Preia numai solicitări axiale (N_x).



Definire Se selectează liniile la care se vor ataşa elemente de zăbrea cu aceleaşi caracteristici secţionale şi materiale.
Dacă sunt selectate elemente cu proprietăţi diferite, se va activa opţiunea de definire.

Definire material şi secţiune Materialul şi secţiunea se poate încărca din baza de date sau din modelul care deja conţine aceste caracteristici.

Prin clic pe acest buton apare fereastra de dialog **Căutare în biblioteca de materiale**, de unde se pot încărca materiale noi pentru model.

În cazul în care faceți clic pe pe butonul din stânga, apare fereastra Import din biblioteca. (**vezi**... 4.9.2.1 Import din biblioteca). Puteți alege o singură secțiune transversală, și puteți genera doar un singur profil parametric.

Prin clic pe acest buton apare **Editorul grafic de secţiuni**, unde se pot defini secţiuni noi pentru model.

Clasa lemnului Dacă standardul setat este Eurocode şi materialul utilizat este lemn, se poate defini clasa lemnului:
Vezi detaliat... 6.7.1 Verificarea barelor de lemn conform Eurocode 5 – modul TD1

Direcţia locala x Se poate seta orientarea direcţiei locale pentru:
i → ***j*** : din nodul cu numărul mai mic spre nodul cu numărul mai mare
j → ***i*** : din nodul cu numărul mai mare spre nodul cu numărul mai mic
Se poate opta pentru setare automată. În acest caz orientarea se va seta conform coordonatele capetelor.
Sistemul local a barelor se poate înversa cu tasta rapida **[CRTL-E]** în fereastra de definire sau în editorul de proprietăţi.

Secţiune Dintre caracteristicile secţionale, la calculul rigidităţilor se ia în considerare numai aria A_x.

Pe ecran, elementul zăbrea apare în culoare roşie.

Pentru opţiunea **Auto** programul fixează automat direcţia axei locale x.

Referinţa pentru axa locala z Axele locale y, respectiv z ale zăbrelei se pot seta cu asocierea unui punct sau vector de referinţă. prin alegerea referinţelor automate programul fixează direcţiile vectorilor de referinţă (**Vezi detaliat...** 4.9.21 Referinţe). Fixarea axelor locale are efect numai asupra vizualizării barelor.

Unghi de referinţă

Cu definirea unghiului de referinţă se simplifică rotirea profilelor. Referinţa locală definită automat (inclusiv bara) se poate roti în jurul axei longitudinale cu unghiul β . Dacă elementul are direcţia globală Z, se poate regla unghiul cu direcţia locală X, în celălalte cazuri cu direcţia locală Z.

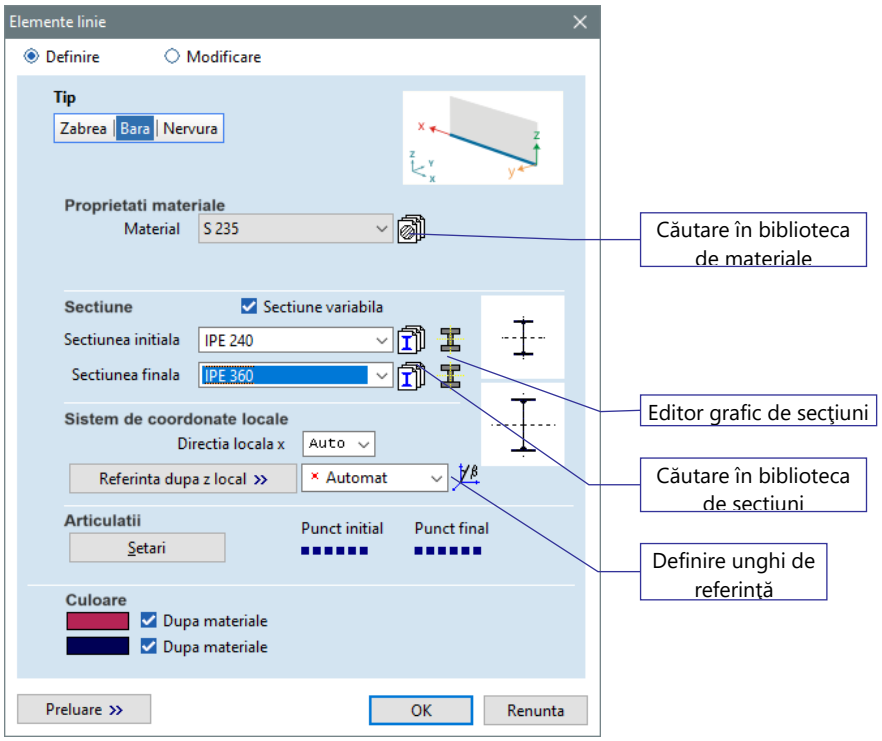
Caracteristici neliniare Pentru elementele tip zăbrea se pot defini parametri neliniari. Elementul zăbrea poate să lucreze numai la întindere sau numai la compresiune.
Cu introducerea solicitării maxime se poate limita forţa maximă ce este preluată de element.

☞ ***Parametrii neliniari sunt luaţi în considerare numai în analiza neliniară.***
În analiza statică liniară, modală şi de stabilitate se ia în considerare rigiditatea iniţială a barelor ca fiind identică la solicitările de compresiune şi întindere.

Reducerea rigidităţii La stabilirea rigidităţii pentru calculul static sau dinamic al structurilor din beton armat trebuie acordată atenţia necesară influenţei fisurării.
k_A – Reducerea rigidităţii prin reducerea ariei secţiunii
k_I – Reducerea rigidităţii prin reducerea momentului de inerţie

☞ ***Rigiditatea elementelor structurale din beton armat depinde de stadiul de comportare, respectiv de mărimea deformaţiei impuse şi, deci, de deschiderile fisurilor formate anterior.***

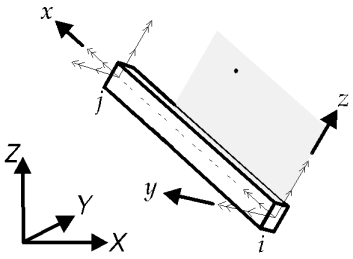
Bara



Element spaţial cu două noduri, axă rectilinie şi secţiune constantă sau cu sectiune variabila. Pentru fixarea axelor locale (sistemul local de coordonate) ale elementului, este necesar un punct sau un vector de referinţă.
Pe fiecare nod, barele au trei grade de libertate de translaţie şi trei de rotire. În secţiunea elementului rezultă trei eforturi perpendiculare între ele, unul axial şi două de forfecare (N_x, V_y, V_z), precum şi trei momente perpendiculare între ele, unul de torsiune şi două de încovoiere (T_x, M_y, M_z) .

☞ ***Capătul i este capătul cu numărul de ordine mai mic al barei.***

Nodul de start marchează originea axei *x*. Nodul final marchează sfârşitul axei locale *x*. Dacă direcţia axei locale *x* este direcţia *i*→*j* (vezi figura), atunci *i* este nodul de start. Dacă *j*→*i*, atunci nodul de start este *j*.



Se selectează liniile la care se vor ataşa elemente de bară cu aceleaşi caracteristici secţionale şi materiale.

Definire Material secţiune şi axa locala x

Definirea caracteristicilor se face identic cu elementul zăbrea

Referinţă automată

Programul asociază elementelor tip bară un vector de referinţă după următoarele criterii:

1. Dacă axa locală ***x*** a barei este paralelă cu axa globală Z, atunci vectorul de referinţă va avea direcţia axei globale X.
2. În toate celelalte cazuri vectorul va avea direcţia axei globale Z.

Sistemul local de coordonate al barei se poate inversa. Există posibilitatea ca axa locală ***x*** să arate dinspre capătul ***i*** înspre capătul ***j***, sau invers. Mai există posibilitatea setării automate, caz în care programul alege direcţia axelor ***x*** locale ale barelor selectate pe baza coordonatelor capetelor de bară.

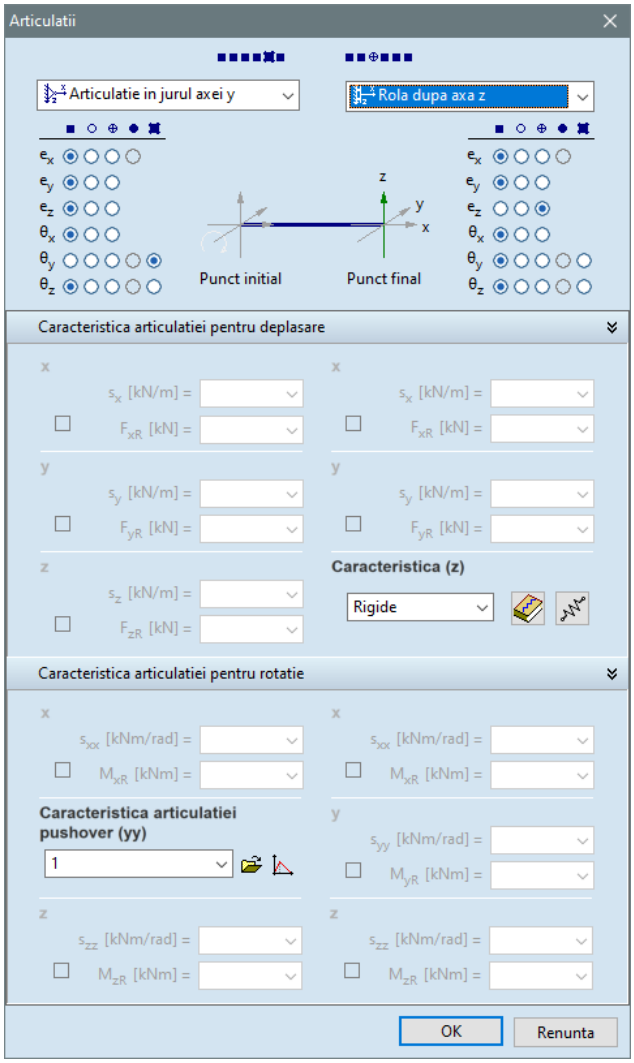
Cu definirea unghiului de referinţă se simplifică rotirea profilelor. Referinţa locală definită automat (inclusiv bara) se poate roti în jurul axei longitudinale cu unghiul β. Dacă elementul are direcţia globală Z, se poate regla unghiul cu direcţia locală ***x***, în celălalte cazuri cu direcţia locală ***z***.

Unghi de referinţă

Elementele de bară apar cu culoarea albastră pe ecran.

Definirea articulaţiilor la capetele barelor în sistemul local de coordonate. Implicit, capetele barelor sunt prinse rigid în nodurile structurii. Dacă utilizatorul doreşte o altă prindere decât cea implicită, trebuie să selecteze barele cu aceeaşi prindere de capăt. Definirea prinderii se face cu butoane de alegere.

Articulaţii



Legătură rigidă: bara este conectată rigid în nod conform componentelor de deplasare

Simbol grafic al unui cod de conexiune rigid (componenta de deplasare locală corespunzătoare este transmisă nodului)

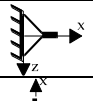
Simbol grafic al unui cod de conexiune articulată (componenta de deplasare locală corespunzătoare a grinzii nu este trecută la nod)

Simbol grafic al unui cod de conexiune semi-rigidă (componenta de deplasare locală corespunzătoare a capătului grinzii este transmisă parţial către nod)

Simbol grafic al conexiunii plastice din oţel: valoarea maximă a momentului la punctele finale este calculată din proprietăţile materialului şi secţiunii transversale.

Simbol grafic al articulaţiei pushover: relaţia moment-rotaţie corespunzătoare este definită de utilizator.

Legăturile de bară curent utilizate se pot alege dintr-o listă şi se pot ataşa barelor.

Tipul legăturii	**Simbol**
Articulaţie în jurul axei *z* nu preia moment încovoietor M***z***.	
Articulaţie în jurul axei *y* nu preia moment încovoietor M***y***.	
Articulaţie în jurul axelor *y* şi *z* nu preia moment încovoietor M***y*** M***z***.	
Articulaţie sferică nu preia moment T***x***, M***y***, M***z*** articulaţie în jurul axelor *x, y, z*.	
Reazem cu role în lungul axei *y* nu preia forţă tăietoare V***y***.	
Reazem cu role în lungul axei *z* nu preia forţă tăietoare V***z***.	

☞ ***Dacă o bară se defineşte cu articulaţii sferice la ambele capete, va avea mişcare liberă de corp rigid, care nu este permisă (rotire în jurul axei x locale). În asemenea situaţii, la un capăt al barei trebuie blocată rotirea articulaţiei sferice în jurul axei x.***

ex.: punct start ■ ■ ■ ■ ○ ○ punct final ■ ■ ■ ○ ○ ○

Legătură semirigidă

Pentru a defini articulații semirigide, setați butonul radio la semi-rigid și introduceți rigiditatea translațională sau rotațională corespunzătoare a resortului elastic liniar care modelează conexiunea.. Articulațiile semi-rigide pot fi atribuite tuturor componentelor (3 componente de translație și 3 de rotație). Valoarea trebuie să fie rigiditatea inițială a caracteristicilor *M-ϕ* ale conexiunii reale.
Diagrama de rotație relativă a momentului a unei conexiuni este modelată printr-un resort rotativ elastic liniar sau neliniar. Caracteristica neliniară poate fi utilizată doar într-o analiză statică neliniară. Într-o analiză liniară statică, vibrație sau flambaj, se ia în considerare rigiditatea inițială a conexiunii.

Valorile implicite ale rigidității (sx translațional, syy și szz rotaționale) sunt calculate pe baza caracteristicilor secțiunii transversale, dar sunt înmulțite cu 1000 după cum:

$$s_x = 1000 \cdot \frac{A_x \cdot E_x}{l}$$

unde *Ax* este aria secțiunii transversale, *Ex* este modulul lui Young și *l* este lungimea elementului, *syy* și *szz* sunt rigidități rotaționale:

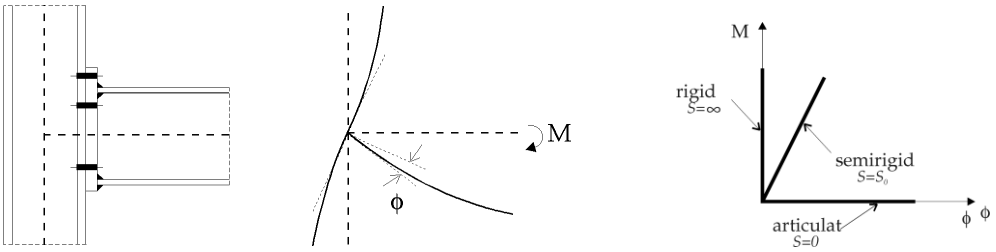
$$s_{yy} = 1000 \cdot \frac{4 \cdot E_x \cdot I_y}{l}$$

$$s_{zz} = 1000 \cdot \frac{4 \cdot E_x \cdot I_z}{l}$$

undee *Iy* și *Iz* momentele de inerție ale secțiunii transversale.

Programul nu calculează o valoare implicită pentru componentele sy, sz și sxx.
Rigiditatea articulațiilor trebuie determinată în funcție de sistemul său local de coordonate. În general, rigiditatea inițială (sau un anumit coeficient) este dată de caracteristicile neliniare.
Următorul exemplu demonstrează modul de interpretare a rigidității de rotație a unei îmbinări din oțel:

legătură: model: Diagrama moment-rotire:



☞ ***Condiţiile de utilizare sunt detaliate în Eurocode EN 1993-1-8.***

Rezistență

La conexiunile semi-rigide se poate atribui o rezistență, adică forța / momentul maxim care se poate dezvolta în conexiune.
În cazul materialului din oțel, valorile implicite pentru valorile de rezistență F_{xR}, M_{yR} și M_{zR} sunt calculate pe baza caracteristicilor secțiunii transversale și a rezistenței la randamentul materialului. În cazul altor materiale, programul nu calculează nicio valoare de rezistență implicită.

☞ ***Parametrul de rezistență este utilizat numai în cazul unei analize statice/dinamice neliniare.***

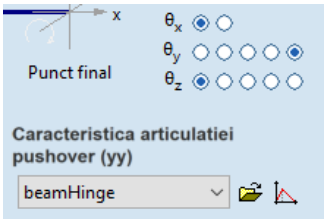
Oţel articulaţie plastică

Pentru a defini articulațiile din plastic din oțel, setați butonul radio pe oțel plastic. Articulația plastică poate fi setată pentru deplasarea direcțională x și componentele rotaționale *y*, *z*.
Rezistența la moment va fi afișată, dar nu poate fi modificată. Dacă sunt selectate elemente cu diferite materiale sau secțiuni transversale, nu va apărea nicio valoare în câmpul de editare, însă articulațiile vor fi definite cu rezistența corespunzătoare..
După finalizarea analizei neliniare și afișarea diagramelor de forță internă a grinzii, articulațiile care au ajuns în stare plastică la etapa de încărcare curentă devin roșii. Numărul de lângă articulație arată ordinea intrării în stare plastică. articulația cu numărul 1 este articulația care intră în plastic mai întâi. În cazul în care articulațiile nu sunt roșii, momentul plastic limită nu este atins încă..

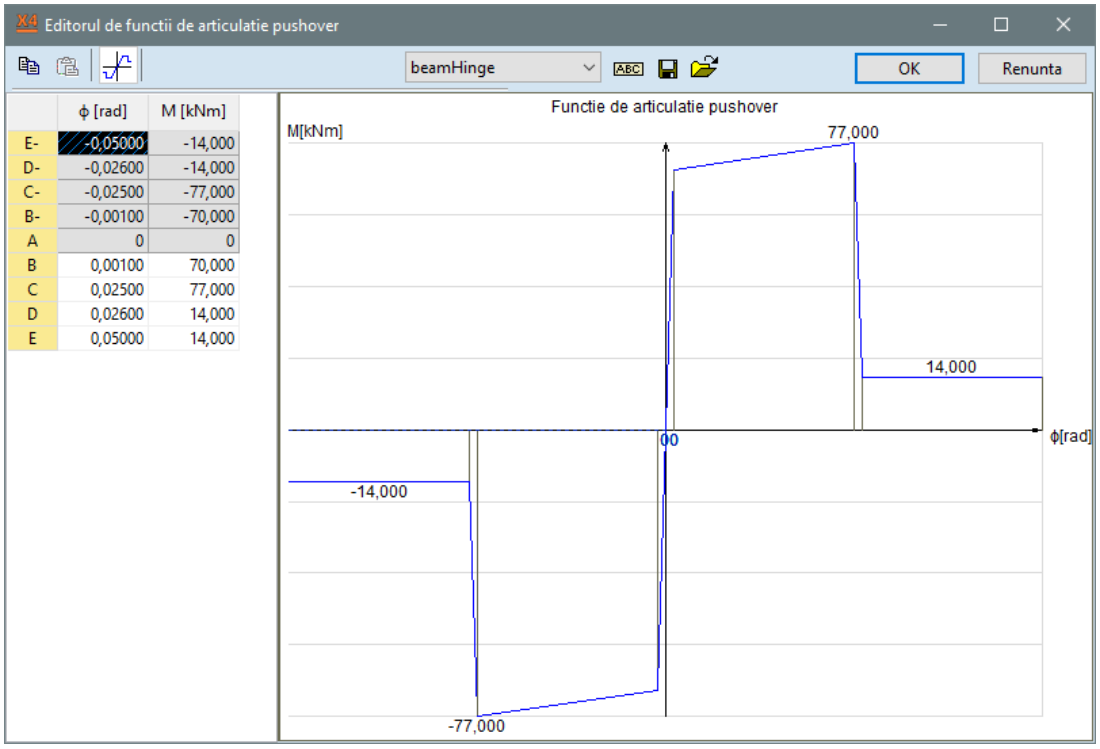
☞ ***Articulațiile plastice de oțel pot fi utilizate numai cu grinzi de oțel, dar sunt luate în considerare doar în analize statice/dinamice neliniare.***

Articulație Pushover

Pentru definirea unei articulații pushover activați opțiunea de articulație pushover. Se poate defini o relatie de moment-rotire printr-un clic pe Editorul de funcții.



Se pot defini în total cinci puncte pentru ambele direcții ale diagramei moment-rotire. Aceasta permite modelarea unei comportări complexe a articulațiilor ce poate include întărire, înmuiere sau degradare. Comportarea după ultimul punct este o extrapolare bazată pe punctele D și E. Diagrama este definită prin specificarea coordonatelor momentului și deplasării corespunzătoare in tabelul din stânga ferestrei. Diagrama este simetric predefinită dar poate fi modificată printr-un clic pe butonul *Funcție simetrică*. Diagramele create pot fi salvate și reutilizate la alte elemente în model.
Pentru a facilita analiza numerică și pentru a previne dificultăți în convergență, este recomandată evitarea salturilor bruște și a zonelor perfect plastice în diagramă. Vă recomandăm ca două puncte consecutive să aibe coordonate cel puțin un pic diferite în ambele direcții. Acesta nu va influența rezultatele dar va îmbunătățește considerabil stabilitatea numerică.



După rularea analizei neliniare și afișarea diagramelor de eforturi, devin roșii articulațiile care intră în domeniul plastic în pasul actual de încărcare. Numărul de lângă articulație reprezintă ordinea în care articulația a devenit plastică.
Articulația cu numărul 1 este articulația care devina plastică prima dată. Articulațiile care nu sunt roșii nu și-au atins încă limita de moment plastic.

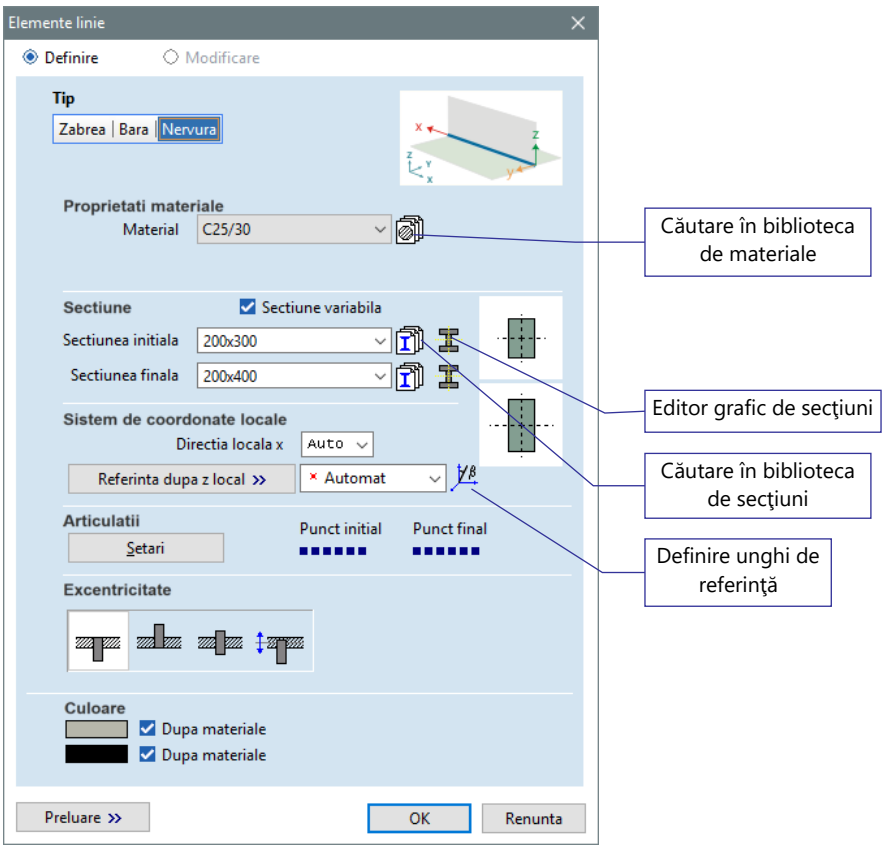
Prezenţa articulaţiilor este marcată de program cu un cerc albastru.
Legătura semirigidă de bară este marcată cu o cruce albastră în interiorul unui cerc albastru.
Articulaţia sferică este marcată cu un cerc roşu.
Articulatia plastică este marcată cu un cerc plin.
Barele sunt reprezentate cu culoarea albastru deschis.

Reducerea rigidităţii

La stabilirea rigidităţii pentru calculul static sau dinamic al structurilor din beton armat trebuie acordată atenţia necesară influenţei fisurării.
k_A – Reducerea rigidităţii prin reducerea ariei secţiunii
k_I – Reducerea rigidităţii prin reducerea momentului de inerţie

Rigiditatea elementelor structurale din beton armat depinde de stadiul de comportare, respectiv de mărimea deformaţiei impuse şi, deci, de deschiderile fisurilor formate anterior.

Nervura



Pentru modelarea nervurilor se poate utiliza o bară spaţială cu trei noduri, cu axa dreaptă şi secţiune constantă sau variabila. Elementul nervură se poate defini ca bară individuală sau ataşat la un element finit de suprafaţă. Nervurile se pot ataşa centric sau excentric la elementele de suprafaţă.

Definire Se selectează liniile la care sunt ataşate elemente de nervură.

Material secţiune şi axa locală x Definirea caracteristicilor se face identic cu elementul zăbrea

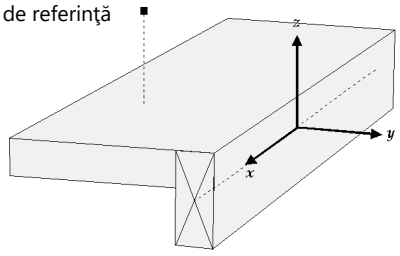
Material Materialul nervurii poate fi diferit de materialul elementului plan la care este ataşat.

Secţiune Secţiunea nervurii se ia ca în figurile de mai jos . Conform acestora se dau şi caracteristicile secţionale ale nervurii.

Referinţe automate Vectorul de referinţă va fi generat de program conform secţiunii 4.9.21 Referinţe

Referinţă Nervura are sistemul local de coordonate care se poate fixa cu punct de referinţă sau automat: axa x locală este axa nervurii, iar axa z locală este paralelă cu bisectoarea axelor locale z ale elementelor finite plane.

Punct de referinţă

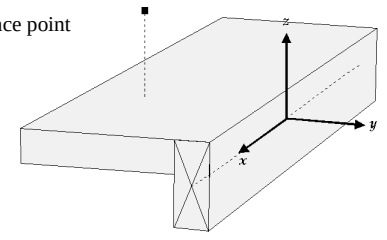


Referinţă

Nervură independentă:

Sistemul de coordonate locale este definit astfel: axa elementului definește x axa locală; axa locală z este definită prin punctul sau vectorul de referință; axa locală y este conform regulii mâinii drepte.

Reference point

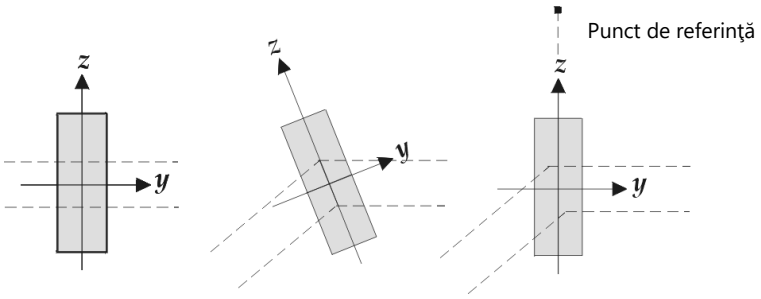


Nervură conectată la un element de suprafață::

Sistemul de coordonate locale este definit astfel: axa elementului definește x axa locală; axa z locală este paralelă cu axa z a elementului de suprafață; axa locală y este paralelă cu planul elementului de suprafață, orientat conform regulii mâinii drepte.

Figura de mai jos arată că atunci când grinda este situată pe marginea a două elemente de suprafață care formează un unghi, axa z locală este orientată de media axelor normale ale suprafețelor. Dacă mai mult de două suprafețe sunt conectate la margine și selectați una sau două dintre ele, atunci va fi disponibilă o referință automată la definirea nervurii.

Dacă într-o muchie sunt conectate mai multe elemente plane şi la definire sunt selectate una sau două muchii, referinţa automată este stabilită pe baza sistemelor locale ale elementelor plane.



Unghi de referinţă

Cu definirea unghiului de referinţă nervura se poate roti cu unghiul β. Dacă elementul are direcţia globală Z se poate regla unghiul cu direcţia locală ***x*** în celălalte cazuri cu direcţia locală ***z***.

Definirea articulaţiilor

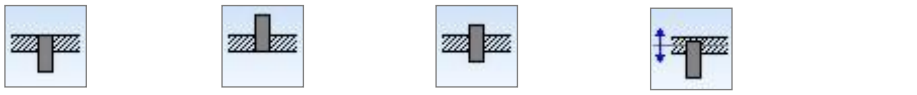
Pentru nervuri se pot defini articulaţii la capete. Implicit nervurile sunt prinse rigid în noduri. Definirea articulaţiilor se face ca şi la bare.

Excentricitate

Excentricitatea se înţelege în direcţia axei z locale. Semnul ei este pozitiv dacă suprafaţa mediană a plăcii este la ***z*** local al plăcii pozitiv şi negativ în caz invers.

Excentricitatea se poate defini automat sau manual.
Sunt patru opțiuni pentru excentricitatea nervurilor.

Tipuri de nervuri în cazul plăcii de beton și nervuri din beton



Nervură inferioară *Nervură superioară* *Nervură centrată* *Excentricitate particulară*

Tipuri de nervuri în cazul plăcilor de beton și nervuri dintr-un material diferit

Nervură inferioară *Nervură superioară* *Nervură centrată* *Excentricitate particulară*

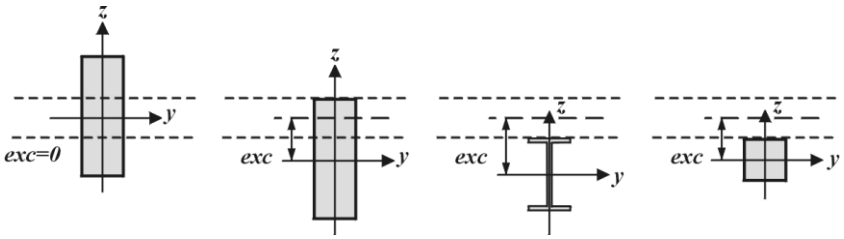
Excentricitate

În cazul excentricităţii automate valoarea se calculează în funcţie de secţiunea nervurii şi grosimea plăcii.
În acest caz numai poziţia nervurii trebuie definită: inferior, superior sau în planul median. În cazul elementelor din beton armat excentricitatea se calculează altfel.

În cazul în care se modifică secţiunea nervurii şi grosimea plăcii excentricitatea automată se recalculează automat.

Pentru nervurile din oţel şi lemn se poate defini şi o rigiditate la lunecare.

☞ ***În cazul elementelor din beton armat, pentru secţiunea nervurii se va defini secţiunea întreagă până la partea superioară a plăcii. În celalate cazuri (lemn sau oţel) secţiunea nervurii va fi numai secţiunea de sub placă.***



unde:
exc = distanţa de la centrul de greutate al secţiunii nervurii până la planul median al elementului de suprafaţă, luată cu semnul corespunzător.

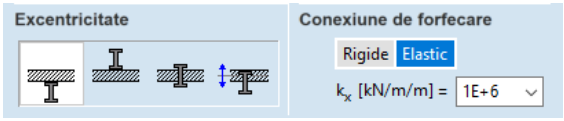
☞ ***În cazul plăcilor, excentricitatea nervurii modifică numai momentul de inerţie la încovoiere al nervurii conform formulei:***

$$I_y^* = I_y + A \cdot exc^2$$

În cazul învelitoarelor nervura este legată excentric de acestea, rezultând astfel solicitări axiale în ambele elemente.

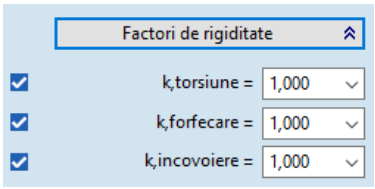
Conexiuni de forfecare

În cazul nervurii superioare şi inferioare (cu excepţia structurilor de beton), se poate seta conexiunea de forfecare între placă şi nervură, care poate fi rigidă sau elastică. Rigiditatea elastică - componenta kx - trebuie să fie setată de utilizator, nu este calculată de program (valoarea implicită este 1E + 6 kN/m/m).
Folosind setarea Elastică, se calculează, de asemenea, forţa de forfecare longitudinală specifică a conexiunii (componenta Vxz) (aceasta nu este calculată cu setări rigide).



Reducere de rigiditate

Folosind standardul Eurocode, reducerea rigidităţii poate fi setată pentru anumite elemente arhitecturale (cum ar fi stâlpi, grinzi, pereţi, plăci şi alt tip de elemente) pentru analiza spectrului de răspuns modal. Pentru detalii, vezi capitolul 3.3.10 Reducerea rigidităţii. În cazul nervurii de beton se pot seta două tipuri de factor de reducere: k_A şi k_I.



Factorul k_A scade aria secţiunii transversale a betonului. Are efect doar asupra rigidităţii alungirii şi nu are efect asupra rigidităţii de forfecare. Factorul k_I scade doar rigiditatea la moment a secţiunii transversale.

Elementele de nervură definite sunt reprezentate cu culoarea albastru închis.

Reducerea rigidităţii

La stabilirea rigidităţii pentru calculul static sau dinamic al structurilor din beton armat trebuie acordată atenţia necesară influenţei fisurării.
k_A – Reducerea rigidităţii prin reducerea ariei secţiunii
k_I – Reducerea rigidităţii prin reducerea momentului de inerţie

☞ ***Rigiditatea elementelor structurale din beton armat depinde de stadiul de comportare, respectiv de mărimea deformaţiei impuse şi, deci, de deschiderile fisurilor formate anterior.***

Modificare

Dacă elementele de linie selectate sunt de acelaşi tip, se activează opţiunea de modificare. Proprietăţiile elementelor se pot modifica dacă sunt activate cu butonul proprietăţi.
Dacă proprietăţile elementelor selectate diferă, atunci câmpul proprietăţii rămâne necompletat. Proprietatea definită va fi valabilă pentru toate elementele selectate.

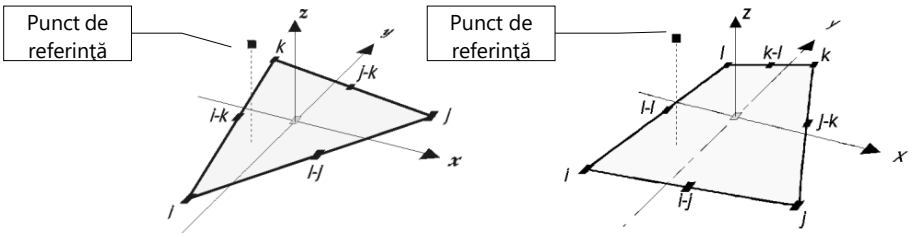
Preluare>> Se poate prelua proprietatea elementelor deja definite. După apăsarea butonului fereastra de dialog se închide şi se selectează elementul de la care se doreşte preluarea proprietăţilor.
Programul preia numai proprietăţile activate în fereastra de dialog.

4.9.10. Elemente de suprafaţă

Modelarea suprafeţelor

Pentru modelarea suprafeţelor se pot utiliza elemente finite plane izoparametrice cu şase, opt sau nouă noduri. Cu aceste elemente finite se pot modela şaibe, plăci subţiri şi învelitoare în domeniul deplasărilor mici.
Grosimea elementelor trebuie să fie mai mică decât o zecime din deschiderea mai mică a plăcii, iar săgeata (*w*) să nu fie mai mare decât 20% din grosimea plăcii sau a învelitoarei.

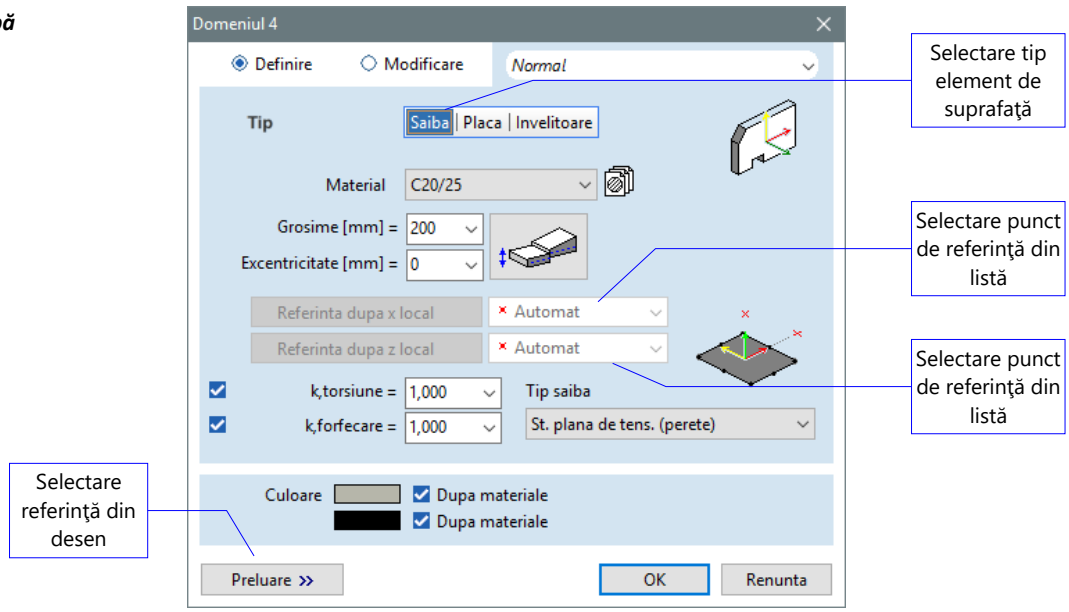
☞ ***După apariţia domeniilor, definirea manuală a elementelor finite a devenit inutilă.***



Suprafeţele şi feţele curbe se pot aproxima cu suprafeţe plane, ceea ce nu conduce la rezultate satisfăcătoare în toate cazurile.
Elementele trebuie să fie triunghiuri sau patrulatere convexe cu raportul laturilor nu mai mare decât 1/5, raportul grosime/lungime nu mai mic decât 1/100.

Pentru k-forfecare şi k-torsiune vezi 4.9.6 Domeniu

Şaibă



Elementele de şaibă se pot utiliza la probleme de stare plană de tensiune:

$$(\sigma_{zz} = \sigma_{xz} = \sigma_{yz} = 0;\ \ \epsilon_{xz} = \epsilon_{yz} = 0, \epsilon_{zz} \neq 0)$$

sau la stare plană de deformaţie:

$$(\epsilon_{zz} = \epsilon_{xz} = \epsilon_{yz} = 0;\ \sigma_{xz} = \sigma_{yz} = 0, \sigma_{zz} \neq 0$$

☞ ***Şaiba se poate încărca numai în planul ei. Încărcări cu altă direcţie decât aceasta nu pot fi preluate de element.***

Rezultă eforturi $\boldsymbol{n_x}$, $\boldsymbol{n_y}$, $\boldsymbol{n_{xy}}$ [kN/m] din care se determină eforturile principale $\boldsymbol{n_1}$, $\boldsymbol{n_2}$ şi direcţia lor α_n.
Variaţia eforturilor dintr-un element poate fi considerată liniară.

La definirea elementelor de şaibă se precizează următoarele date:

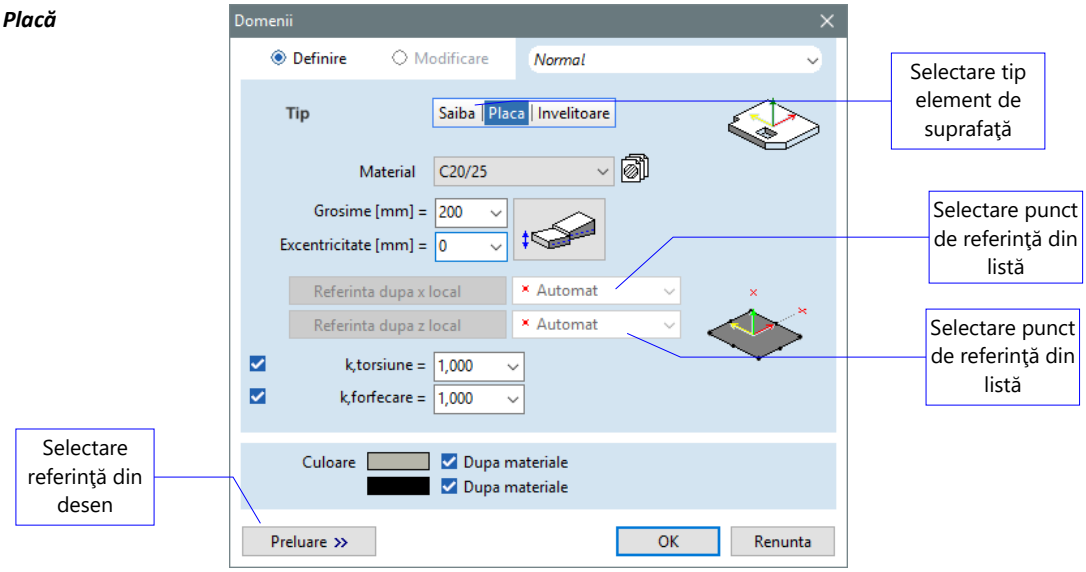
Stare plană de tensiune/stare plană de deformaţie
Material
Grosime
Punct/vector/axă/plan de referinţă pentru axa locală *x*
Punct de referinţă pentru axa locală *z*

Prin clic pe acest buton apare fereastra de dialog **Căutare în biblioteca de materiale**, de unde se pot încărca materiale noi pentru model.

Axa locala x şi z a elementului se poate defini cu elementele de referinta descrise în capitolul 4.9.21 Referinţe sau se poate opta pentru referinte automate.

Punctul central al elementelor de şaibă este marcat cu culoarea albastră.

Placă



În cazul elementelor finite tip Lagrange cu şase noduri sau a elementelor tip Heterosis cu nouă noduri, conform teoriei Mindlin-Reissner, la calculul deplasărilor se va ţine cont de efectul forţelor tăietoare. În acest fel elementul se poate folosi pentru modelarea plăcilor groşi şi subţiri.

Elementul de placă se poate încărca numai perpendicular pe planul lui. În cazul unei încărcări cu altă direcţie decât aceasta, elementul nu va prelua încărcarea.

Rezultă momentele m_x, m_y, m_{xy} [kNm/m], forţe tăietoare v_x, v_y din secţiuni perpendiculare pe planul elementului, se determină momentele principale m_1, m_2 unghiul, α_m şi rezultanta q_R a forţelor tăietoare.

La definire se precizează:

Material
Grosime
Punct/vector/axă/plan de referinţă pentru axa locală x
Punct de referinţă pentru axa locală z

Prin clic pe acest buton apare fereastra de dialog **Căutare în biblioteca de materiale**.

Axele locale x şi z ale elementului se pot defini cu elementele de referinţă descrise în capitolul Referinţe sau se poate opta pentru referinţe automate.

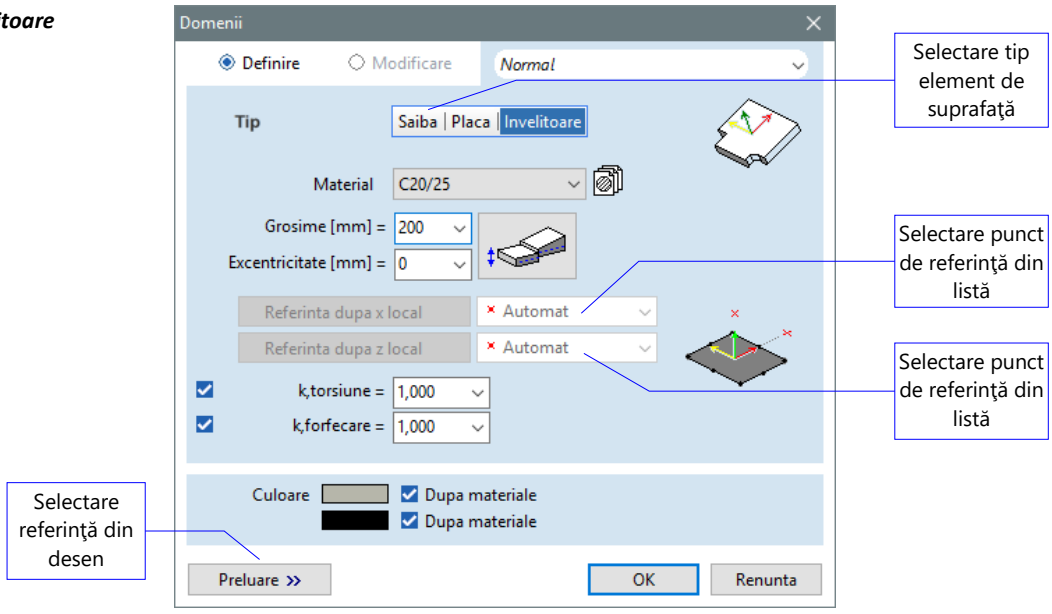
Punctul central al elementelor de placă se marchează cu culoarea roşie.

Reducerea rigidităţii

La stabilirea rigidităţii pentru calculul static sau dinamic al structurilor din beton armat trebuie acordată atenţia necesară influenţei fisurării.
k_A – Reducerea rigidităţii prin reducerea ariei secţiunii

Rigiditatea elementelor structurale din beton armat depinde de stadiul de comportare, respectiv de mărimea deformaţiei impuse şi, deci, de deschiderile fisurilor formate anterior.

Învelitoare



Elementul de învelitoare se obţine din cuplarea elementului de şaibă şi placă. În cazul învelitoarelor efectul de şaibă şi placă se consideră independent.

☞ ***Elementul se poate încărca în planul lui şi perpendicular pe planul lui.***
Se obţin eforturi de şaibă şi placă conform explicaţiilor de la elemente finite de *Şaibă* şi *Placă*.

Eforturile învelitoarei sunt: n_x, n_y, n_{xy} eforturi axiale (componentele şaibei), m_x, m_y, m_{xy} momente, şi v_x, v_y forţe tăietoare (componentele plăcii). Adiţional sunt calculate, forţele interne principale şi momentele n_1, n_2, m_1, m_2, unghiurile α_n, α_m şi rezultanta forţei tăietoare vSz.
Variaţia eforturilor dintr-un element poate fi considerată liniară.

La definire elementelor de învelitoare se dau următoarele date:

Material
Grosime
Punct/vector/axă/plan de referinţă pentru axa locală x
Punct de referinţă pentru axa locală z

Prin clic pe acest buton apare fereastra de dialog **Căutare în biblioteca de materiale**.

Definire referinţă

Axele locale x şi z ale elementului se pot defini cu elementele de referinţă descrise în capitolul 4.9.21 Referinţe sau se poate opta pentru referinţe automate.

Punctul central al elementelor de placă este marcat cu culoarea verde.

Reducerea rigidităţii

La stabilirea rigidităţii pentru calculul static sau dinamic al structurilor din beton armat trebuie acordată atenţia necesară influenţei fisurării.
În cazul elementelor de suprafaţă, această reducere (k) se aplică rigidităţii calculate

☞ ***Rigiditatea elementelor structurale din beton armat depinde de stadiul de comportare, respectiv de mărimea deformaţiei impuse şi, deci, de deschiderile fisurilor formate anterior.***

Modificare

În cazul în care sunt selectate elemente de acelasi tip, în fereastra de dialog se pot modifica proprietatile comune. Se pot modifica proprietatile numai dacă este activat butonul proprietăţii.
Dacă elementele nu sunt de acelasi tip se va activa optiunea de modificare.

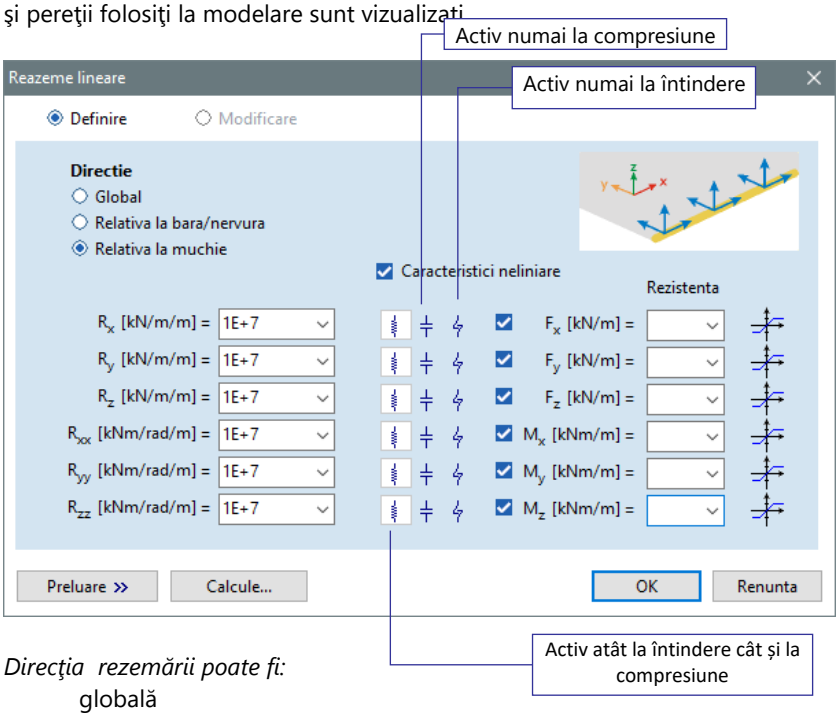
Preluare>>

Funcţia este identică cu cea de la elementele de linie (4.9.9 Elemente liniare).

4.9.11. Reazem nodal

Reazem nodal

Elementul de reazem este alcătuit din arcuri cu un capăt legat de un punct fix, iar cu celălalt de nodul care este rezemat. În sistemul lor local de coordonate, arcurile au rigidităţi la deplasare şi rotire.
Pentru reazemele nodale şi liniare definite parametric se pot defini şi stâlpi care în analiza de străpungere sunt consideraţi ca date de intrare (de exemplu: rezemarea planşeelor intermediare). Stâlpii şi pereţii folosiţi la modelare sunt vizualizaţi.



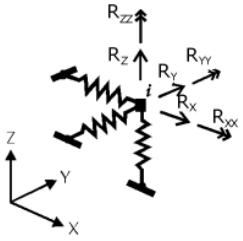
Direcţia rezemării poate fi:

- globală
- dată de referinţă
- relativă la bară sau nervură
- relativă la muchie

☞ ***Valoarea implicită a rigidităţii reazemelor este de*** 1.000E+10 [kN/m], [kNm/rad][reazem fix].

Globală

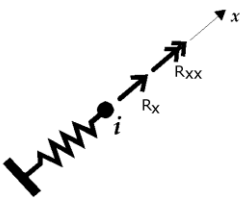
Reazeme paralele cu sistemul global de coordonate.
Se selectează nodurile pentru care rezemarea este identică, după care se completează valorile rigidităţilor în fereastra funcţiei.
Trebuie precizate rigidităţile pentru translaţii (**Rx, Ry, Rz**) şi la rotiri (**Rxx, Ryy, Rzz**).



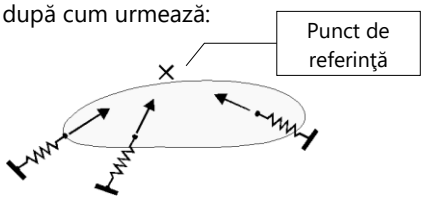
☞ ***Pentru un nod se poate defini un singur reazem global. Pentru punctele centrale ale liniilor de margine la elemente de suprafaţă nu se pot defini reazeme nodale.***

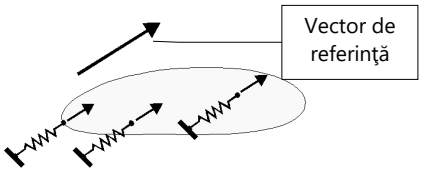
După referinţă

Reazem definit cu un punct de referinţă sau vector de referinţă.
La un nod se pot ataşa mai multe reazeme. După selectarea nodului, se precizează rigiditatea la translaţie **R_x,** şi la rotire **R_{xx}.**



Direcţia resortului este definită de nodul elementului şi punctul de referinţă sau vectorul de referinţă, după cum urmează:



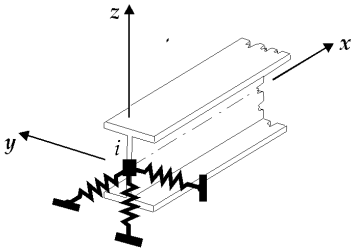


În cazul în care la un punct de referinţă sunt ataşate mai multe reazeme, toate vor arăta în direcţia acestuia.

În cazul în care la un vector de referinţă sunt ataşate mai multe reazeme, toate vor fi paralele cu acesta.

Relativă la bară/nervură

Reazeme definite în direcţia sistemului local de coordonate al barelor sau nervurilor.
Se selectează barele şi nervurile pentru care rezemarea este identică, după care se completează valorile rigidităţilor în fereastra funcţiei.



Rigidităţile trebuie date pentru translaţii (**R*x*, R*y*, R*z***) şi la rotiri (**R*xx*, R*yy*, R*zz***).

Relativă la muchie

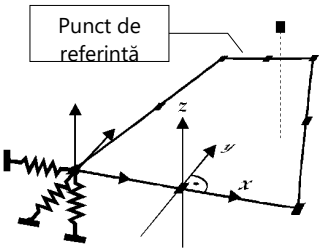
Reazeme nodale cu direcţia ***x***, ***y***, ***z*** relativă la muchia elementelor,
unde:

- ***x*** = axa definită de muchia elementului
- ***y*** = axa perpendiculară pe x orientată în interiorul elementului,
- ***z*** = axa perpendiculară pe planul elementului, cu sensul în semispaţiul în care se află punctul de referinţă al elementului.

Se selectează barele şi nervurile pentru care rezemarea este identică după care se completează valorile rigidităţilor în fereastra funcţiei. Dacă în muchie sunt conectate două elemente de suprafaţă, axa z va fi perpendiculară pe bisectoarea unghiului închis de elemente, iar axa y va fi perpendiculară pe aceasta şi pe axa x.

Dacă în muchie sunt conectate mai multe elemente de suprafaţă, la definirea reazemului se pot selecta una sau două elemente de suprafaţă cu care programul fixează direcţia reazemului pe baza celor descrise mai sus.

Rigidităţile trebuie date pentru translaţii (**R*x*, R*y*, R*z***) şi la rotiri (**R*xx*, R*yy*, R*zz***).



Ca rezultat al deplasării pozitive, arcul de rezemare este întins, provocând o forţă de tracţiune. Datorită deplasării negative, arcul de rezemare este comprimată.

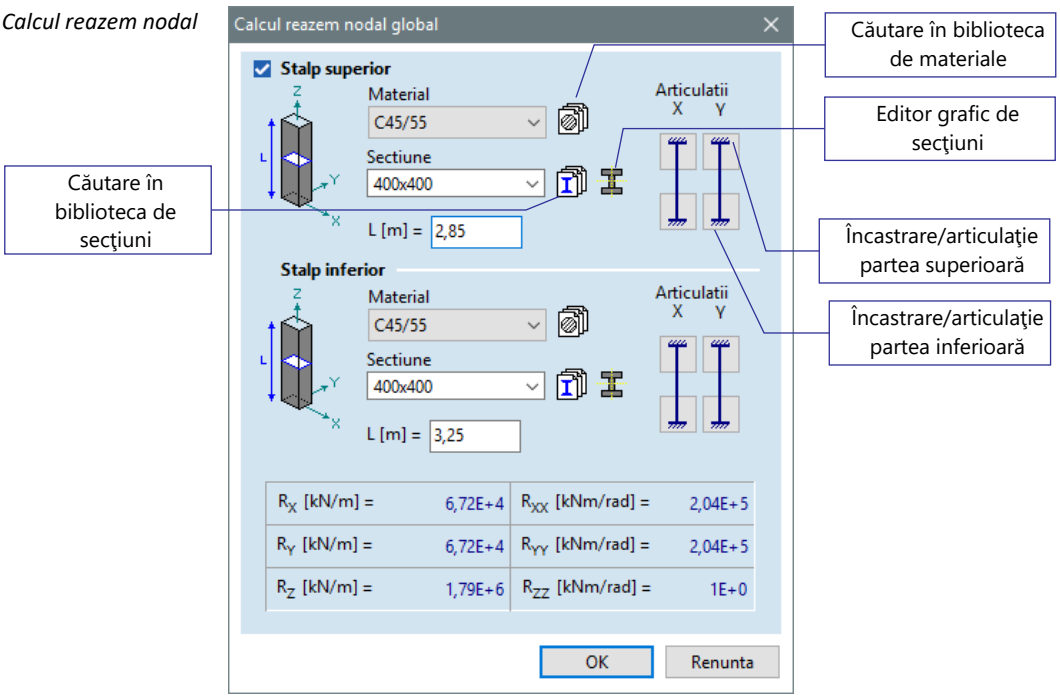
Comportare neliniară

În cazul unei comportări neliniare se poate alege pentru fiecare componentă de deplasare: o rigiditate activă la compresiune sau la întindere şi pentru o comportare neliniară.

☞ ***Parametrii de mai sus sunt luaţi în considerare numai la calcul static neliniar. În cazul analizelor statice liniare, modale I/II şi stabilitate, reazemele se iau în calcul cu rigidităţile lor iniţiale.***

Reazemele definite sunt reprezentate cu trei linii pe directia sistemului global de coordonate cu culoarea maro.

Calcul reazem nodal



Pentru reazemele definite parametric se poate defini stâlpul inferior şi superior cu care se poate efectua analiza de străpungere (exemplu: modelarea rezemării unei plăci intermediare). Stâlpii folosiţi la modelarea reazemelor sunt vizualizaţi pe reprezentarea randată şi cu mausul este posibilă identificarea lor.

Printr-un clic pe butonul ***Calcule***... programul determină rigidităţile reazemelor la deplasare şi rotire. Datele necesare pentru acest calcul sunt următoarele: materialul, secţiunea, lungimea barei şi prinderile stâlpului.

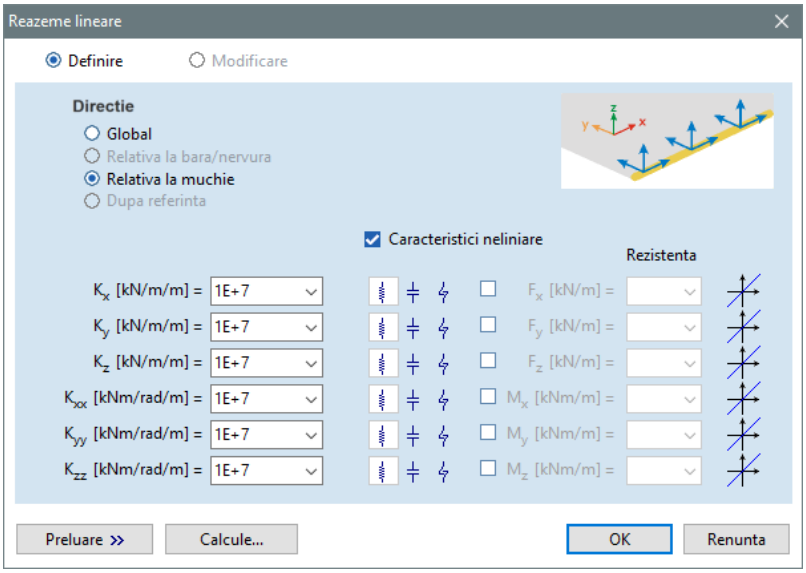
Modificare

În cazul în care sunt selectate elemente de acelaşi tip, în fereastra de dialog se pot modifica proprietăţile comune. Se pot modifica proprietăţiile numai dacă este activat butonul proprietăţii.
Dacă elementele nu sunt de acelaşi tip se va activa opţiunea de modificare.

Preluare>>

Funcţia este identică cu cea de la elementele de linie (4.9.9 Elemente liniare).

4.9.12. Reazem liniar



Direcţia rezemării poate fi:

globală
relativ la bară
relativ la muchie
Referințial (luând direcția int dintr-un punct de referință sau vector de referință)

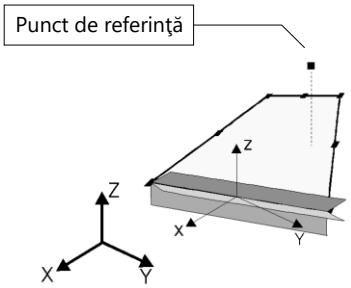
Asigură rezemarea continuă a elementelor bară, nervură sau a muchiei elementelor de suprafaţă.
Cu rezemarea continuă se poate asigura o rezemare pe mediu elastic de tip Winkler.
Se selectează elementele de suprafaţă, barele şi nervurile pentru care rezemarea este identică, după care se completează valorile rigidităţilor în fereastra funcţiei.

☞ ***Valoarea implicită a rigidităţilor este de*** 1.000E+07 [kN/m/m]**,** [kNm/rad/m].

☞ ***Suportul care sunt atribuite elementelor de linia sau marginilor domeniilo considerate a fi elemente structurale, adică atunci când este creată o plasă, ele vor fi împărțite automat în interiorul lor, dar tabelele și etichetele se referă întotdeauna la elementele structurale.***

Globală

Reazeme paralele cu sistemul global de referinţe. Rigidităţile trebuie definite la translaţii (**Rx, Ry, Rz**) şi la rotiri (**Rxx, Ryy, Rzz**).



Relativă la bară/nervură

Rezemarea barelor şi nervurilor paralel cu sistemul lor local de coordonate.
Cu rezemarea continuă se poate asigura o rezemare pe mediu elastic de tip Winkler. Rezemarea elastică se comportă identic pentru întindere/compresiune şi este constantă în interiorul elementului.

Comportare neliniară

În cazul comportării neliniare, pentru fiecare componentă se poate seta ca şi caracteristica de forţa deplasare să fie cu rigiditate de compresiune sau intindere şi forţa limită.

☞ ***Barele şi nervurile rezemate pe pat elastic trebuie împărţite în cel puţin patru segmente în toate cazurile.***
La definirea reazemului liniar programul verifică relaţia de mai jos şi comunică împărţirea corespunzătoare.

$$L \le l_k = \frac{1}{2}\min\left[\sqrt[4]{\frac{4E_xI_z}{R_y}}, \sqrt[4]{\frac{4E_xI_y}{R_z}}\right]$$, unde *L* este lungimea barei.

☞ ***În cazul barelor pe mediu elastic, solicitările din câmp sunt calculate din solicitările de la capetele barelor, cu metoda interpolării liniare (un alt motiv, care impune necesitatea unei segmentări suficient de dese).***

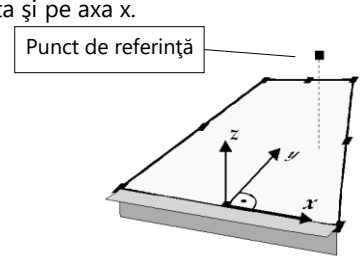
Relativă la muchie

Reazem la muchia cu direcţia ***x***, ***y***, ***z*** relativ la muchia elementelor, unde:

x = axa definită de muchia elementului
y = axa perpendiculară pe x care arată în interiorul elementului,
z = axa perpendiculară pe planul elementului care arată în semispaţiul în care se află punctul de referinţă al elementului.

Dacă în muchie sunt conectate două elemente de suprafaţă, axa z va fi perpendiculară pe bisectoarea unghiului închis de elemente iar axa y va fi perpendiculară pe aceasta şi pe axa x.

Dacă în muchie sunt conectate mai multe elemente de suprafaţă, la definirea reazemului se pot selecta una sau două elemente de suprafaţă prin care programul fixează direcţia reazemului pe baza celor descrise mai sus.



Rigidităţile trebuie definite pentru translaţii (**Rx, Ry, Rz**) şi pentru rotiri (**Rxx, Ryy, Rzz**).

Rigiditatea reazemului liniar este constantă în interiorul muchiei elementului.

Referenţial

Defineşte reazemul de margine într-un sistem de coordonate ***x***, ***y***, ***z*** după regula mâinii drepte, unde
x = direcţia marginii
y = perpendicular pe margine şi pe direcţia *z* de referinţă
z = direcţia definită de punctul de referinţă sau de vectorul de referinţă

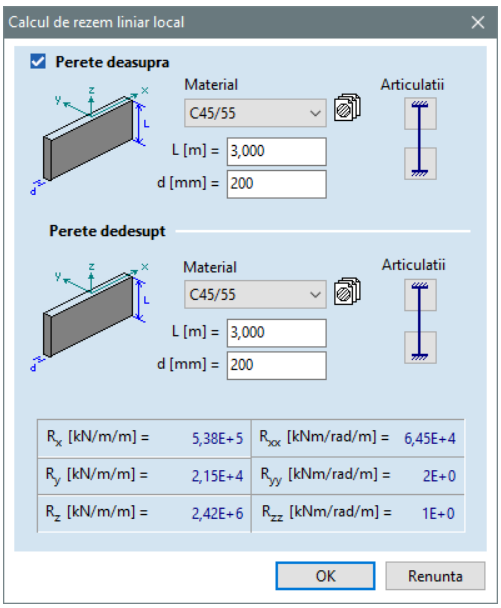
☞ Ca rezultat al deplasării pozitive, arcul de rezemare este întins, provocând o forţă de tracţiune. Datorită deplasării negative, arcul de rezemare este comprimată

Comportare neliniară

În cazul unei comportări neliniare se poate alege pentru fiecare componentă de deplasare: o rigiditate activă la compresiune sau la întindere, sau pentru o comportare neliniara.

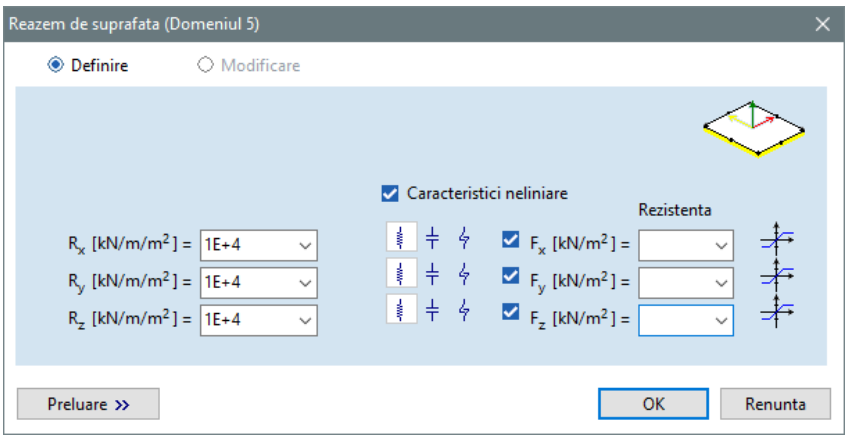
☞ ***Parametrii de mai sus sunt luaţi în considerare numai la calcul static neliniar. În cazul analizelor statice liniare, modale I/II şi stabilitate, reazemele se iau în calcul cu rigidităţile lor iniţiale.***

Calcul reazem liniar local



Prin clic pe butonul ***Calcule***... programul determină rigidităţile reazemelor la deplasare şi rotire. Datele necesare pentru acest calcul sunt următoarele: materialul, secţiunea, lungimea barei şi prinderile *peretelui*.

4.9.13. Reazem de suprafaţă



Rezemarea elementului de suprafaţă în direcţia sistemului local de coordonate al acestuia.
Cu rezemarea se poate asigura o rezemare pe mediu elastic de tip Winkler pentru care trebuie definite rigidităţile [kN/m/m^2] pentru deplasări (**Rx, Ry, Rz**).

Rezemarea elastică se comportă identic pentru întindere/compresiune şi este constantă în interiorul elementului de suprafaţă.

☞ ***Valoarea implicită a rigidităţilor de rezemare este de*** 1.000E+04 [kN/m/m^2].

Ca rezultat al deplasării pozitive, arcul de rezemare este întins, provocând o forță de tracțiune. Datorită deplasării negative, arcul de rezemare este comprimată

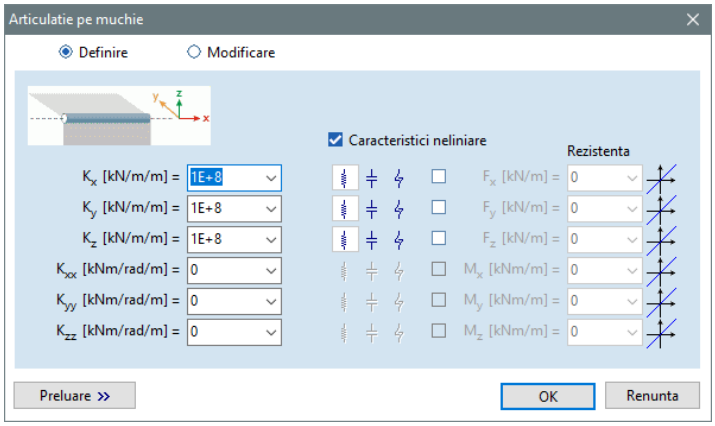
Comportare neliniară

În cazul unei comportări neliniare se poate alege pentru fiecare componentă de deplasare: o rigiditate activă la compresiune sau la întindere, sau pentru o comportare neliniară.

☞ ***Parametrii de mai sus sunt luaţi în considerare numai la calculul static neliniar, în cazul analizelor statice liniare, modale I/II şi stabilitate, reazemele se iau în calcul cu rigidităţile lor iniţiale.***

4.9.14. Articulaţie pe muchie

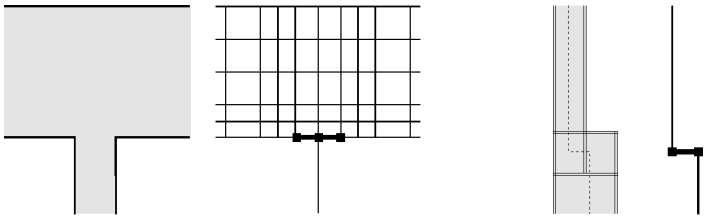
Articulaţiile pe muchie se pot defini între două domenii sau între nervură şi marginea domeniului. Pentru definire se selectează muchia şi domeniul. În fereastra de dialog se pot defini rigidităţile în sistemul local de cordonate relativ la muchie.



4.9.15. Corp rigid

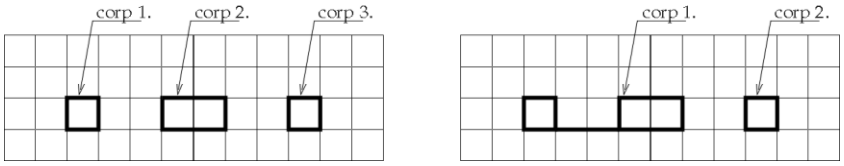
Cu ajutorul corpurilor rigide este posibilă modelarea unor părţi dintr-o structură, care au rigiditatea mult mai mare decât restul elementelor. De exemplu: legături excentrice de bare, legături dintre bare şi şaibe.
Corpul rigid este indeformabil, dar se deplasează cu structura şi transmite deplasările şi eforturile la elementele vecine.

Modelare legătură şaibă-bară: Legătură excentrică de bare:



Definire

Definirea unui corp rigid nou se face prin marcarea liniilor care îl formează. Liniile selectate care formează un grup de linii independente vor fi considerate corpuri rigide independente.



Dacă la modificarea corpurilor rigide sunt selectate linii care unesc aceste corpuri, rezultă unirea lor într-un singur corp rigid.
Dacă la modificarea corpurilor rigide liniile selectate nu formează o reţea continuă de linii, rezultă fragmentarea lor în mai multe corpuri rigide.

☞ ***În procesul de definire a elementelor este interzis ca toate nodurile/muchiile unui element finit să fie legate la acelaşi corp rigid. Un nod al unui corp rigid are întotdeauna şase grade de libertate care nu pot fi legate.***

☞ ***Pentru a ţine cont de masele corpurilor rigide este necesar ca în centrul de masă al corpuului să genereze un nod iar în acesta să se introducă masa corpului rigid.***

Corpul rigid apare pe ecran cu linie neagră îngroşată.

4.9.16. Diafragmă

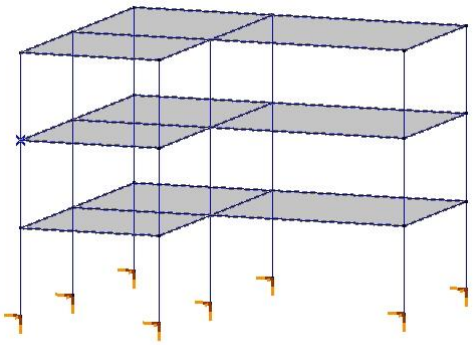
Cu utilizarea diafragmelor se poate simplifica modelul. Elementul de diafragmă este un corp rigid special care nu se deformează în planul lui. Prin utilizarea acestui element se reduce volumul de calcul, ceea ce prezintă un avantaj la modele mari. Cu elementul de diafragmă se pot modela planşee rigide în planul lor

Definirea diafragmei

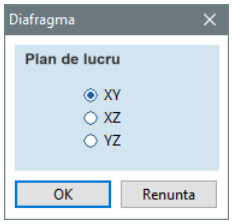
La executarea funcţiei se selectează liniile care fac parte din diafragmă. Dintre liniile selectate care formează o reţea continuă se va forma câte o diafragmă.

Diafragmele sunt reprezentate cu linie punctată groasă de culoarea gri.

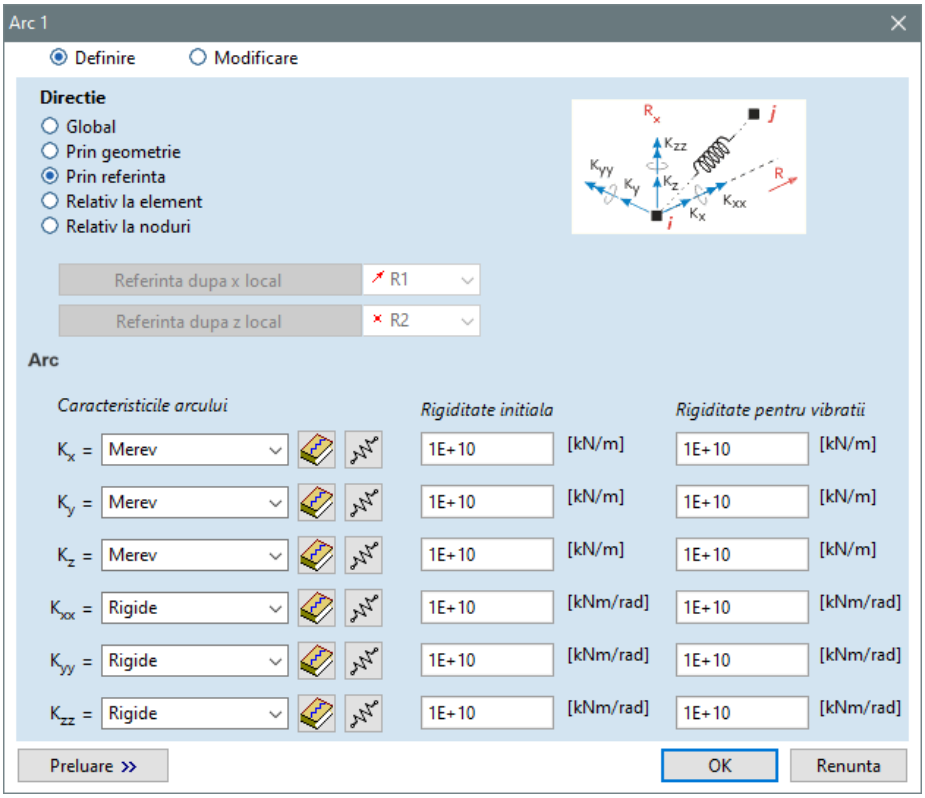
La modificarea sau definirea diafragmelor noi, prin selectarea liniilor care unesc corpuri diferite, acestea vor forma un singur corp.
La modificarea unei diafragme, dacă liniile modificate nu formeaza o rețea continuă, diafragma modificată se va descompune în mai multe diafragme individuale.



După definire trebuie specificat în ce plan lucrează diafragma. În acest plan poziţia punctelor faţă de celelalte punte ale diafragmei nu se schimbă.



4.9.17. Resort



Elementul de resort conectează gradele de libertate ale două noduri ale modelului. Elementul are propriul său sistem de coordonate. Puteți specifica caracteristicile resortului de translație (Kx, Ky, Kz) și /sau de rotație (Kxx, Kyy, Kzz) în jurul axelor elementului.

Resorturile pot fi definite în următoarele sisteme: Global, Prin geometrie, Prin referință, Element relativ, Nod relativ

Biblioteca caracteristicilor de resort

Caracteristica de Resort poate fi importată din Biblioteca de Caracteristici de Resort **vezi...** 3.1.17. Bibliotecă caracteristicilor de resort. Programul filtrează automat proprietățile resortului corespunzătoare gradului de libertate.

Editor Caracteristici Resort

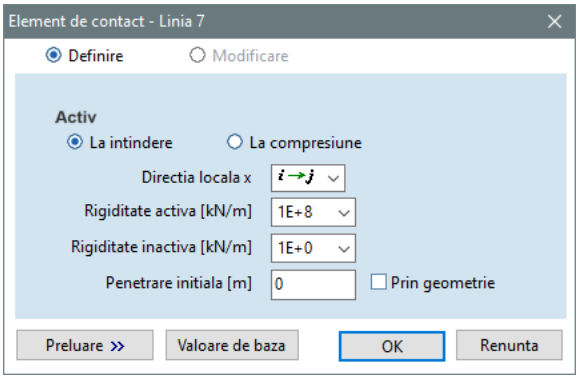
Componentele pot fi editate cu pictograma caracteristică resort.
vezi... 3.1.17. Bibliotecă caracteristicilor de resort

☞ **Caracteristicile resortului neliniar sunt luate în considerare numai în cazul analizelor dinamice statice și neliniare din punct de vedere al materialului.**

Rigiditățile inițiale sunt luate în considerare în analizele statice și dinamice liniare din punct de vedere al materialului, flambaj, chiar dacă proprietățile resortului sunt neliniare. În cazul vibrațiilor I/II, rigiditățile vibrațiilor sunt luate în considerare, valorile rămân constante în timpul analizelor.

Elementele cu resort nu sunt elemente structurale reale. Conectează gradele de libertate nodale ale punctelor de capăt unul câte unul. Nu există o cuplare geometrică între diferite grade de libertate (translație-rotație, forță-moment).

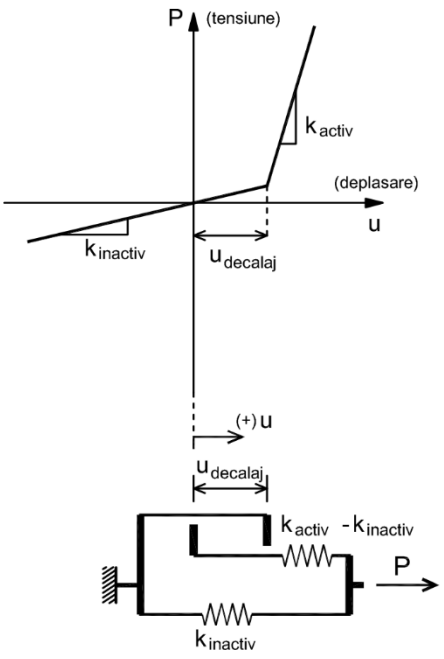
4.9.18. Elementul de contact



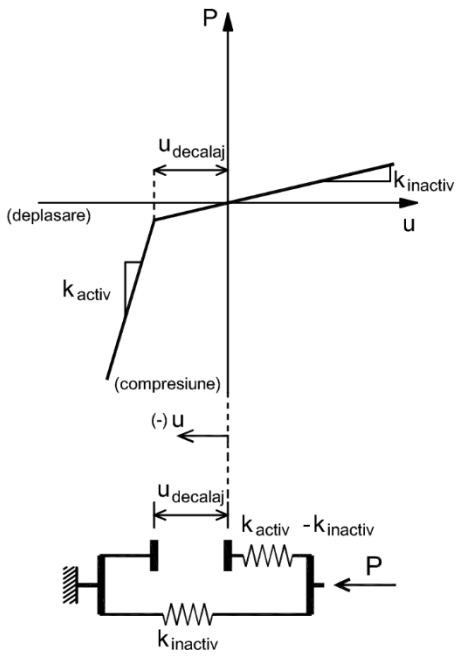
Cu acest element se poate modela contactul între două elemente. Modul de lucru al elementului contact poate fi *activ* sau *inactiv*. În modul de lucru activ, rigiditatea lui este mai mare cu multe ordine de mărime decât în modul inactiv. Datorită faptului că în modul inactiv rigiditatea elementului nu este zero, elementul contact lucrează cu o oarecare aproximare.

Deoarece starea inactivă are o rigiditate mică, dar diferită de zero, un element de decalaj este un model aproximativ al acestui tip de conexiune. Dar folosind acest element, matricea de rigiditate rămâne o matrice de bandă și orice număr de goluri poate fi utilizat într-un model.

Activ în tensiune



Activ în compresiune



Elementul gap este un element neliniar care poate impune dificultăți soluției problemei neliniare datorită modificărilor mari ale rigidității elementului atunci când acesta schimbă starea (activ/inactiv).
Dacă apare o problemă de convergență numerică, poate fi de dorit să se reducă raportul de rigiditate activă și inactivă, diminuând astfel neliniaritatea indusă de elementul de contact. Acest lucru trebuie să fie verificat de utilizator, dacă este posibil sau nu.

Un element gap este definit prin selectarea a două noduri.

Definirea orientării locale x este aceeași cu cea a elementelor grindă.

Activ: starea activă care poate fi tensiune (o conexiune cu șurub de tensiune) sau compresiune (contactul a două plăci)

Orientare (de la unul dintre nodurile sale la celălalt nod)

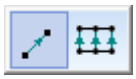
Rigiditate activă: implicit este 1E + 8 kN/m.

Rigiditate inactivă: implicit este 1E-2 kN/m.

Deschidere inițială\penetrare: în mod implicit este 0. Deschiderea inițială poate fi setată și pe baza geometriei elementului (verificare prin geometrie). Deschiderea inițială este o valoare pozitivă sau zero. În timp ce deschiderea inițială nu se închide, decalajul (gap) este considerat inactiv.

☞ ***Dacă elementul gap este utilizat într-o analiză diferită de o analiză statică neliniară, elementul va fi luat în considerare ca un resort cu o rigiditate corespunzătoare deschiderii sale inițiale. Dacă deschiderea inițială este zero, rigiditatea activă va fi luată în considerare.***

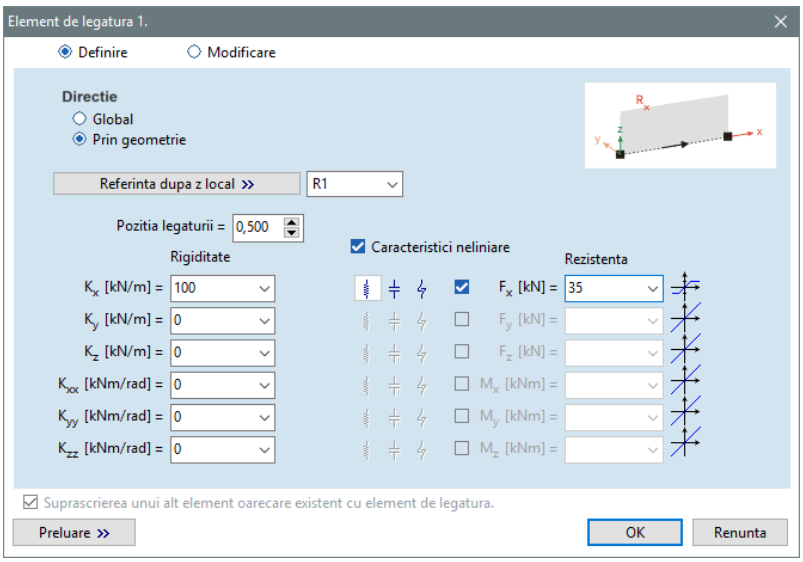
4.9.19. Element de legătură



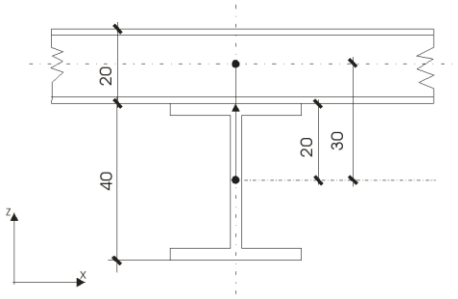
Elementele de legătură modelează legătura între două noduri sau două linii concentrând proprietăţile de rigiditate în interfaţa dintre ele (legătură de transmitere efort şi deplasare). Poziţia acestei interfeţe în cadrul elementului de legătură trebuie definită în momentul definirii elementului. Elementele de legătură au şase componente de rigiditate, care pot avea și caracter neliniar.

Element de legătură nod-nod

Element de legătură între două noduri cu interfaţă definită. Poziţia interfeţei în cadrul elementului este arbitrară. Prin definirea componentelor de rigiditate ale legăturii după sistemul de coordonate global, transmiterea de efort şi rotire între cele două noduri devine reglabilă. Se mai poate defini şi comportare neliniară pentru toate componentele.



De obicei se aplică la: legături pană-riglă, legătura între barele unor grinzi cu zăbrele, la legătura barelor contravântuirilor în cruce, la realizarea transmiterii corecte nod-nod.
Exemplu: legătură pană-riglă (vezi exemplul Steelframe.axs în directorul Exemple).
Să presupunem axa globală Z verticală, deasemenea fiind paralelă cu axa locală z. Fie rigla un profil IPE-400 în planul XZ, iar pana un profil I-200. Dorim transmiterea eforturilor de pe pană pe riglă, dar nu şi a momentelor încovoietoare.



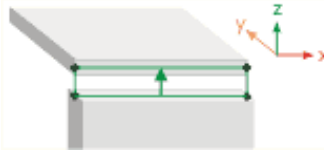
Cele două elemente sunt modelate cu axele lor. Elementul de legătură trebuie introdus între cele două axe, în intersecţia aparentă a axelor. În acest caz elementul de legătură trebuie asociat unei linii a cărui lungime este egală cu distanţa dintre axe, adică 30 cm (40/2+20/2). Punctul de origine al elementului de legătură să-l considerăm cel de pe riglă. Interfaţa trebuie aşezată întotdeauna în punctul efectiv de tangenţă al celor două elemente liniare (pană-riglă). În cazul de faţă interfaţa se aşează la 20 cm (40/2) de la punctul de origine al elementului de legătură, deci poziţia lui va fi 20/30 = 0.6666. Dacă se presupune încastrare rigidă la deplasare, putem da valoarea 1E10 rigidităţii la deplasare iar rotirii valori nule. Panele nefiind legate altfel, pentru evitarea rotirii de corp rigid în jurul axei locale x trebuie să fie K_{YY}= 0.001 sau o valoare la fel de mică.

Comportare neliniară

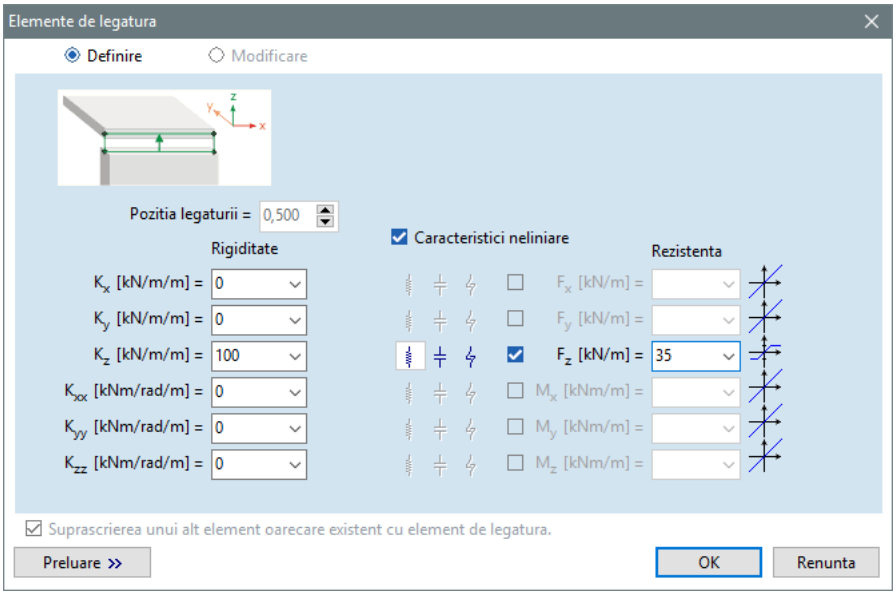
În cazul unei comportări neliniare se poate alege pentru fiecare componentă o caracteristică efort-deplasare.

Element de legătură linie-linie

Element de legătură alcătuit din şase noduri care leagă elemente tip nervură sau muchiile ale elementelor de suprafaţă Poziţia interfeţei în cadrul elementului poate fi aleasă arbitrar. Transmiterea eforturilor şi a deplasărilor între două elemente de nervură (sau legătură între două elemente finite de suprafaţă sau legătură între un element finit plan şi o nervură) se face prin definirea corespunzătoare a componentelor rigidităţilor elementului de legătură.

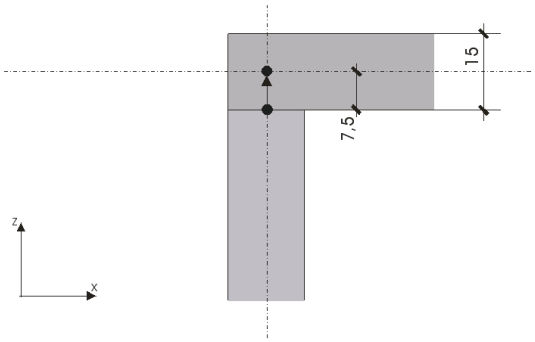


Axa locală x este definită de linia interfeţei, iar axa locală z este perpendiculară pe planul interfeţei. Axa locală y se consideră după regula mâinii drepte cunoscând celelalte două axe deja. Componentele de rigiditate la rotire de obicei se iau cu valoarea zero. Se mai poate defini şi comportare neliniară pentru toate componentele.



De obicei se aplică la: legătură placă-perete, interfaţa legăturii între diferitele materiale ale grinzilor compuse, grinzilor parţial compuse sau celor necompuse, legătură semirigidă nervură-placă sau la modelarea barelor suprapuse.

Exemplu*:* legătură placă-perete articulată.
Să presupunem axa globală Z verticală, peretele paralel cu planul YZ, placa paralelă cu planul XY şi că modelarea peretelui s-a făcut cu elemente tip învelitoare. Fie grosimea plăcii egală cu 15 cm. Dorim transmiterea eforturilor de pe placă pe perete, dar nu şi a momentelor încovoietoare.



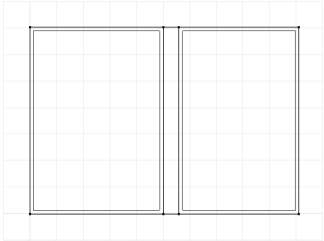
Cele două elemente sunt modelate cu planele lor mediane. În acest caz peretele trebuie luat doar până la cota inferioară a plăcii, iar elementele de legătură trebuie incluse între cele două suprafeţe, adică între muchia peretelui şi marginea plăcii. În cazul de faţă elementele de legătură se vor afla în planul vertical al peretelui.
Distanţa dintre muchii este de 7.5 cm (15/2). Punctul de origine al elementului să-l considerăm nodurile aflate pe muchia peretelui şi interfaţa dintre elemente (linia de tangenţă efectivă placă-perete) se află la cota inferioară a plăcii, adică la distanţa de 0 cm faţă de origine. Astfel poziţia interfeţei va fi 0/7.5 = 0. Dacă se presupune încastrare rigidă la deplasare, putem da valoarea 1E+10 rigidităţii la deplasare, iar la rotire valori nule.

Comportare neliniară

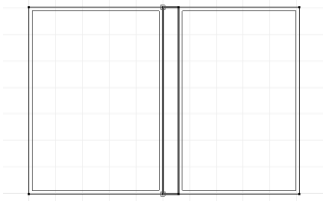
În cazul unei comportări neliniare se poate alege pentru fiecare componentă de rigiditate o caracteristică efort-deplasare.

Etapele definirii elementului de legătură linie-linie sunt următoarele:

1. Se definesc domeniile (**Vezi...** 4.9.6 Domeniu) şi se unesc cu linii nodurile adiacente. Pe laturile opuse al domeniilor trebuie să fie acelaşi număr de puncte.

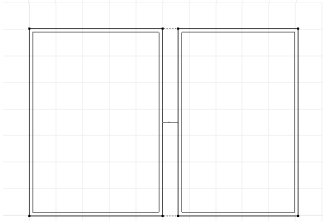


2. Se selectează dreptunghiul dintre cele două domenii.



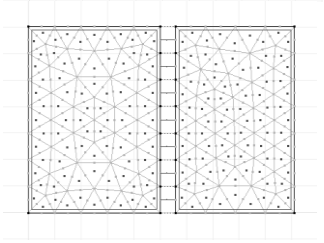
3. Se definesc punctele de origine pentru elementul de legătură (dacă nu sunt selectate puncte, elementul de legătură se va defini între cele două muchii, la mijloc).

4. Se definesc rigidităţile (se va crea elementul de legătură).



5. Se generează automat reţeaua de elemente finite. (**Vezi...** 4.11.1.2 Generare reţe).

6. Odată cu generarea reţelei sunt împărţite şi elementele de legătură.



4.9.20. Grade de libertate nodale

Nodurile nu sunt elemente separate, dar din punctul de vedere al grupării intră în această categorie.
Prin gradul de libertate al unui nod se înţelege posibilitatea de a fi deplasat într-o direcţie. Fiecare nod are şase grade de libertate nodale: translaţii eX, eY, eZ şi rotiri θX, θY, θZ pe direcţia axelor globale.
În timpul analizelor se generează ecuaţiile pentru fiecare grad de libertate liber. Acest fapt asigură un randament deosebit în capacitatea de calcul şi în timpul de analiză.

Pentru structurile cele mai des folosite, gradele de libertate nodale se pot alege dintr-o listă de selecţie.

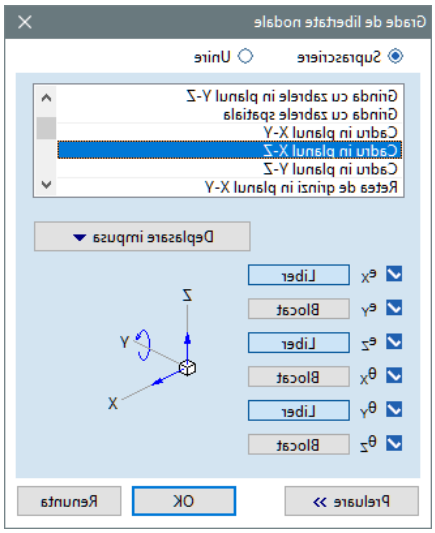
Tipuri de modele:

grindă cu zăbrele plană
grindă cu zăbrele spaţială
cadru plan
reţea de grinzi
şaibă
placă

Definire

Definirea gradelor de libertate pentru elementele selectate.

Suprascriere, Unire



Se selectează gradele de libertate care se modifică iar cu butoanele Blocat/Liber se setează valorile dorite.

Modul definirii

Suprascriere

Schimbă gradele de libertate definite cu noile grade de libertate definite de utilizator.

Unire

Combină gradele de libertate existente ale nodurilor cu cele noi, în felul următor: deplasarea nodului pe direcţia dată este permisă dacă sunt permise în cele două coduri iar în caz contrar nu va fi permisă. Această opţiune se poate defini la modelul cu un plan de simetrie.

Exemplu

	eX	eY	eZ	θX	θY	θZ
Cod existent:	liber	blocat	liber	blocat	liber	blocat
Cod nou:	liber	liber	liber	blocat	blocat	blocat
Cod final:	liber	blocat	liber	blocat	blocat	blocat

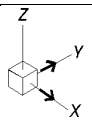
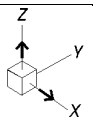
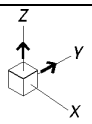
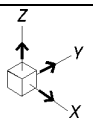
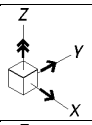
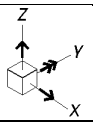
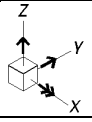
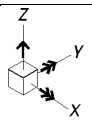
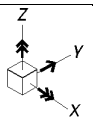
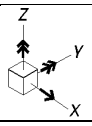
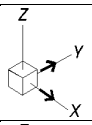
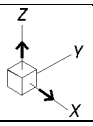
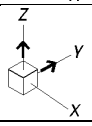
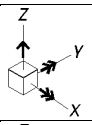
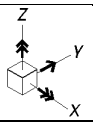
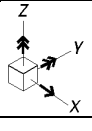
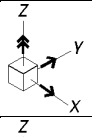
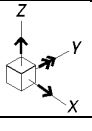
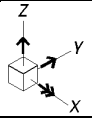
Fiecare nod are un cod cu şase simboluri pentru deplasările eX, eY, eZ şi rotirile θX, θY, θZ faţă de axele globale.

☞ ***Implicit toate nodurile sunt libere şi se pot modifica după preferinţă. Pe direcţiile blocate, componentele încărcărilor şi ale maselor nu sunt luate în considerare. Suma încărcărilor care acţionează pe direcţia gradelor de libertate blocate sunt afişate în tabelul cu încărcările neechilibrate.***

Nodurile care au grade de libertate blocate pe o direcţie din cele şase, sunt reprezentate cu albastru deschis.

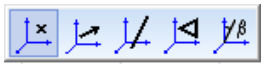
Tabelul gradelor de libertate nodale predefinite:

Legendă: ↑ deplasare liberă, ↟ rotire liberă în jurul axei.

Grad de libertate	Figura	Grad de libertate	Figura
Grinzi cu zăbrele			
Grindă cu zăbrele în planul **X-Y**		Grindă cu zăbrele în planul **X-Z**	
Grindă cu zăbrele în planul **Y-Z**		Grindă cu zăbrele spaţială	
Structuri în cadre			
Cadru în planul **X-Y**		Cadru în planul **X-Z**	
Cadru în planul **Y-Z**			
Reţele de grinzi			
Reţea de grinzi în planul **X-Y**		Reţea de grinzi în planul **X-Z**	
Reţea de grinzi în planul **Y-Z**			
Şaibe			
Şaibă în planul **X-Y**		Şaibă în planul **X-Z**	
Şaibă în planul **Y-Z**			
Placă plană			
Placă în planul **X-Y**		Placă în planul **X-Z**	
Placă în planul **Y-Z**			
Simetrii			
Plan de simetrie **X-Y**		Plan de simetrie **X-Z**	
Plan de simetrie **Y-Z**			

Preluare>> Se pot prelua gradele de libertate nodale deja definite.

4.9.21. Referinţe



Definirea referinţelor pentru fixarea sistemelor locale de coordonate pentru elementele finite.
Referinţele pot fi puncte, vectori, axe şi planuri.
Poziţia elementelor finite în spaţiu, orientarea, precum şi alte caracteristici (caracteristici secţionale, solicitări şi direcţii de armare) sunt date în raport cu sistemul local de coordonate.
La elementele de suprafaţă momentele m_x, m_y, m_{xy}, solicitările de şaibă v_{xz}, v_{yz} şi n_x, n_y, n_{xy}, iar la bare solicitările secţionale N_x, V_y, V_z şi momentele încovoietoare T_x, M_y, M_z, sunt date în aceste sisteme locale de referinţă.
Sistemul local de coordonate al elementelor finite se poate defini cu ajutorul referinţelor.

Modificare rapidă: Prin clic pe simbolul grafic al referinţei apare tabelul cu referinţe. Dacă sunt selectate mai multe referinţe, tabelul va conţine datele tuturor referinţelor selectate. Definirea vectorului şi a axului de referinţă se face cu două puncte. Planul de referinţă se defineşte cu trei puncte. După închiderea tabelului programul normalizează axa de referinţă şi vectorul de referinţă.

Coordonatele locale sunt afişate cu următoarele culori pe ecran: ***x*** = roşu, ***y*** = galben, ***z*** = verde.

Definirea şi utilizarea referinţelor sunt prezentate mai jos:

Referinţe automate

Referinţă automată la elemente tip zăbrea sau bară:
Optând pentru referinţă automată programul asociază elementelor tip zăbrea sau bară un vector de referinţă după următoarele criterii: Dacă axa locală *x* a zăbrelei sau barei este paralelă cu axa globală Z, atunci vectorul de referinţă va avea direcţia axei globale X. În toate celelalte cazuri vectorul va avea direcţia axei globale Z.

La elementele de tip bară arcuită, dacă arcul este în plan paralel cu planul X-Y, vectorul de referinţa automat este perpendicular pe planul arcului şi are direcţia Z pozitivă. Dacă grinda arcuită este în alt plan, vectorul de referinţă este în planul arcului, trece prin centrul şi arată spre exteriorul acestuia.

Referinţă automată la elemente tip nervură:
În cazul în care avem nervuri independente de placă, asocierea unui vector de referinţă este identic cu cele descrise mai sus. În toate celelalte cazuri însă, când elementele tip nervură sunt legate de elemente de suprafaţă, se întâmplă astfel: Vectorul de referinţă va fi paralel cu bisectoarea unghiului axelor z locale ale elementelor de suprafaţă legate de nervura respectivă.

Referinţă automată la elemente de suprafaţă, domenii
Optând pentru referinţă automată, programul asociază elementelor tip zăbrea sau bară un vector de referinţă după următoarele criterii:

*Fixarea axei locale **x***

Dacă planul suprafeţei este paralel cu planul X-Y global, atunci vectorul va avea direcţia axei globale X. În toate celelalte cazuri vectorul va fi paralel cu linia de intersecţie a domeniului și planul global X-Z.

*Fixarea axei locale **z***

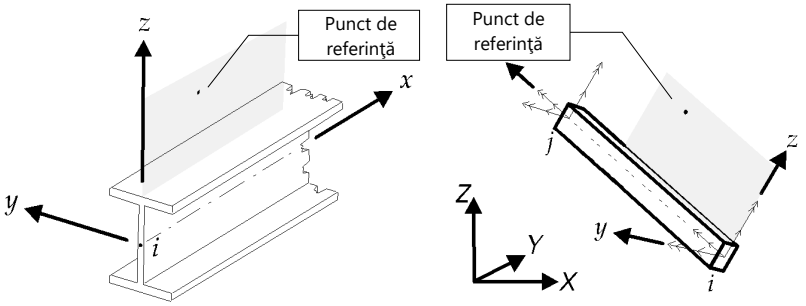
Dacă planul suprafeţei este vertical, atunci vectorul de referinţă are direcţia spre originea sistemului global de coordonate. Dacă originea globală este în planul domeniului, vectorul de referință are direcția X sau Y pozitivă. În toate celelalte cazuri el este direcţionat paralel cu axa globală Z.

Cu funcţia *Editare/Convertirea referinţelor automate* referinţele automate se pot converti în vectori de referinţă.

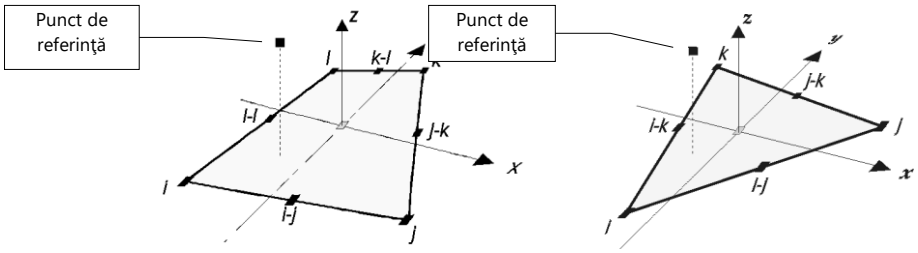
Punct de referinţă

Definirea orientării în spaţiu (sisteme locale) a elementelor de reazem, bară şi a direcţiei pozitive ***z*** pentru elemente de suprafaţă. Pentru fiecare bară se poate ataşa un punct de referinţă în sistemul global de coordonate, care defineşte sistemul local de coordonate al elementului în spaţiu (***x***, ***y***, ***z*** axe locale) prin fixarea planului ***x***-***z*** şi direcţia pozitivă a axei ***z***.

Definirea sistemului local de coordonate pentru bare cu ajutorul punctului de referinţă



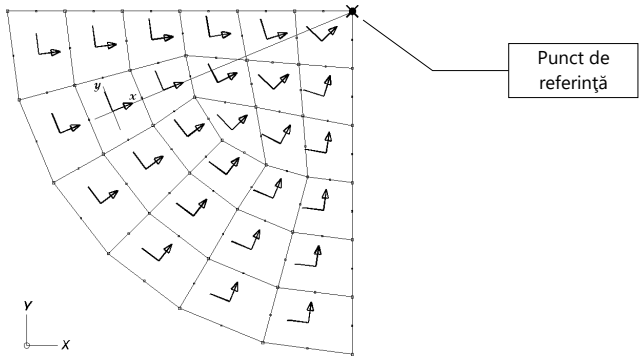
În cazul **elementelor de suprafaţă**, punctul de referinţă este utilizat pentru fixarea direcţiei pozitive a axei ***z*** locale (normală la suprafaţă).



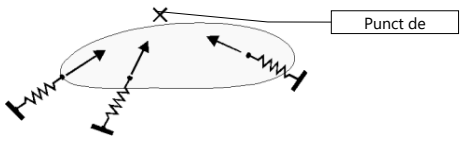
Axa locală ***z*** pozitivă este în semispaţiul în care se află punctul de referinţă.
Axa ***z*** este perpendiculară pe elementul de suprafaţă. Punctul de referinţă nu trebuie să fie pe axa ***z***.

Punctele de referinţă au culoarea roşie pe ecran.

Axa locală ***x*** a elementului de suprafaţă arată în direcţia punctului de referinţă. (punctul de referinţă trebuie să fie în planul elementelor de suprafaţă).



În cazul **reazemelor**, direcţia rezemării se poate fixa cu ajutorul punctului de referinţă după cum urmează:

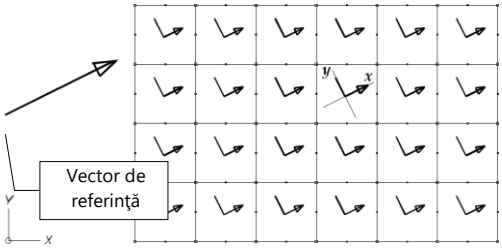


Dacă cu un punct de referinţă sunt definite direcţiile mai multor elemente de reazem, toate vor fi orientate în direcţia punctului de referinţă.

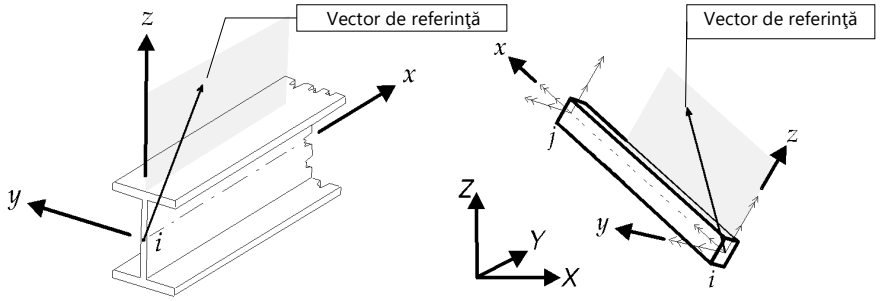
Vector de referinţă

În cazul elementelor de suprafaţă, sistemul local de coordonate al elementului finit, cu fixarea direcţiei axei ***x*** şi a direcţiei pozitive a axei ***z*** , este complet definit. Cu ajutorul punctului, vectorului, axei sau planului de referinţă, se poate fixa direcţia pozitivă a axei ***x*** în felul următor:

Axa locală ***x*** a elementului va fi paralelă cu vectorul de referinţă (vectorul de referinţă trebuie să fie paralel cu planul elementului de suprafaţă).

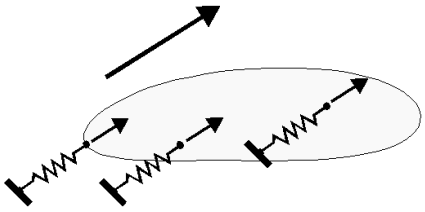


Definirea sistemului local de coordonate pentru elemente de bare



Referinţele ataşate la elemente definesc direcţia pozitivă a axelor x şi z din care direcţia pozitivă a axei y rezultă conform sistemului drept de referinţă. O referinţă se poate ataşa la mai multe elemente.

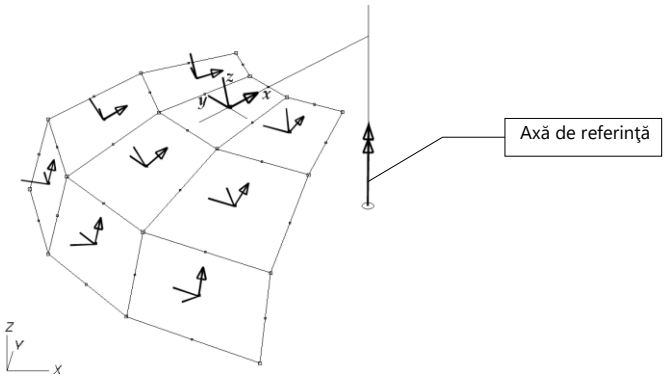
În cazul reazemelor, direcţia rezemării se poate fixa cu ajutorul vectorului de referinţă după cum urmează:



În cazul în care, cu un vector de referinţă sunt definite direcţiile mai multor elemente de reazem, toate vor fi paralele cu vectorul de referinţă.

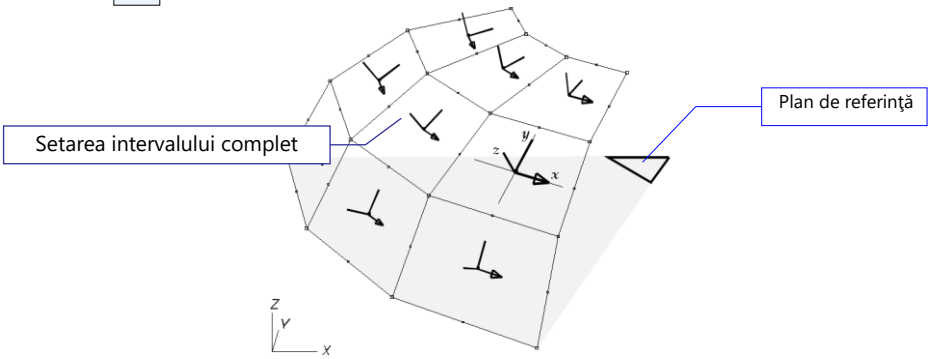
Axă de referinţă

Axa locală ***x*** a **elementului de suprafaţă** arată spre axa de referinţă (centrul elementului de suprafaţă nu poate fi pe axa de referinţă).



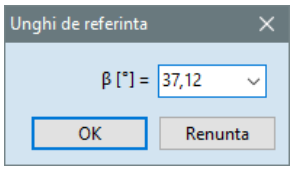
Plan de referinţă

Axa locală ***x*** a **elementului de suprafaţă** este paralelă cu linia care rezultă din intersecţia planului de referinţă cu planul elementului (planul de referinţă nu poate fi paralel cu planul elementului).



Unghi de referinţă

Cu definirea unghiului de referinţă, bara/nervura/zăbreaua se poate roti în jurul axei longitudinale cu unghiul β. Dacă elementul are direcţia globală Z, se poate regla unghiul cu direcţia locală X iar în celelalte cazuri cu direcţia locală Z.



Referinţele au culoarea roşie pe ecran.

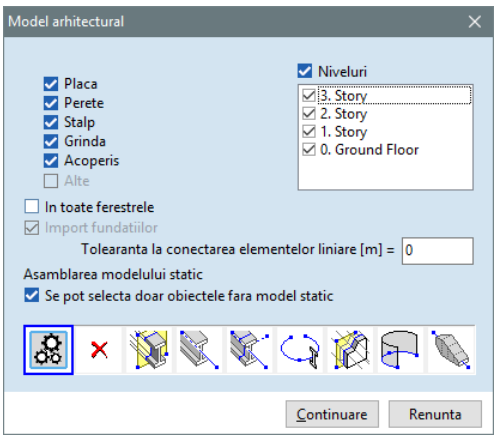
Referinţele ataşate la elemente definesc direcţia pozitivă a axelor ***x*** şi ***z*** din care direcţia pozitivă a axei ***y*** rezultă conform sistemului drept de referinţă.

Referinţele neutilizate pot fi şterse din table prin selectarea Referinţelor şi aplicând comanda Editare / Ştergerea referinţelor neutilizate.

4.9.22. Generarea schemei statice din model arhitectural – modul IFC

În cazul în care fişierele importate cu funcţia Fişier\Import (**Vezi detaliat...** 3.1.7.2 Importul fişierelor IFC**)** au formatul IFC (fişier Industry Foundation Classes) generarea schemei statice se poate face cu această fereastră.

Generarea schemei statice din model arhitectural necesită modulul IFC



Vizualizare

Se poate selecta care dintre nivelele şi tipurile de elemente ale modelului arhitectural original să apară pe folia de dos.

La generarea unei scheme statice sau la ştergerea unor obiecte, apare paleta de selectare. Pe această paletă se poate seta în ce domeniu de secţiune (stâlpi, grinzi) sau domeniu de grosime (pereţi, planşee şi învelitoare) să se încadreze elementele vizualizate.

Dacă opţiunea ***Obiecte fără schema statică*** este activată atunci selecţia este valabilă numai pentru obiectele care nu au schemă statică generată.

În toate ferestrele

Face modelul arhitectural vizibil în toate ferestrele.

Importă fundații Dacă este opțiunea activă, se prelucrează și fundațiile în fișierele IFC.

☞ ***Schema statică nu se şterge odată cu ştergerea obiectul arhitectural aferent.***

Generarea schemei statice Cu elementele selectate ale foliei de dos programul generează o schemă statică. Elementele preluate se consideră astfel: stâlpii şi grinzile prin axa lor centrală, iar elementele tip planşeu, perete şi învelitoare prin planul lor median. În cazul importurilor IFC nu întotdeauna este posibilă detectarea modelului static al obiectelor. Aceste obiecte sunt desenate cu linie intrerupta. Acum utilizatorul are posibilitatea de a crea, modifica sau șterge modelul statci prin:

Detectarea automată a cadrului static: în măsura în care metoda automată de detecție s-a derulat corespunzător în timpul importului, programul poate folosi datele respective precalculate la generarea modelului static. **Pot fi selectate mai multe elemente pentru această operație.**

Ștergere obiecte: cu această funcție se pot șterge din model obiectele ifc selectate. **Este de notat însă, că la ștergerea obiectelor IFC nu se șterge și modelul static aferent creat. Pot fi selectate mai multe elemente pentru această operație.**

Desemnarea profilului pentru elemente de tip bară printr-o secțiune plană: obiectele selectate sunt tăiate de planul definit de utilizator prin trei puncte. Algoritmul definește secțiunea tuturor elementelor selectate și le calculează normalele și centrul de greutate. These values give us lines imprinting the selected bodies. Segmentele rezultate vor fi tratate ca scheme statice ale obiectelor și poligoanele calculate vor fi secțiunile lor. **Pot fi selectate mai multe elemente pentru această operație.**

Definirea elementelor de tip bară prin determinarea axelor: utilizatorul trebuie să definească două puncte care vor forma o linie. Această linie este ulterior asociată corpurilor selectate, iar segmentele rezultate vor servi ca axele elementelor. Se pot obține planuri de tăiere prin mijlocul segmentelor și vectorul de direcție. În pasul final segmentele sunt mutate în centrul de greutate al secțiunilor. **Pot fi selectate mai multe elemente pentru această operație.**

Tratarea elementelor de tip bară prin definirea axelor și a poziției secțiunii: este aproape același lucru ca și operația anterioară, doar că aici profilul este definit de utilizator. Ulterior axul elementului selectat este modificat în așa fel încât punctul de start rămâne neschimbat iar punctul de capăt este mirajul punctului de start pe secțiune. **Poate fi selectat un singur element pentru această operație.**

Tratarea elementelor te tip bară circulare: utilizatorul trebuie să definească un arc prin trei puncte. Pe urmă algoritmul calculează intersecția acestui arc cu corpul selectat. Dacă sunt mai mult de două intersecții se vor lua două extreme. Punctul de mijloc al arcului rezultat și normala arcului asigură un plan de tăiere care sete utilizat de algoritm la definirea secțiunii. **Pot fi selectate mai multe elemente pentru această operație.**

Plăci prin planuri de tăiere: domeniile selectate sunt tăiate de planul definit prin trei puncte de utilizator iar poligoanele rezultate vor fi schemele statice ale obiectelor. **Pot fi selectate mai multe elemente pentru această operație.**

Plăci cilindrice prin cilindru de tăiere: se definește un cilindru de către utilizator care va fi folosit de algoritm pentru tăiere. Acest cilindru este ajustat într-o operație în doi pași. Prima dată este obținut un arc prin trei puncte, pe urmă cu ajutorul cursorului se definește înălțimea cilindrului. Acest arc rezultat va servi la baza cilindrului. Înălțimea cilindrului este calculată automat pe baza parametrilor geometrici alea corpurilor selectate. **Poate fi selectat un singur element pentru această operație.**

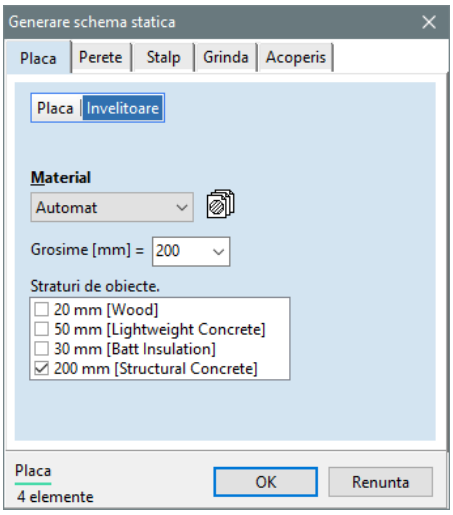
În toate operațiile utilizatorul are un feedback în timp real despre schema statică actuală, prin urmare este posibilă editarea unui model static corect. Uneori este totuși necesară o preeditare. Opțional este definit un filtru pentru filtrarea obiectelor IFC care au fost deja transformate în modele statice. Totuși dacă editām un obiect cu o schemă statică existentă, rezultatul operației va suprascrie schema statică anterioară.

La generarea schemei statice este posibilă modelarea pereţilor articulaţi cu articulaţie pe muchie.
Pe baza nivelurilor şi a elementelor existente în modelul arhitectural programul generează detalii. Elementele schemei statice sunt introduse automat în aceste detalii. **Vezi...** 2.16.14 Detalii

Dacă în căsuţa *Material* selectăm *Automat* şi fişierul IFC conţine date despre material, modelul importat va avea materialul definit în fişierul IFC.

Obiectelor arhitecturale selectate li se pot asocia proprietăţi de element după cum urmează:

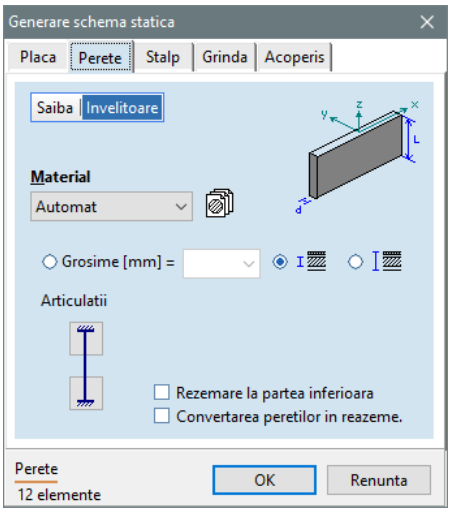
Planşeu



Se poate defini planşeul ca placă plană sau învelitoare. Trebuie definit materialul şi grosimea planşeului.

În cazul unor planşee din mai multe straturi vor apărea şi straturile (cu grosimile lor) obiectelor arhitecturale în lista din figura alăturată. Putem seta grosimea şi prin selectarea straturilor. Implicit programul alege stratul cu grosimea cea mai mare.

Perete



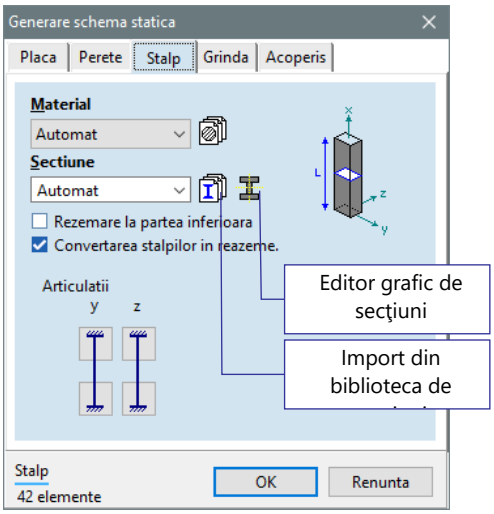
Peretele poate fi definit ca tip şaibă sau învelitoare. Trebuie definit materialul şi grosimea peretelui.

În cazul unor pereţi din mai multe straturi vor apărea şi straturile (cu grosimile lor) obiectelor arhitecturale în lista din figura alăturată. Putem seta grosimea şi prin selectarea straturilor. Implicit programul alege stratul cu grosimea cea mai mare.

Se poate asocia reazem liniar părţii inferioare a peretelui prin clic în căsuţa *Rezemare la partea inferioară*.

Obiectul perete selectat poate fi modificat într-un reazem liniar prin opţiunea *Convertirea pereţilor în reazeme*. Astfel reazemele vor apărea în locul muchiei de sus a peretelui. La calculul rigidităţilor reazemelor programul ţine cont de modul de rezemare a părţii inferioare şi superioare a peretelui.

Stâlp

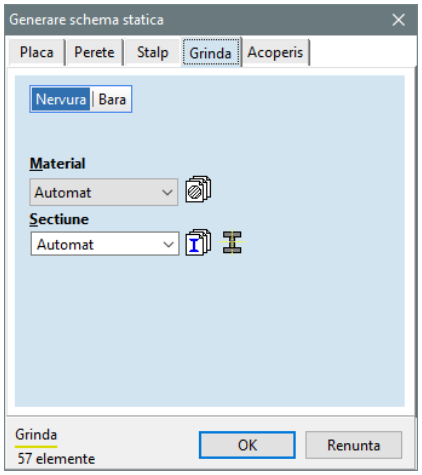


Programul preia obiectele de tip stâlp ca elemente bară. Trebuie definit materialul şi secţiunea stâlpului.

În cazul alegerii variantei **Automat**, la secţiune programul alege tipul secţiunii după caracteristicile geometrice ale modelului arhitectural. Se poate asocia reazem nodal părţii inferioare a stâlpului făcând clic în căsuţa *Rezemare la partea inferioară*.

Obiectele stâlp selectate pot fi schimbate în reazeme nodale prin opţiunea *Convertirea stâlpilor în reazeme*. Astfel reazemele vor apărea în capătul de sus a stâlpului. La calculul rigidităţilor reazemelor programul ţine cont de modul de rezemare al stâlpului.

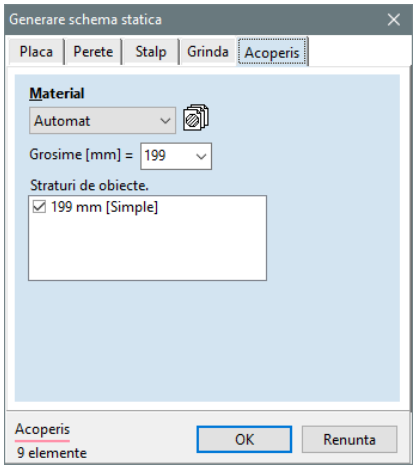
Grindă



Obiectele tip grindă se pot defini ca nervură sau ca bară. Trebuie definit materialul şi secţiunea grinzii.

În cazul alegerii variantei **Automat** la secţiune, programul alege tipul secţiunii după caracteristicile geometrice ale modelului arhitectural.

Acoperiş



Obiectele tip acoperiş sunt întotdeauna considerate ca elemente tip învelitoare. Trebuie definit materialul şi grosimea acoperişului.

În cazul unor elemente din mai multe straturi vor apărea şi straturile (cu grosimile lor) obiectelor arhitectural în lista din figura alăturată. Grosimea o putem seta şi prin selectarea straturilor. Implicit programul alege stratul cu grosimea cea mai mare.

4.9.23. Modificare

Modificarea caracteristicilor elementelor finite deja definite.
Modificarea se poate face astfel:

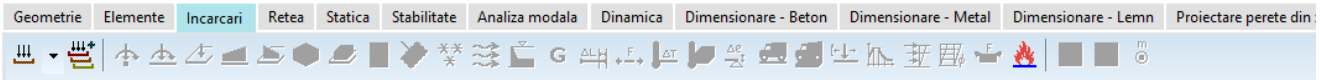
1. Se ţine apăsată tasta **[Shift]** şi se selectează cu cursorul elementele de modificat. Pentru selectare se poate utiliza şi fereastra sau bara de selectare.
2. Se dă un clic pe butonul elementului.
3. În rândul datei de modificat se comută butonul de modificare.
4. Se modifică data (datele).
5. Cu butonul **OK** se închide fereastra de dialog.

Modificare rapidă: făcând clic pe domeniul sau elementul finit apare fereastra de dialog aferentă acestuia. Dacă sunt selectate mai multe elemente finite, făcând clic pe unul dintre acestea este posibilă modificarea în acelaşi timp a proprietăţilor tuturor elementelor selectate. Dacă sunt selectate elemente finite şi se dă clic pe un element neselectat, selecţia se anulează iar modificarea va fi valabilă pentru elementul pe care s-a dat clic. Făcând clic pe un nod este posibilă modificarea rapidă a gradelor de libertate ale acestuia.
Proprietăţile elementelor se pot modifica şi cu Editorul de proprietăţi.
Vezi... 3.6.1 Editorul de proprietăți

4.9.24. Ştergere

[Del] **Vezi detaliat...** 3.2.9 Ştergere

4.10. Încărcări

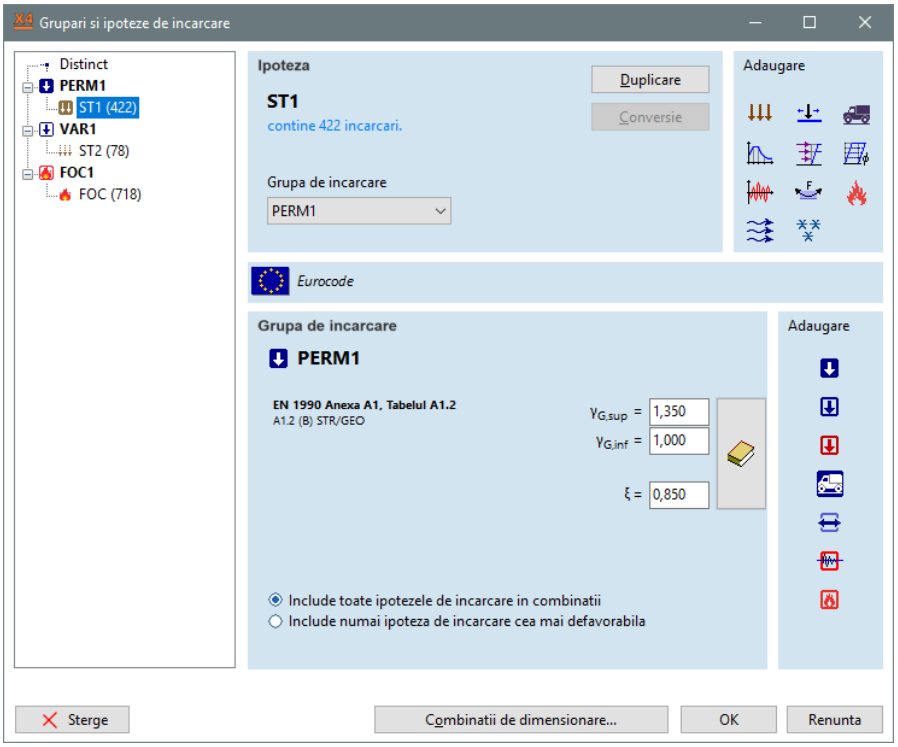


Definirea încărcărilor statice şi dinamice pentru analiza modală, statică, de stabilitate şi dinamică.

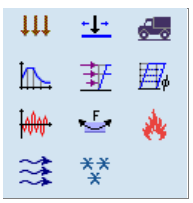
☞ ***Pentru analiza statică, modală şi de stabilitate trebuie definită cel puţin o ipoteză de încărcare.***

Dintre ipotezele de încărcare definite se poate alege cea dorită direct din meniul rapid, care apare prin clic pe săgeata aflată lângă butonul **Ipoteze şi grupuri de încărcări** (încărcările definite sunt valabile pentru această ipoteză de încărcare).

4.10.1. Ipoteze şi grupuri de încărcări



Ipoteză nouă



Făcând clic pe un buton din câmpul *Ipoteză nouă*, în lista ipotezelor de încărcare apare un câmp nou, necompletat. În câmp se poate completa numele ipotezei. Sunt permise denumiri de ipoteză care încă nu figurează în lista ipotezelor. Se pot defini maxim 99 de ipoteze.

Tipul ipotezei poate fi unul din următoarele trei:

1. Static

Această ipoteză se poate folosi la analiza modală sau stabilitate. În cazul analizei modale, încărcările dintr-o ipoteză statică se pot transforma în mase nodale. Ipoteza se poate asocia la o grupare de încărcare. La generarea combinaţiilor de dimensionare, ipoteza va participa cu parametrii grupării.

☞ ***Combinaţiile de dimensionare se pot genera numai din rezultatele analizelor statice de ordinul I.***

2. Linie de influenţă

În această ipoteză de încărcare se pot defini numai deplasări relative secţionale pentru generarea liniilor de influenţă. Ipoteza se poate folosi în analiza statică liniară. Rezultatul va fi linia de influenţă pentru eforturile unitare X, Y şi Z.

☞ ***În ipoteza de încărcare Linii de influenţă se pot defini numai tipuri de încărcări pentru linie de influenţă.***

3. Ipoteză de încărcare mobilă

Se poate defini o ipoteză de încărcare mobilă. În această ipoteză de încărcare se pot accesa butoanele pentru încărcările mobile pe linie şi suprafaţă. La definirea încărcării se vor genera ipoteze de încărcare pentru fiecare faza a mişcării cu denumirea numerotată (*Misc_xx*). Aceste ipoteze de încărcare sunt plasate automat în grupa de încărcare mobilă. Ipoteza cea mai defavorabilă se poate afla prin combinaţiile de dimensionare. Aceste ipoteze de încărcări se pot muta numai împreună în altă grupă de încărcare.

Dacă într-o ipoteză de încărcare sunt date mai multe încărcari mobile, se vor crea atâtea faze de mişcare (ipoteze de încărcare) cât este numărul maxim al fazelor. Dacă numărul maxim al fazelor este k şi numărul fazelor încărcării pentru încărcarea cealaltă este i<k, atunci încărcarea în fazele i+1, i+2, ..., k se va situa în poziţia finală. **Vezi detaliat...** 4.10.27 Încărcări mobile

☞ ***Ipoteza de încărcare mobilă se poate defini numai în gruparea de încărcare mobilă, iar încărcările se pot şterge grupat. În ipoteaza de încărcăre mobilă se pot defini numai încărcări mobile. În cazul încărcărilor mobile, paralel cu acestea pot fi definite şi încărcări statice. Acestea vor fi prezente în toate etapele, dar numai în cazurile de încărcare mobile.***

4. Seismic *(este necesar modulul SE1)*

În această ipoteză se definesc parametrii necesari pentru generarea încărcărilor din seism. Pentru generarea acestei ipoteze este obligatorie efectuarea analizei modale. Pentru fiecare formă de vibraţie pe baza maselor nodale şi a frecvenţelor, programul generează o ipoteză de încărcare. La definirea încărcărilor seismice se generează k+2 ipoteze, unde k este numărul modurilor de vibraţie iar două ipoteze conţin media pătratică a eforturilor cu semnele ´+´ şi ´-´.

Vezi detaliat... 4.10.23 Calculul seismului – modul SE1

☞ ***În ipoteza de încărcare Seismic se pot defini numai parametrii încărcării seismice.***

5. Ipoteza de încărcare Pushover *(este necesar modulul SE2)*

În această ipoteză de încărcare se pot defini parametrii de încărcare pentru analiza Pushover. Înainte de definirea ipotezei de încărcare Pushover, se va efectua o analiză modală. Pe baza unui mod de vibraţie, programul generează forţe concentrate în nodurile structurii. Se vor genera patru sisteme de forţe. Aceste forţe sunt paralele cu cele două axe orizontale (implicit X şi Y) şi vor fi distribuite uniform (U) şi modal (M).

În cazul distribuţiei uniforme, mărimea va fi direct proportională cu masa nodală şi va depinde numai de acesta. În cazul distribuţiei modale, se va ţine cont de vectorii proprii. Forţele generate în toate cazurile acţionează în aceeaşi direcţie şi suma lor cu semne va fi 1kN. **Vezi detaliat**... 4.10.24 Încărcări Pushover – modul SE2

☞ ***Dacă este activată ipoteza de încărcare de tip Pushover, va fi activă numai icoana pentru definirea parametrilor pushover.***

6. Imperfecţiune globală

Dacă este definită o ipoteză de încărcare de imperfecţiune, este automat poziţionată într-o grupare de încărcare de imperfecţiune globală. Această grupare nu are parametri şi se şterge automat la ştergerea ipotezelor de încărcare conţinute. Ipotezele de încărcare de imperfecţiune pot fi utilizate doar la analiză neliniară. La generarea combinaţiilor ULS se pot include şi ipoteze de încărcare de imperfecţiune globală. Combinaţiile care conţin ipoteze de încărcade de imperfecţiune necesită calcul neliniar. **Vezi detaliat...** 4.10.25 Imperfecţiunea globală

☞ ***Ipotezele de încărcare de imperfecţiune globală nu contribuie la combinaţiile rezultatelor de dimensionare din calcul liniar. Rezultatele combinaţiilor de dimensionare din calcul liniar nu conţin ipotezele de încărcare de imperfecţiune globală.***

7. Ipoteză de încărcare de tensionare *(este necesar modulul PS1)*

Dacă este disponibil modulul de tensionare pentru standardul selectat, atunci se pot defini ipoteze de încărcare de tensionare care vor fi incluse în grupa de încărcare de tensionare. La definirea unui *nume* de ipoteză de încarcare se crează două ipoteze de încărcare. Ipoteza de încărcare *nume-TO* va conţine încărcările aferente terminării tensionării iar ipoteza *nume-TI,* încărcările de lungă durată aferente tensionării. La definirea datelor de tensionare se poate selecta oricare dintre ipoteze. După definirea datelor pentru tensionare încărcările apar numai în ipoteza *nume-TO.* Încărcările de lungă durată aferente tensionării se pot calcula numai după analiză statică.

Vezi detaliat... 4.10.26 Tensionare – modul PS1

☞ ***Ipoteza de încărcare Pretensionare se poate defini numai în gruparea de încărcare Pretensionare. Dacă este selectată ipoteza de încărcare Pretensionare, pe paleta de icoane va fi activă numai încărcarea de pretensionare. În acest caz nu se poate defini altă încărcare.***

8. Ipoteza de încărcare dinamică *(este necesar modulul DYN)*

Această comandă este activă numai dacă dispuneţi de Modulul Dinamic de Calcul (DYN). După definirea ipotezei de încărcare dinamică, pe pagina de definire a încărcărilor vor fi disponibile icoanele de definire a încărcărilor dinamice şi a acceleraţiilor de reazem. Cu aceste încărcări se pot modela efectele dinamice. **Vezi detaliat...** 4.10.28 Incărcări dinamice (pentru analiza de tip time-history) – modul DYN

☞ ***Încărcările dinamice nu se pot include în grupări de încărcări şi nu se pot combina cu alte ipoteze de încărcare. De încărcările din aceste ipoteze se ţine cont numai în analiza dinamică.***

9. Ipoteze de încărcare din zăpadă *(este necesar modulul SWG)*

AxisVM poate calcula şi aplica automat încărcările din zăpadă pe structură. Încărcările din zăpadă pot fi poziţionate pe panouri de încărcare în diferite planuri. În primul pas se va genera o ipoteză temporală de încărcare din zăpadă a cărei nume se poate defini. Dacă în normativ se cere o verificare excepţională, se va genera şi o ipoteză excepţională într-o grupare excepţională. După definirea panourilor de încărcare şi definirea parametrilor încărcării programul înlocuieşte ipoteza temporală cu ipotezele necesare.

Ipotezele de încărcare neaglomerate primesc postfixul UD. Ipotezele aglomerate primesc postfixul D. Caracterele de după D reprezintă direcţia vântului (X+, X–, Y+, Y–). Litera X sau Y reprezintă axul paralel cu vectorul încărcării, iar simbolul + şi – reprezintă direcţia încărcării. Sunt luate în considerare şi vânturile care bat la 45°+*n**90° (unde *n* = 0, 1, 2, 3). Astfel X+Y– se referă la un vânt care bate la 315° (0° fiind definit de axul X pozitiv iar unghiurile sunt măsurate entiorar). Ipotezele care înlocuiesc ipoteza temporală numită *Zăpadă* sunt: *Zăpadă UD, Zăpadă DX+, Zăpadă DY+, Zăpadă DX–, Zăpadă DY–, Zăpadă DX+Y+, Zăpadă DX+Y–, Zăpadă DX–Y+, Zăpadă DX–Y–*. Se vor genera de către algoritm, doar încărcările necesare, deoarece numărul şi tipul ipotezelor de încărcare depind de tipul structurii şi de parametrii încărcării din zăpadă.

Pentru definirea parametrilor încărcării din zăpadă, selectaţi comanda *Încărcări din zăpadă*. Inainte de a defini parametrii încărcării, cu comanda *Panouri de încărcare* puteţi crea panourile de încărcare pe care se vor descărca încărcările.

Pentru detalii în definirea încărcării din zăpadă **vedeţi** 4.10.13 Încărcare din zăpadă – modul SWG

☞ ***Dacă este selectată o ipoteză de încărcare din zăpadă, se activează doar două comenzi pe bara de instrumente. Acestea sunt Panourile de încărcare şi Încărcările din zăpadă.***

10. Ipoteze de încărcare din vânt *(este necesar modulul SWG)*

AxisVM poate calcula şi aplica automat încărcările din vânt pe structură, şi pe substructuri multiple definite în model. La definirea încărcărilor din vânt, putem opta pentru ipoteze diferite, pentru anumite substructuri. În caz contrar unele ipoteze vor conţine încărcările mai multor substructuri.

Încărcările calculate sunt relevante doar în cazul anumitor tipuri de structuri descrise în normativ. Nu este recomandată utilizarea acestei metode automate în cazul altor geometrii.

Încărcările din vânt pot fi poziţionate pe panouri de încărcare în diferite planuri. În primul pas se va genera o ipoteză temporală de încărcare din vânt a cărei nume se poate defini. După definirea panourilor de încărcare şi definirea parametrilor încărcării programul înlocuieşte ipoteza temporală cu ipotezele necesare.

Ipotezele de încărcare din vânt sunt generate cu nume ce descriu situaţia încărcării. Primele două caractere după numele încărcăarii temporare descriu direcţia încărcării (X+, X–, Y+, Y–).

Următorul sau următoarele două caractere descriu tipul acţiunii.

P înseamnă presiune iar S sucțiune. Pentru acoperișuri în două ape normativul cere verificarea tuturor combinațiilor pentru toate încărcările din vânt pe ambele pante. Astfel pentru acoperișurile în două ape sunt generate ipotezele de încărcare Pp, Ps, Sp și Ss. În cazul acesta primul caracter se referă la partea pe care bate vântul iar al doilea caracter la latura adăpostită. Pentru efecte de torsiune sunt folosite notațiile T+ și T– și se referă la cele două direcții diferite ale torsiunii.
Simbolurile + și – diferențiează direcția torsiunii. Ultimul caracter se referă la tipul acțiunii interne. Dacă este O, sunt ignorate acțiunile interioare ale vântului, P reprezintă presiunea interioară, S reprezintă sucțiunea interioară.
Sunt necesare aceste ipoteze de încărcare dacă utilizăm aproximarea descrisă în normativ, pentru cazurile la care nu sunt disponibile mai multe informații este necesară introducerea unei valori critice pozitive și negative. Dacă ultimul caracter este C, ipoteza de încărcare a fost creată cu o valoarea definită a μ care depinde de deschiderile structurii. Dacă este creată o ipoteză de încărcare C pentru o anumită direcție, ipotezele P și S nu sunt necesare. Se vor genera de către algoritm, doar încărcările necesare, deoarece numărul și tipul ipotezelor de încărcare depind de tipul structurii și de parametrii încărcării din vânt.
Pentru definirea parametrilor încărcării din vânt selectați comanda *Încărcări din vânt*. Inainte de a defini parametrii încărcării, cu comanda Panouri de încărcare puteți crea panourile de încărcare pe care se vor descărca încărcările.
Pentru detalii în definirea încărcării din vânt **vedeți** 4.10.14 Încărcare din vânt – modul SWG

☞ ***Dacă este selectată o ipoteză de încărcare din vânt, se activează doar două comenzi pe bara de instrumente. Acestea sunt Panourile de încărcare și Încărcările din vânt.***

11. Ipoteze de încărcare din foc *(este necesar modulul SD8 sau TD8)*
Cu opțiunea aceasta putem crea efecte de foc asupra elementelor. În versiunea curentă a programului. Efectele de incendiu pot fi atribuite elementelor tip linie din oțel și lemn.
În momentul definirii ipotezelor de încărcare din foc, programul generează automat și un grup de încărcări din foc, care conține doar ipoteze de încărcare din foc. Nu trebuie să definim parametrii pentru acest grup și se șterge automat cu ștergerea ipotezelor.
Conform Eurocodului, în cazul generării combinațiilor, programul ia în considerare ipotezele de încărcăre din foc, doar în cazul combinațiilor accidentale, dar este posibilă crearea combinațiilor unice.
Definiția efectelor de incendiu este discutată în 4.10.29 Acțiuni asupra elementelor liniare expuse la foc – modul SD8 și 4.10.30 Efect de foc asupra elementelor din lemn - modul TD8

☞ ***Dacă este selectată o ipoteză de încărcare din foc, rămâne activată doar comanda de încărcare din foc pe elemente metalice în bara de instrumente cu încărcări. Acestea sunt panourile de încărcare și definirea încărcării din foc.***

Clasa de durată a încărcării Pentru dimensionarea elementelor de lemn este necesară durata încărcării. Dacă modelul conține elemente de lemn, se poate defini clasa de durată a încărcării (Permanente: >10ani, De durată: 6 luni-10ani; Durată medie: o săptămână-6 luni; Scurtă durată: <o săptămână; Instantaneu; Nedefinit)

Duplicare Se poate face o copie a ipotezei de încărcare. La copiere trebuie dat numele noii ipoteze şi un factor de multiplicare. Încărcările din ipoteza nouă se înmulţesc cu acest factor. Valoarea factorului poate fi şi negativă.

☞ ***Încărcările selectate se pot copia sau muta dintr-o ipoteză de încărcare în altă ipoteză de încărcare dacă în timpul copierii sau mutării se schimbă ipoteza de încărcare.***

Conversie Ipotezele de încărcare automate de zăpadă și vânt pot fi convertite în ipoteze de încărcare normale cu clic pe butonul *Conversie*. Se vor converti toate ipotezele de încărcare din tipul de încărcări selectat. După conversie ipozele pot fi modificate individual sau pot fi șterse.

Ştergere Şterge ipoteza selectată sau grupul de ipoteze selectat.

Selectarea unei ipoteze de încărcare

Se selectează o ipoteză de încărcare din lista ipotezelor de încărcare din partea stânga a ecranului. După închiderea ferestrei de dialog ipoteza actuală va fi ipoteza selectată.

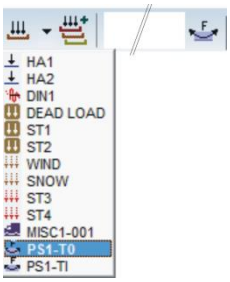
Setarea rapidă a ipotezei de încărcare

Apăsând săgeata de lângă iconița de încărcări puteţi alege încărcarea actuală.

☞ ***Încărcarea actuală este vizibila în fereastra Info. Încărcările definite vor fi introduse în încărcarea actuală.***

În cazul în care este activă ipoteza de încărcare tensionare, numai butonul de tensionare va fi activ. Făcând clic pe buton şi apoi selectând o bară sau nervură se va deschide fereastra de dialog Tensionare.

Vezi detaliat... 4.10.26 Tensionare – modul PS1



Ordinea ipotezelor şi grupelor de încărcare...

Se poate modifica ordinea ipotezelor şi grupelor de încărcare cu ajutorul mausului. În tabelele cu combinaţiile de încărcare şi cu rezultate, ipotezele şi grupele de încărcare se vor afişa în ordinea definită.

Ordinea ipotezelor de încărcare...

Ordinea de afişare a ipotezelor de încărcare se poate modifica în lista cu ajutorul mausului. În combinaţiile de încărcare şi în tabelul cu rezultatele ipotezele de încărcare se vor afişa în ordinea definită.

În meniul rapid se pot alege şi alte opţiuni de afişare (în ordine alfabetică sau în ordinea definirii). Se mai poate opta pentru ca ipotezele de încărcare individuale sa fie afişate la începutul sau sfârşitul listei.

Grupare nouă

Pentru generarea combinaţiilor de dimensionare este necesară definirea grupărilor de încărcare. Printr-un clic pe un buton din ***Grupare nouă,*** în lista ipotezelor de încărcare apare un câmp gol. În acest câmp se poate completa numele grupării. Sunt permise denumiri de grupări care încă nu figurează în lista grupărilor. La definirea unei grupări trebuie definiţi şi coeficienţii de grupare (coeficienţi de siguranţă, de simultaneitate şi dinamici).

Ipotezele de încărcare se pot asocia în aceste grupări de încărcare. Ipoteza selectată va face parte din gruparea selectată din lista grupărilor de încărcare. Ipotezele de încărcare se pot grupa şi cu ajutorul mausului din lista ierarhică a grupărilor şi a ipotezelor.

Vezi detaliat... 4.10.2 Combinaţii de încărcări

Comportamentul implicit al ipotezelor noi de încărcare pot fi definite în *Opțiuni / Preferințe / Grupuri de încărcări.* **Vezi...** 3.3.11 Preferințe

Dacă faceți clic pe butoanele de lângă factorii parțiali, puteți selecta valorile recomandate de standardul curent în fereastra de dialog care apare.

Grupuri de încăr*cări*

În grupuri pot (În functie de standardul ales) fi una din următoarele tipuri de încărcări:

1. Permanente

Gruparea încărcărilor permanente (greutatea proprie, încărcări permanente, ...).

Include toate ipotezele de încărcare în combinaţii:

Sunt luate în considerare toate ipotezele de încărcare din această grupare cu coeficientul maxim şi minim de siguranţă, în fiecare combinaţie calculată.

Include numai ipoteza de încărcare cea mai defavorabilă:

Este luata în considerare ipoteza de încărcare cea mai defavorabilă din această grupare cu coeficientul maxim şi minim de siguranţă, în fiecare combinaţie calculată.

2. Variabile

Încărcări variabile (utile, vânt, vehicule, macarale, zăpadă, ...).

Ipoteze de încărcare simultane:

Se poate seta ca ipotezele de încărcare din grupare să fie simultane cu ipotezele de încărcare din grupările speciale.

Ipoteze de încărcare care se exclud:

Ipotezele de încărcare se exclud dacă dintr-o grupare de încărcare poate participa o singură ipoteză de încarcare în combinaţia de dimensionare.

3. Excepţionale

Gruparea încărcărilor excepţionale (şoc, cedare de reazem, explozie, ...).

Din grupa încărcărilor excepţionale, la formarea unei combinaţii de dimensionare se ia numai o singură ipoteză de încărcare (coeficient de simultaneitate=0).

4. Gruparea încărcărilor mobile

Gruparea de încărcare cu ipotezele de încărcare generate din fazele de mişcare a încărcărilor mobile.

5. Tensionare

Dacă este disponibil modulul de tensionare din program, se poate defini gruparea de tensionare. Programul consideră gruparea de tensionare ca şi grupare permanentă. Gruparea poate conţine numai ipoteze de tensionare. Într-o combinaţie de încărcare ipotezele de încărcare *nume-T0* şi *nume-TI* nu pot apărea simultan.

6. Gruparea încărcărilor seismice (Eurocode, Eurocode[RO], SIA 26x, din 1045-1, STAS şi standardul italian)

Din gruparea încărcărilor seismice, la formarea unei combinaţii de dimensionare se ia numai o singură ipoteză de încărcare (coeficient de simultaneitate=0).

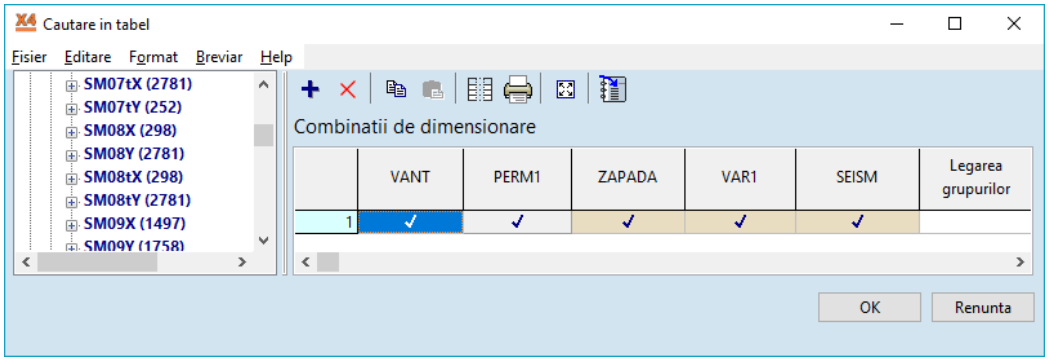
7. Gruparea încărcărilor din foc (Eurocode)

Conține doar ipoteze de încărcări din foc. Ipotezele de încărcări din foc pot fi simultane sau reciproc exclusive. În cazul ipotezelor reciproc exclusive putem defini o singură încărcare pentru un element de tip bară.

Combinații de dimensionare

Combinaţiile de dimensionare sunt determinate în funcţie de grupurile de încărcări. Situaţiile excepţionale (ca de exemplu zăpada şi zăpada excepţională) sunt identificate (astfel combinaţiile de dimensionare nu includ încărcările din zăpadă şi din zăpada excepţională). Dacă este necesară asigurarea exclusivităţii dintre grupurile de încărcări este posibil controlul acestuia prin combinaţiile de dimensionare.

Deschideţi Tabelul şi căutaţi 'Combinaţii de dimensionare'.



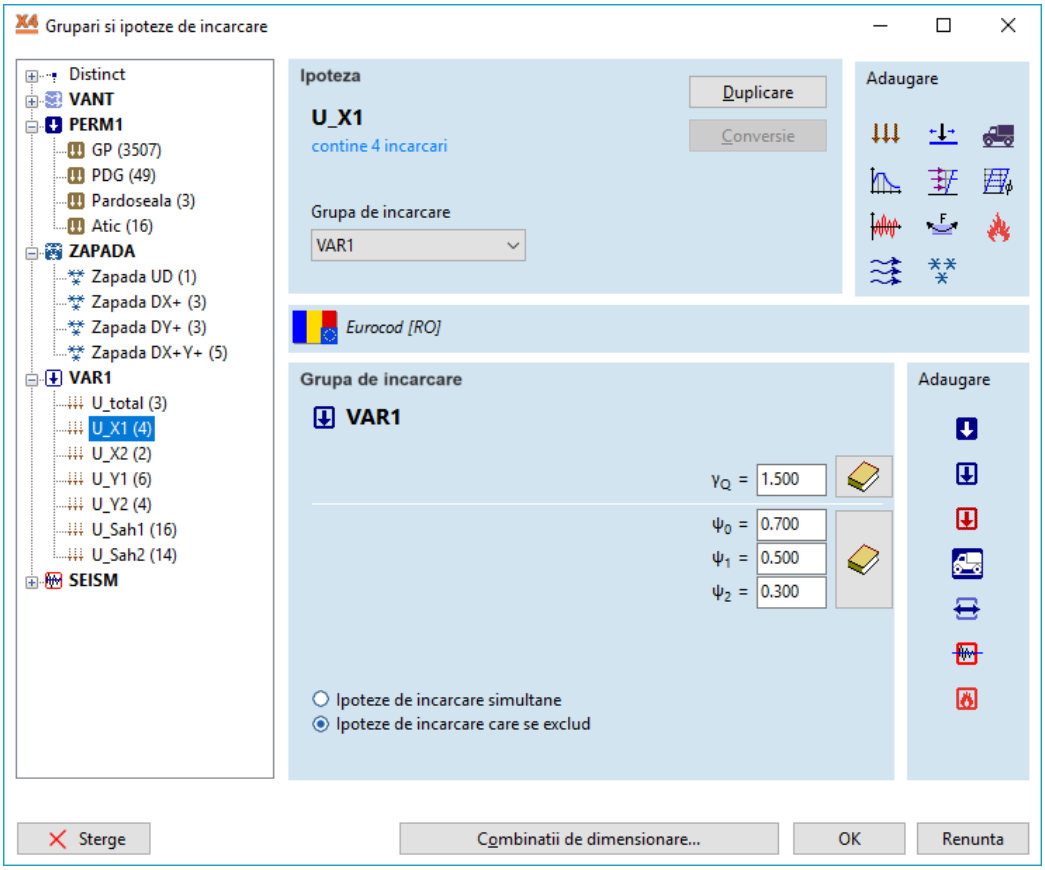
Fiecare linie descrie o posibilă combinaţie de încărcări. În combinaţiile de dimensionare se vor combina ipotezele de încărcare din grupurile de încărcări selectate.

Implicit tabelul conţine o singură linie în care sunt toate căsuţele bifate. Se pot adăuga linii noi printr-un clic pe + şi se pot bifa/debifa căsuţele dar încărcările permanente nu pot fi dezactivate.

Programul găseşte valorile extreme în funcţie de combinaţiile posibile.

Rândurile din Căutare în tabel pot avea diferite funcţii: utilizatorul poate specifica combinaţii de grup de încărcări sau poate conecta două sau mai multe grupuri de încărcări care sunt considerate grupuri de încărcare simultane în combinaţii. Ultima celulă din fiecare rând indică funcţia rândului.

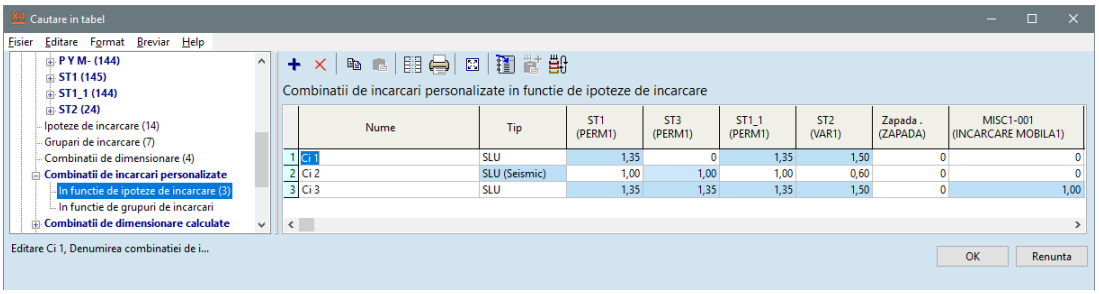
Conexiunea între grupurile de încărcări poate fi specificată prin verificarea ultimei celule denumită "Legarea grupurilor". Dacă utilizatorul intenționează să creeze o combinație de grup de încărcare, această celulă trebuie lăsată goală.
Când se specifică combinațiile de grupuri de încărcare, fiecare linie descrie o posibilă combinație de grupuri de încărcare. Cazurile de încărcare din grupurile de încărcare verificate vor fi combinate în combinații critice. În mod prestabilit, tabelul conține o singură linie în care sunt verificate toate grupurile de încărcare. Se pot adăuga noi linii făcând clic pe butonul +, iar starea casetei de selectare din liniile existente pot fi modificate, dar grupurile de încărcări permanente nu pot fi dezactivate.
Prin conectarea grupurilor de încărcare, utilizatorul poate seta grupurile de încărcare simultane. În consecință, aceste grupuri pot să conducă sau să însoțească acțiuni variabile în combinații, dar cazul este exclus atunci când un grup de încărcare este de conducere, în timp ce celălalt acționează însoțitor. Avantajul acestei caracteristici este acela că cazurile de încărcare coerente pot fi plasate în grupuri de încărcare separate: pentru fiecare grup de încărcare pot fi atribuite diferiți factori de siguranță și combinație, iar grupele de încărcare pot conține diferite tipuri de cazuri de încărcare (de exemplu, un grup conține doar cazuri de încărcare exclusiv reciproc în timp ce cealaltă are cazuri de încărcare simultană). Conexiunea poate fi specificată între mai multe grupuri de încărcare. De asemenea, este posibilă definirea mai multor reguli de conexiune, dacă există o suprapunere între rânduri (grupul set conține un caz de încărcare care a fost deja selectat într-un alt grup conectat), programul le îmbină împreună. Conexiunile definite sunt valabile pentru toate combinațiile, cu excepția cazului în care regula de combinare și o legătură a grupurilor sunt contradictorii (de exemplu, dacă una din regulile de combinație nu include toate elementele grupului conectat). În acest caz, programul ignoră toate elementele grupului conectat în acea combinație.
Grupurile conectate sunt indicate în fereastra Încărcări și grupuri de încărcare după cum urmează: aceeași culoare de fundal arată grupurile de încărcare (și cazurile de încărcare care aparțin acestora) care sunt conectate.



Programul găsește valorile extreme în funcție de combinațiile posibile.
Combinațiile posibile pot fi generate automat pe baza regulilor de combinații definite în Căutare în tabel, la Combinații de încărcare personalizate. Acest lucru poate duce la un număr semnificativ mare de combinații, în funcție de numărul de grupuri și cazuri de încărcare. În analiza liniară nu este necesar să se genereze combinații în mod individual, software-ul calculează automat valorile extreme bazate pe regulile de combinare.

Tipul încărcării	Tipul elementului
Concentrat	Nod, bară
Distribuit	Bară, nervură, placă, învelitoare
Pe muchie	Şaibă, placă, învelitoare
Greutatea proprie	Zăbrea, bară, nervură, şaibă, placă, învelitoare
Variaţie de lungime	Zăbrea, bară
Variaţie de temperatură	Zăbrea, bară, nervură, şaibă, placă, învelitoare
Forţă de tensionare	Zăbrea, bară
Cedare de reazem	Reazem
Lichid	Placă, învelitoare
Linie de influenţă	Zăbrea, bară
Seism	Nod
Tensionare	Bară, nervură
Mobil	Bară, nervură, placă, învelitoare
Zăpadă	Bară, nervură, placă, învelitoare
Vânt	Bară, nervură, placă, învelitoare
Foc	Zăbrea, bară, nervură

4.10.2. Combinaţii de încărcări



Generarea combinaţiilor de încărcări

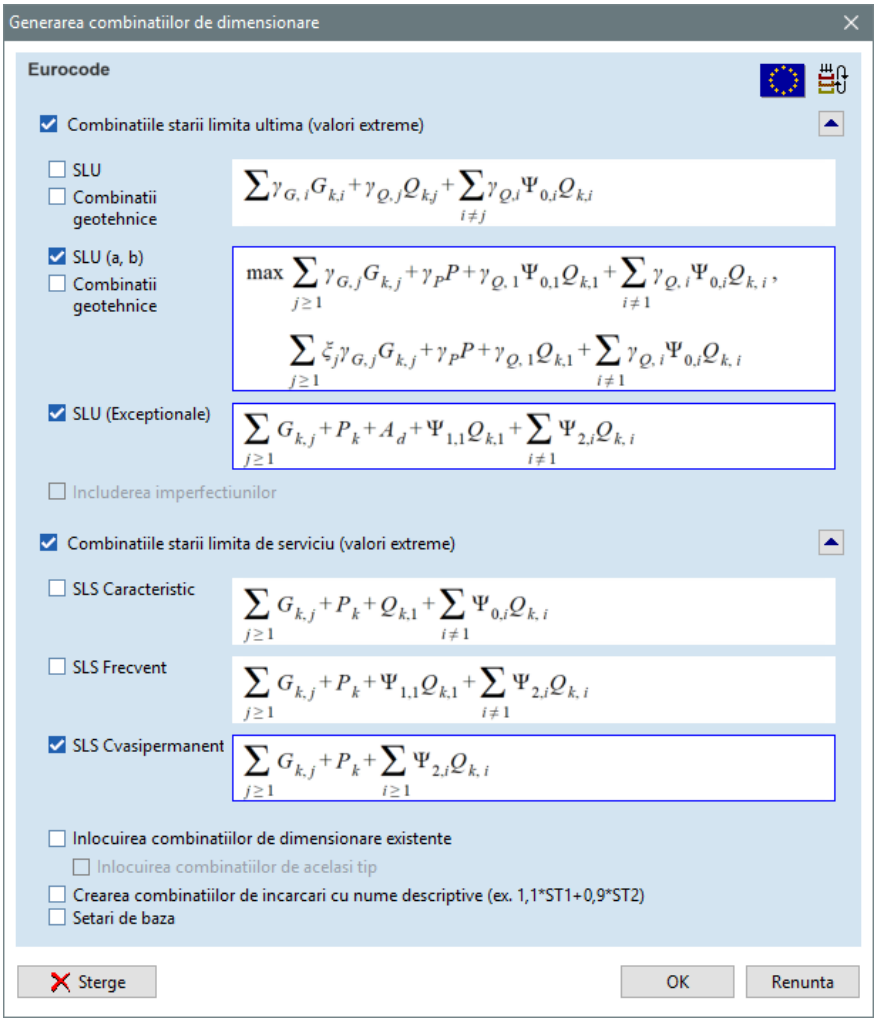
Cu această funcţie din ipotezele de încărcare definite se pot genera combinaţii de încărcări. La definirea unei combinaţii, fiecărei ipoteze de încărcare trebuie să i se asocieze un coeficient, în funcţie de măsura în care aceasta participă într-o combinaţie. Programul calculează combinaţiile însumând rezultatele ipotezelor (deplasări, eforturi, reacţiuni), multiplicate cu coeficienţii daţi. Dacă folosim coeficientul 0, ipotezele de încărcare respective nu vor participa în combinaţia respectivă.
Pentru a găsi cea mai defavorabilă combinaţie dintre combinaţiile personalizate, creaţi o învelitoare pentru combinaţii.
Combinaţiile de încărcări pot fi listate, definite şi şterse în funcţie de ipoteze sau de grupuri (a doua opţiune este mai uşor de înţeles).
În primul caz trebuie introdus un coeficient pentru fiecare ipoteză.
În cazul din urmă trebuie introdus câte un coeficient pentru fiecare grup de încărcări. Combinaţiile efective se vor genera utilizând aceşti coeficienţi şi în funcţie de proprietăţile grupului (ex.: Dacă ipoteza de încărcare dintr-un grup este exclusivă sau nu. Vezi capitoul anterior pentru detalii). Combinând grupuri de încărcări cu multe ipoteze poate rezulta un număr imens de combinaţii individuale.

☞ ***Nu este necesară generarea combinaţiilor de încărcări pentru determinarea combinaţiei de dimensionare.***
Dacă grupurile de încărcări sunt definite corect şi ipotezele de încărcare sunt în grupurile corecte, programul găseşte automat combinaţia de dimensionare în fiecare nod al structurii.
Există posibilitatea de a modifica, şterge sau crea o combinaţie nouă şi ulterior, după efectuarea calculelor. După modificarea tabelului de combinaţii, când se trece din nou la rezultate, programul generează automat şi rezultatele acestor combinaţii noi *(Se poate utiliza doar la rezultatele calculelor de ordinul I).*
În cazul modificării combinaţiilor de încărcare aferente analizei de ordinul II, rezultatele acestora se şterg.

Inserarea tabelului cu combinaţiile de încărcare în breviarul de calcul.

Inserarea combinaţiilor din memoria rapidă.
La căutarea valorilor minim/maxim sau la afişarea rezultatelor unui element se poate adăuga combinaţia respectivă în momoria rapidă (**Vezi detaliat...** 6.1.1 Valori minime şi maxime). Această iconiţă inserează aceste combinaţii în tabel.

Generarea şi încărcarea combinaţiilor de încărcare pe baza gruparilor de încărcare în tabelul combinaţiilor de dimensionare.



Opţiunea *Include imperfecţiuni* este activă doar în cazul în care modelul conţine o grupare de încărcări cu imperfecţiuni.

Dacă este activată opţiunea *Înlocuirea combinaţiilor de dimensionarea existente*, toate combinaţiile anterioare de dimensionare vir fi şterse şi vor fi înlocuite cu noile combinaţii. Dacă este activată opţiunea *Înlocuirea combinaţiilor de acelaţi* vor fi înlocuite doar combinaţiile tipului de combinaţie selectat ULS/SLS.

Prin bifarea opţiunii *Crearea combinaţiilor cu nume descriptiv* se schimbă numele combinaţiilor (ex. 1.1*ST1+0.9*ST2).

Combinaţii automate de încărcări

Programul creează toate combinaţiile posibile în funcţie de parametrii din grupările încărcărilor şi în funcţie de ecuaţiile standardului ales.

Combinaţiile de dimensionare în cazul standardelor Eurocod[RO], Eurocod, STAS, SIA 26x, DIN şi standardul italian sunt date de următoarele formule.

Pentru eforturi (ULS)

Permanent și accidental:

Eurocod

În cazul folosirii Eurocodului, programul utilizează combinații alternative de efecte în conformitate cu EN 1990: 2005 (6.10.a) și (6.10.b) pentru a genera combinații SLU, rezultând mai puține tensiuni, deplasări și, prin urmare, dimensionare mai economică.

$$\max\left\{\begin{array}{l}\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}G_{k,j}+\gamma_P P+\gamma_{Q,1}\Psi_{0,1}Q_{k,1}+\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\Psi_{0,i}Q_{k,i} \quad (6.10.a)\\ \sum_{j\geq 1}\xi_j\gamma_{G,j}G_{k,j}+\gamma_P P+\gamma_{Q,1}Q_{k,1}+\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\Psi_{0,i}Q_{k,i} \quad (6.10.b)\end{array}\right.$$

În unele țări (de exemplu, Austria), anexa națională nu permite utilizarea formulelor (6.10.a) și (6.10b). În acest caz, programul folosește următoarele combinații:

Eurocod(A), DIN, SIA26x, Cod de proiectare italian

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}G_{k,j}+\gamma_P P+\gamma_{Q,1}Q_{k,1}+\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\Psi_{0,i}Q_{k,i}$$

Coeficienți parțiali pentru acțiuni sau efectele acțiunilor:
Pentru a genera combinații geotehnice, se folosesc relațiile de mai sus. Factorii parțiali sunt selectați din grupurile de valori A1 și A2 din EN 1997-1: 2006 "A":

Acțiuni		Simbol	Set	
			A1	A2
Permanente	nefavorabile	γ_G	1,35	1,0
	favorabile		1,0	1,0
Variabile	nefavorabile	γ_Q	1,5	1,3
	favorabile		0	0

Notă: Valorile aplicabile în fiecare țară sunt enumerate în anexa națională a țării respective, dar nu sunt specificate în manual. Programul ia în considerare valorile din anexele naționale și standarde.

Coeficienții parțiali pentru verificarea la starea de echilibru limită (EQU):
Următorii factori parțiali sunt utilizați pentru evaluarea stărilor de echilibru limită (EQU) în conformitate cu anexa A din EN 1997-1: 2006

Acțiuni		Simbol	Valoare
Permanente	nefavorabile (destabilizatoare)	$\gamma_{G;dst}$	1,1
	favorabile (stabilizatoare)	$\gamma_{G;stb}$	0,9
Variabile	nefavorabile (destabilizatoare)	$\gamma_{Q;dst}$	1,5
	favorabile (stabilizatoare)	$\gamma_{Q;stb}$	0

Excepționale:

$$\sum G_{k,i}+P_k+A_d+\Psi_{1,j}Q_{k,j}+\sum_{i\neq j}\Psi_{2,i}Q_{k,i}$$

În cazul SIA:

$$\sum G_{k,i}+P_k+A_d+\sum\Psi_{2,i}Q_{k,i}$$

Seismice:

$$\sum G_{k,i}+P_k+A_{Ed}+\sum\Psi_{2,i}Q_{k,i}$$

În cazul standardului italian:

$$\sum G_k+P_k+\gamma_I\cdot E+\sum_i\left(\psi_{j,i}\cdot Q_{k,i}\right)$$

Unde:

γ_I	factor de importanţă
E	încărcare seismicăl
G_K	valoarea caracteristică a încărcărilor permanente
P_K	valoarea caracteristică a forţei de tensiune
Q_{Ki}	valoarea caracteristică a încărcărilor variabile
ψ_{ji}	ψ_{2i} (ULS) factorul combinaţiei pentru valoarea cvasipermanentă Q_i
ψ_{0i}	(DLS) factorul combinaţiei pentru valoarea rară Q_i

Pentru deplasări (SLS)

Rare (SLS1):

$$\sum G_{k,i} + P_k + Q_{k,j} + \sum_{i \neq j} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Dese (SLS2):

$$\sum G_{k,i} + P_k + \Psi_{1,j} Q_{k,j} + \sum_{i \neq j} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Cvasipermanente (SLS3):

$$\sum G_{k,i} + P_k + \sum \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Combinaţia de dimensionare este selectată automat în funcţie de eforturi sau deplasări. Este posibilă setarea modului de combinare atât în cazul combinaţiilor ULS cât şi în cazul combinaţiilor SLS. Combinaţia de dimensionare pentru deplasări depinde de tipul structurii modelate. Daţi clic pe *Parametri de afişare a rezultatelor* din *Statică* iar în fereastra respectivă se pot seta tiputile de combinaţii ULS şi SLS dorite.

STAS COD DE PROIECTARE. BAZELE PROIECTĂRII STRUCTURILOR ÎN CONSTRUCŢII, INDICATIV CR 0-2005

Stări limite ultime (SLU):

***Permanente şi variabile*:**

$$\sum \gamma_{Gi} G_{ki} + \gamma_{Qj} Q_{kj} + \sum_{i \neq j} \gamma_{Qi} \Psi_{0i} Q_{ki}$$

Seismice:

$$\sum G_{ki} + \gamma_I A_{Ed} + \sum \Psi_{2i} Q_{ki}$$

Stări limită de serviciu (SLS):

Gruparea caracteristică de efecte structurale:

$$\sum G_{ki} + Q_{kj} + \sum_{i \neq j} \Psi_{0i} Q_{ki}$$

Gruparea frecventă de efecte structurale:

$$\sum G_{ki} + \Psi_{1j} Q_{kj} + \sum_{i \neq j} \Psi_{2i} Q_{ki}$$

Gruparea cvasipermanentă de efecte structurale:

$$\sum G_{ki} + \sum \Psi_{2i} Q_{ki}\,, \qquad \sum G_{kj} + 0.6 \gamma_I A_{Ek} + \sum \Psi_{2i} Q_{ki}$$

EUROCODE Combinaţiile de dimensionare conform EUROCODE sunt calculate pe baza relaţiilor de mai jos:

Pentru eforturi (SLU)

Permanente şi variabile:

$$\sum \gamma_{Gi} G_{ki} + \gamma_{Qj} Q_{kj} + \sum_{i \neq j} \gamma_{Qi} \Psi_{0i} Q_{ki}$$

Excepţionale:

$$\sum G_{ki} + A_d + \Psi_{1j} Q_{kj} + \sum_{i \neq j} \Psi_{2i} Q_{ki}$$

Seismice:

$$\sum G_{ki} + \gamma_I A_{Ed} + \sum \Psi_{2i} Q_{ki}$$

Pentru deplasări (SLS)

Gruparea caracteristică de efecte structurale (SLS1):

$$\sum G_{ki} + Q_{kj} + \sum_{i \neq j} \Psi_{0i} Q_{ki}$$

Gruparea frecventă de efecte structurale (SLS2):

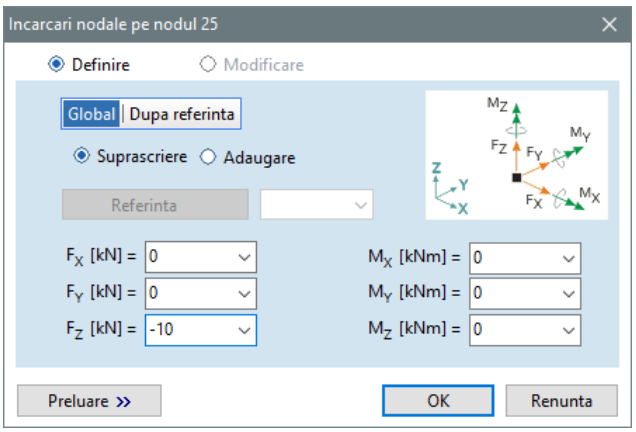
$$\sum G_{ki} + \Psi_{1j} Q_{kj} + \sum_{i \neq j} \Psi_{2i} Q_{ki}$$

Gruparea cvasipermanentă de efecte structurale(SLS3):

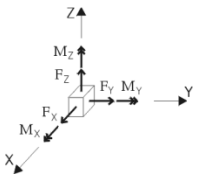
$$\sum G_{ki} + \sum \Psi_{2i} Q_{ki}$$

Generarea combinaţiilor de dimensionare din eforturi se face automat. Pentru determinarea deplasărilor aceasta depinde de tipul structurii. Pentru combinaţia potrivită se alege componenta deplasării, după care se aleg opţiunile din *Parametri de afişare a rezultatelor*.

4.10.3. Forţe concentrate în noduri



Definire Încărcările nodale se definesc cu cele şase componente F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z după direcţia axelor de coordonate globale. Pentru o încărcare cu referinţă (unde direcţia încărcării este dată de o referinţă) definiţi componenta *Fx* şi *Mx*. Dacă încărcarea se defineşte într-un nod în care deja există o încărcare, atunci se poate opta pentru adăugare sau suprascriere.



Modificare Încărcarea se poate selecta, deplasa, copia, modifica independent de nod.

Modificarea intensităţii încărcării

1. Selectaţi încărcarea pe care doriţi să o modificaţi
2. Daţi clic pe butonul Încărcare concentrată
3. Modificaţi parametrii doriţi

Modificarea locului încărcărilor

1. Selectaţi încărcările a căror poziţie doriţi să o modificaţi împreună.
2. Prindeţi o încărcare pe care deja aţi selectat-o ţinând apăsat butonul stâng al mausului.
3. Deplasaţi-o în poziţia dorită.
4. Daţi clic, sau apăsaţi pe un buton de comandă.

Ulterior putem deplasa şi pe un element de bară, zăbrea sau domeniu încărcarea poziţionată pe un nod.

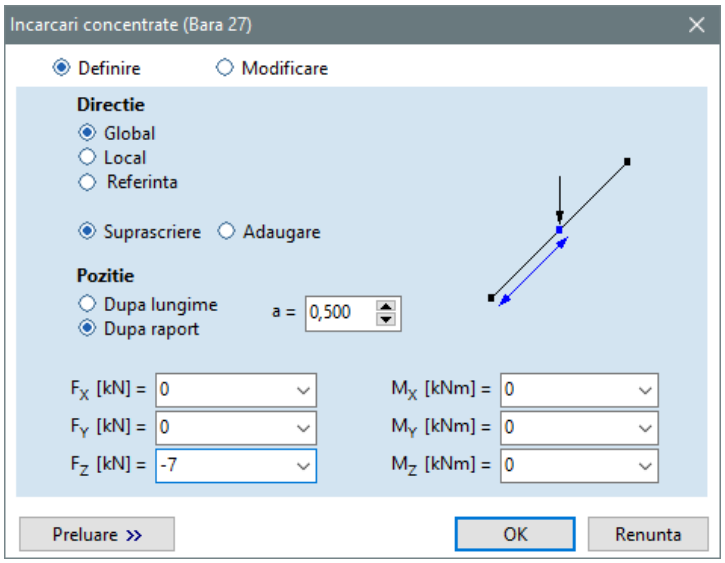
Semnul pozitiv coincide cu semnul pozitiv al sistemului de coordonate globale.

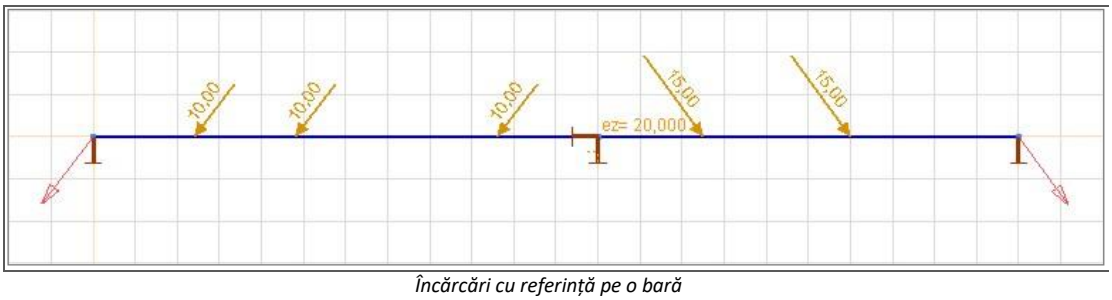
☞ ***Dacă nodul nu are posibilitate de deplasare liberă în direcţia componentei încărcării (gradul de libertate corespunzător este blocat), nu va avea efect asupra structurii.***

Forţele concentrate aplicate în noduri sunt reprezentate cu săgeţi galbene iar momentele încovoietoare concentrate cu săgeţi duble de culoare verde.

4.10.4. Forţe concentrate pe bare

Încărcările concentrate şi momentele pe bare sau nervuri se definesc cu cele şase componente F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z după direcţia axelor de coordonate globale sau locale. Pentru o încărcare cu referință (unde direcția încărcării este dată de o referință) definiți componenta *Fx* și *Mx*. Referința poate fi selectată din listă sau selectată din vedere (dacă este activă reprezentarea referin-țelor, vezi 2.16.18 Opţiuni de reprezentare





Încărcări cu referință pe o bară

Dacă încărcarea se defineşte într-o secţiune în care deja există o încărcare atunci se poate opta pentru adăugare sau suprascriere.

Încărcarea, independentă de bară, o putem selecta, deplasa, copia, modifica. Modificarea se produce identic ca şi la modificarea încărcării nodale.

☞ ***Dacă nu este selectat tot elementul structural (doar elementele finite), încărcările vor fi interpretate în sistemul local al elementului finit. În acest caz încărcarea respectivă va fi aplicată tuturor elementelor finite selectate.***

Forţele concentrate sunt notate cu săgeţi galbene iar momentele încovoietoare concentrate cu săgeţi duble de culoare verde.

Interpretarea încărcărilor nervurilor excentrice

În cazul nervurilor excentrice, axa reală a nervurii nu este aceeași cu axa care apare în modelul cu elemente finite: nervura poate fi alocată unei linii din domeniul unui plan sau unei linii independente considerând excentricitatea setată de utilizator. Încărcarea în nod poate fi alocată doar acestui element linie, nu axei reale a nervurii. Încărcarea dată este interpretată conform acestei funcționalități, momentul încovoietor dat de încărcările excentrice sunt de asemenea luate în considerare.
Următoarea figură arată două exemple, unde momentul încovoietor al componentei *Fx,d* este de asemenea luat în considerare folosind formula $M_{y,a} = F_{x,d} \cdot e$, în care "*e*" este excentricitatea nervurii. Indexul "*d*" indică încărcarea setată de utilizator, indexul "*a*" se referă la punctul real al încărcării.

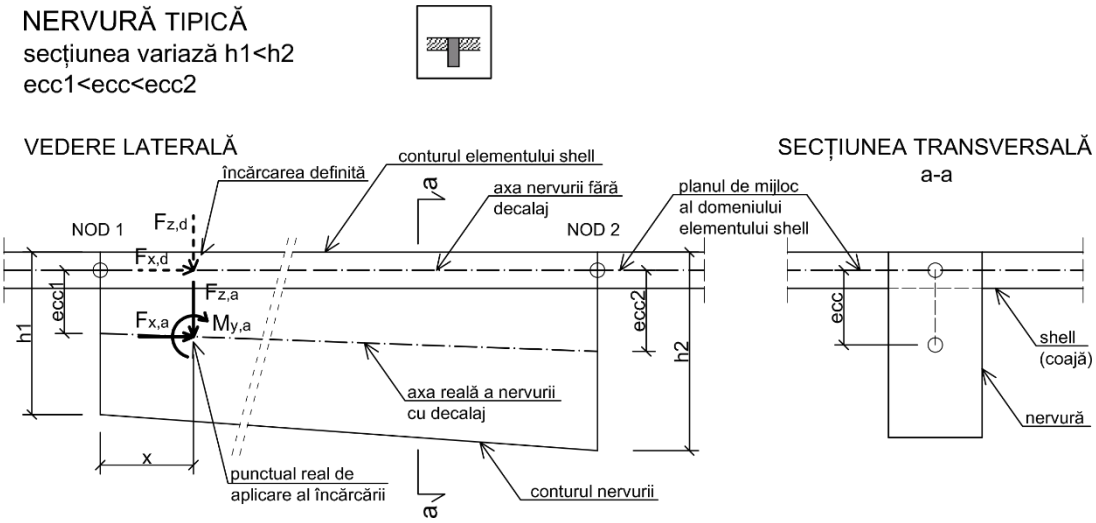


Figura de mai sus arată o nervură inferioară (planul superior al nervurii și planșeul sunt în același plan) cu secțiune variabilă, unde excentricitatea nervurii este ajustată automat la planul superior.

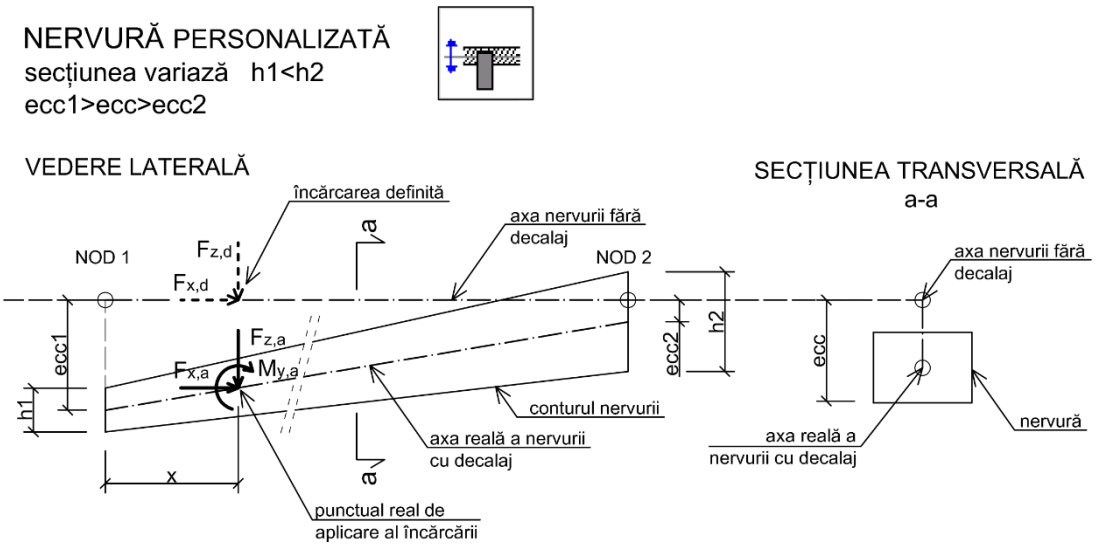


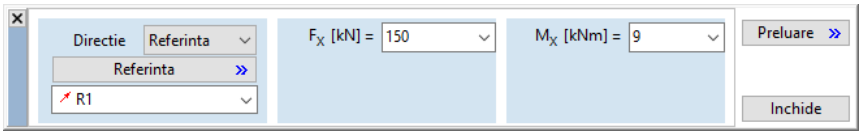
Figura de mai sus arată o nervură personalizată cu secțiune variabilă, unde excentricitatea punctelor de capăt (endpoints) sunt definite în mod unic.

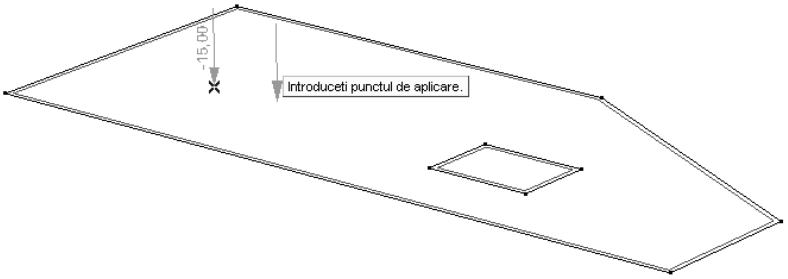
4.10.5. Forţe concentrate pe domeniu sau panou de încărcare

În poziţia actuală a cursorului se poate defini o forţă concentrată pe domeniu sau pe element finit. Programul determină tipul şi planul suprafeţei. Se pot defini numai încărcări concentrate care sunt compatibile cu suprafaţa.
Poziţia încărcărilor se poate da şi prin coordonate.
Cu ajutorul paletei de coordonate se aşează cursorul în poziţia corectă, după care cu ajutorul unui buton de comandă poziţionăm încărcarea.

Vezi... 4.7.2 Introducerea coordonatelor de la tastatură

Direcţia încărcării poate fi:
- paralelă cu sistemul global de coordonate
- paralelă cu sistemul local de coordonate al domeniului sau al elementului finit
- conform referinţei.





Modificare

Se poate modifica poziţia şi valoarea forţei concentrate deja existente.

Modificarea poziţiei

1. Se deplasează cursorul pe imaginea încărcării.
   (Lângă cursor o să apară simbolul încărcării)
2. Apăsând butonul din stânga al mausului se poate muta încărcarea.
3. Prin mişcarea mausului sau prin introducerea coordonatelor, încărcarea se poate muta în poziţia nouă.
4. Prin clic cu butonul din stânga al mausului încărcarea concentrată se muta în poziţia nouă.

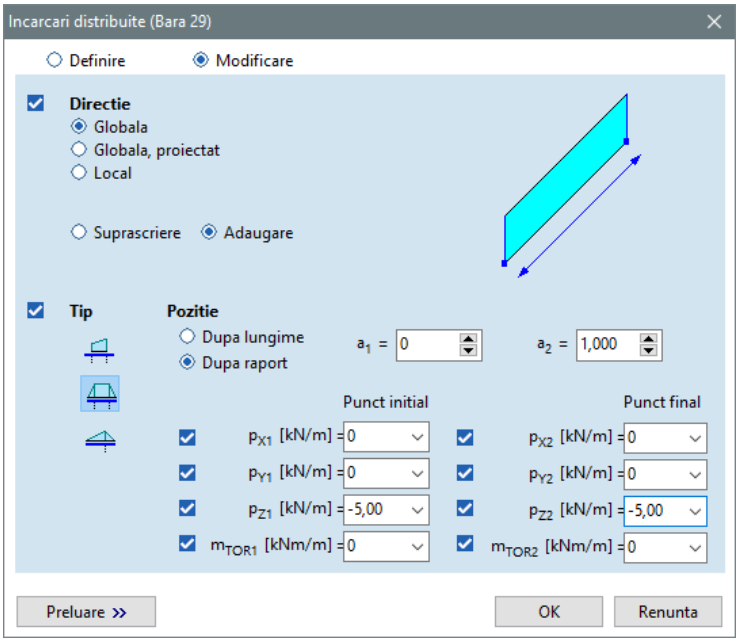
Modificarea valorii

1. Se deplasează cursorul pe imaginea încărcării.
2. Se apasă pe butonul din stânga a mausului.
3. În fereastra încărcării se modifică încărcarea.
4. Se închide fereastra de dialog a încărcării.

Modificarea încărcării se poate face şi în tabel.

☞ ***Încărcările definite pe domenii se păstrează şi la regenerarea reţelei de elemente finite.***

4.10.6. Încărcări distribuite pe bare şi nervuri

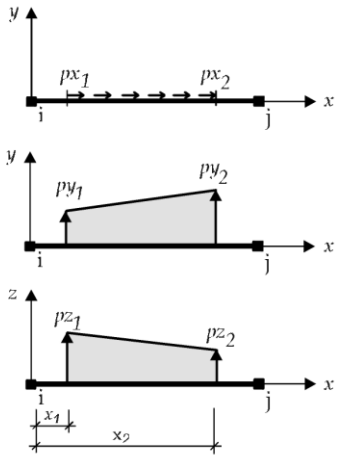


Încarcare pe bară

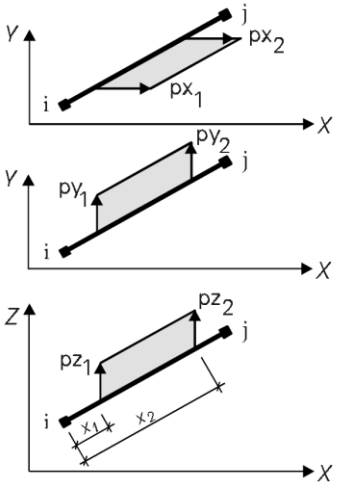
Pe barele selectate se pot defini încărcări distribuite (forţe şi moment de torsiune). Într-o ipoteză de încărcare, pe o bară se pot defini mai multe încărcări distribuite.
Încărcarea se poate selecta, deplasa, copia, modifica independent de bară/nervură. Modificarea se produce identic ca şi la modificarea încărcării nodale.

☞ ***Dacă nu este selectat tot elementul structural (doar elementele finite), încărcările vor fi interpretate în sistemul local al elementului finit. În acest caz încărcarea respectivă va fi aplicată tuturor elementelor finite selectate.***

ÎNCĂRCĂRI ÎN DIRECŢII LOCALE



ÎNCĂRCĂRI ÎN DIRECŢII GLOBALE



Parametrii care se dau:

Direcţia locală, globală, globală proiectată

Típ: dreptunghi

trapez

triunghi

Poziţia după raport, după lungime
Secţiunea 1: d_1 distanţa măsurată de la nodul *i*
Valoarea încărcării în secţiunea 1: p_{x1}, p_{y1}, p_{z1} [kN/m], m_{cs1} [kNm/m]
Secţiunea 2: d_2 distanţa măsurată de la nodul *i*
Valoarea încărcării în secţiunea 2: p_{x2}, p_{y2}, p_{z2} [kN/m], m_{cs2} [kNm/m]

Definit după raport $\rightarrow 0 \leq a_1 / a_2 \leq 1$.

Definit după lungime $\rightarrow 0 \leq b_1 < b_2 \leq L$ unde L [m] este lungimea barei.

Dacă tipul încărcării este *globală proiectată,* aceasta are valoarea: $p_b = p \sin \alpha$, unde α este unghiul între axa barei şi direcţia încărcării.

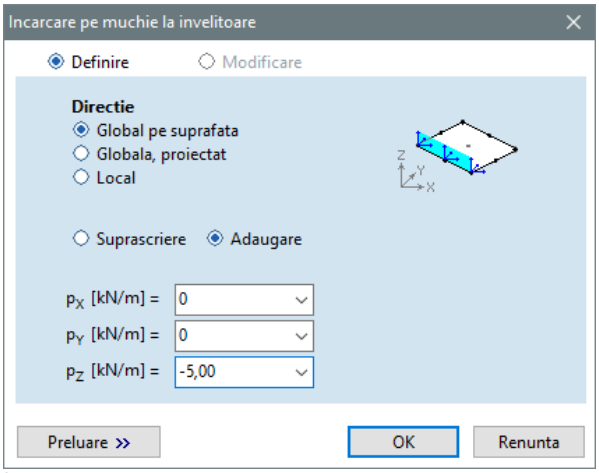
Modificarea încărcării liniare

Modificarea se face similar cu modificarea forţei concentrate.

Interpretarea încărcărilor nervurilor excentrice

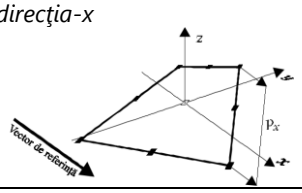
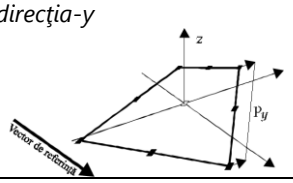
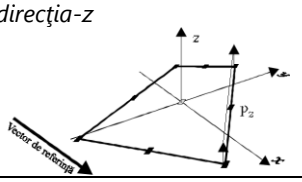
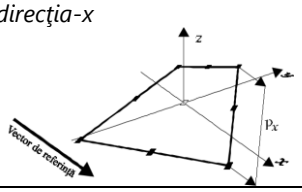
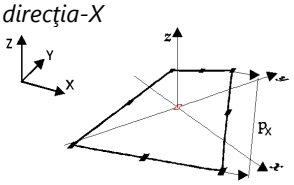
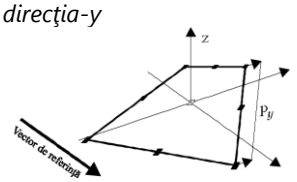
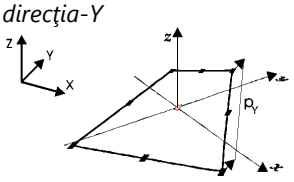
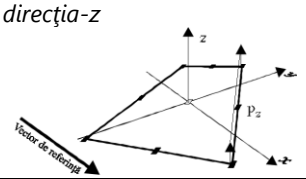
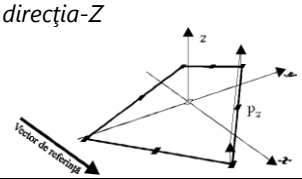
Încărcările distribuite liniar ale nervurilor excentrice sunt interpretate conform instrucţiunilor descrise în secunea 4.10.4. Forţe concentrate pe bare. În program, încărcările pot fi specificate numai în ceea ce priveşte axa afişată a nervurii (aceasta nu e axa reală a nervurii), dar în calcul, efectele excentrice ale acestor încărcări sunt de asemenea considerate cu excentricitatea specificată.

4.10.7. Încărcări uniform distribuite pe muchie



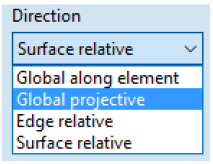
Încărcarea uniform distribuită pe muchie se defineşte pe muchia elementelor finite plane. În cazul învelitoarelor încărcarea se poate defini şi în proiecţia globală. Intensitatea încărcării este constantă în lungul muchiei.

În funcţie de tipul elementului finit, încărcarea poate fi

Tip	**În direcţia coordonatelor locale**	**În direcţia coordonatelor globale**
Şaibă	*direcţia-x* 	-
	direcţia-y 	-
Placă plană	*direcţia-z* 	-
Învelitoare	*direcţia-x* 	*direcţia-X* 
	direcţia-y 	*direcţia-Y* 
	direcţia-z 	*direcţia-Z* 

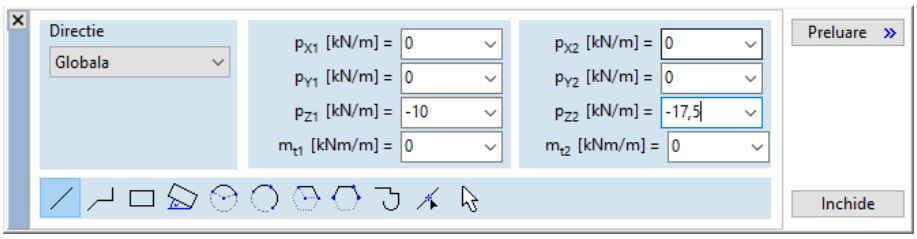
4.10.8. Încărcare liniară pe domeniu sau panou de încărcare

Aplică o încărcare liniară uniformă sau liniară distribuită pe un domeniu sau un panou de încărcare.

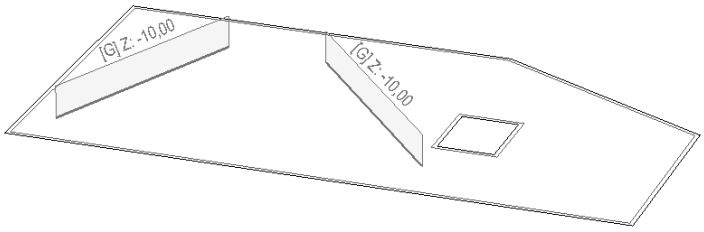


Direcția încărcării poate fi proiectată global, global de-a lungul elementului, relativă de margine sau relativă de suprafață.
m_x este întotdeauna momentul de torsiune (în jurul liniei de aplicare a sarcinii).
Setați componentele de încărcare și metoda de plasare, apoi desenați sarcina (sau faceți clic pe linii) pentru a o plasa.

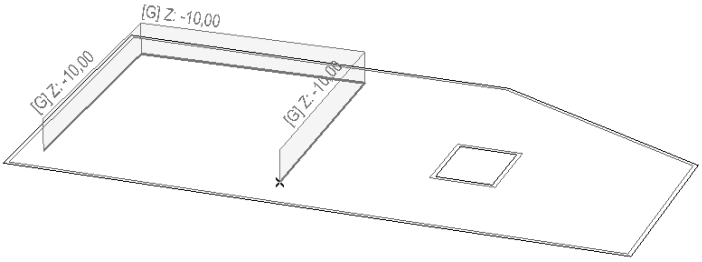
În cazul modului relativ Edge, sistemul local de coordonate al încărcării liniei urmărește direcția marginii specificate (linie, arc sau polilinie). Axa x este întotdeauna axa liniei specificate îndreptată spre direcția de desen. Axa z locală a sarcinii este paralelă cu axa z locală a domeniului. Atunci când așezați o sarcină de linie pe o margine existentă a modelului, verificați întotdeauna direcția de încărcare rezultată, deoarece direcția de trasare a liniei selectate nu poate fi determinată de la numerele de nod.
Dacă încărcarea liniei este definită ca suprafață relativă, atunci sistemul de coordonate locale al sarcinii (axele x, y și z) urmează sistemul local de coordonate al domeniului.



Definirea încărcării liniare pe domeniu între două puncte



Definirea încărcării liniare pe domeniu pe un poligon.



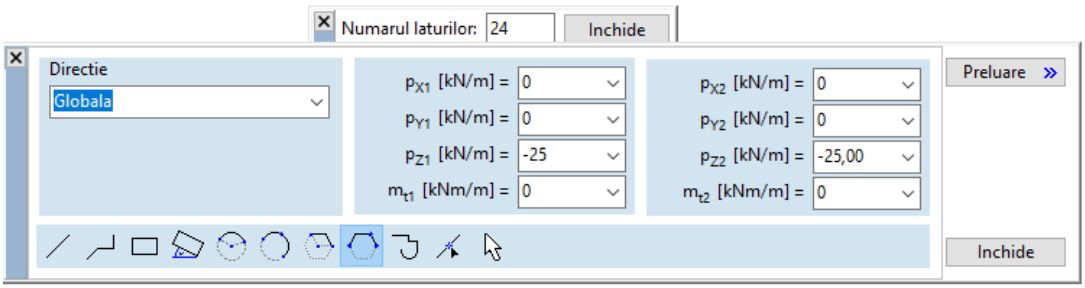
Încărcare pe conturul dreptunghiului

Încărcare pe conturul dreptunghiului rotit

Încărcare pe arcul definit prin centru şi rază

Încărcare pe arcul definit prin trei puncte

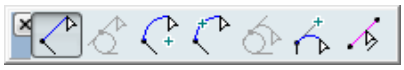
Numărul laturilor poligonalelor



Încărcare pe poligonul definit prin centru şi rază

Încărcare pe poligonul definit prin trei puncte

Încărcare pe poligon complex



La desenarea poligonului complex se pot alege funcţiile de pe o paletă. Aceste funcţii sunt următoarele: desenare linie, linie tangentă la arc, arc prin centru, arc prin punct, arc tangent la arc, arc definit prin tangentă şi adăugare linie la poligon.

Definirea încărcării liniare pe linie sau arc existent

Selectând linia sau arcul dintr-un domeniu, programul defineşte încărcarea liniară cu valoarea dată. Încărcarea este asociativă, dacă se mută conturul domeniului sau linia interioară, se mută şi încărcarea, sau dacă se şterge linia se şterge şi încărcarea.

Încărcare liniara pe baza selecţiei

Pe liniile selectate se vor aplica încărcările liniare cu intensitatea dată. Încărcarea este asociativă.

Modificare

Se poate modifica poziţia, punctul de rupere, valoarea încărcărilor deja poziţionate.

Modificarea poziţiei

1. Se deplasează cursorul pe imaginea încărcării
2. Apăsând butonul din stânga a mausului se poate muta încărcarea.
3. Prin mişcarea mausului sau prin introducerea coordonatelor încărcarea se poate muta în poziţia nouă.
4. Prin clic cu butonul din stânga al mausului încărcarea concentrată se mută în poziţia nouă.

Modificarea punctului de rupere

1. Deplasaţi cursorul deasupra punctului de rupere. (Lângă cursor o să apară simbolul punctului de colţ al încărcării.)
2. Ţinând apăsat butonul stâng al mausului, deplasaţi punctul de rupere.
3. Deplasând mausul sau definind o coordonată relativă, punctul de rupere al încărcării se deplasează la locul dorit.
4. Cu un clic cu butonul stâng al mausului, punctul de rupere va fi poziţionat la locul dorit.

Modificarea valorii

1. Se deplasează cursorul pe imaginea încărcării.
   (Lângă cursor apare simbolul încărcării.)
2. Se apasă pe butonul din stânga a mausului.
3. În fereastra încărcării se modifica încărcarea.
4. Se închide fereastra de dialog a încărcării.

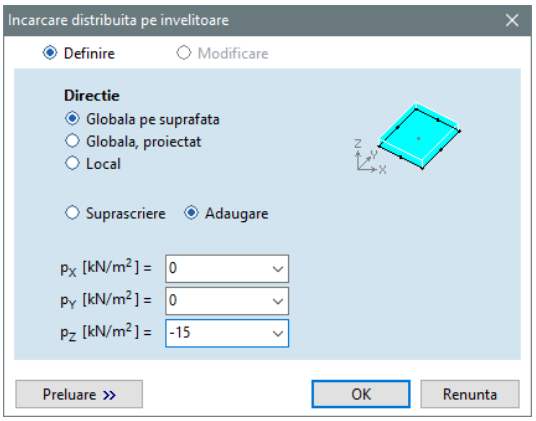
Modificarea încărcării se poate face şi în tabel. În tabel se poate modifica şi forma liniei de distribuţie a încărcării.

Ştergere

Selectaţi încărcările pe care doriţi să le ştergeţi, apoi apăsaţi tasta **Delete**.

☞ ***Încărcările definite pe domenii se păstrează şi la regenerarea reţelei de elemente finite.***

4.10.9. Încărcări uniform distribuite pe suprafaţă



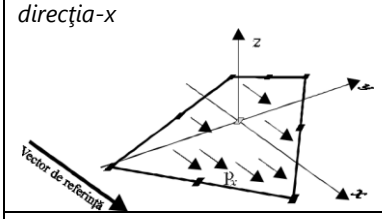
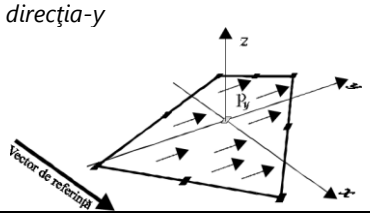
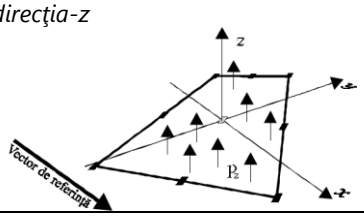
Încărcarea de suprafață poate fi aplicată pe elemente finite de suprafață, domenii și panouri de încărcare.

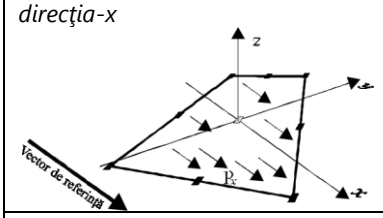
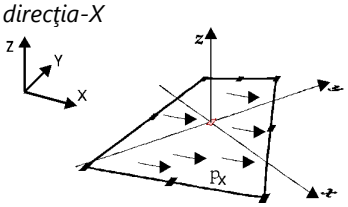
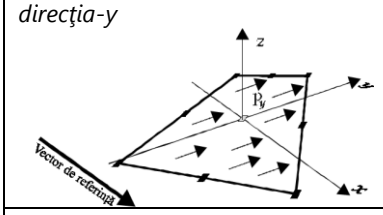
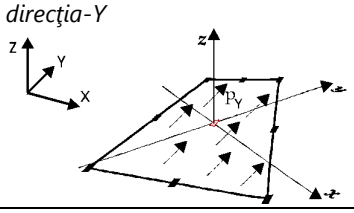
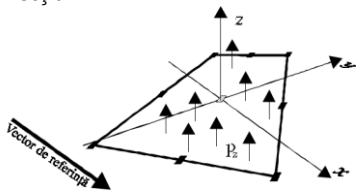
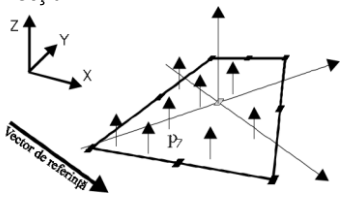
Intensitatea încărcării uniform distribuite pe un element de suprafaţă este constantă.

Încărcările uniform distribuite pe suprafaţă se pot defini pe elemente finite de suprafaţă şi domenii.

☞ ***Încărcările definite pe domenii se păstrează şi la regenerarea reţelei de elemente finite.***

În funcţie de tipul elementului finit de suprafaţă încărcările pot fi:

Tip	În direcţia coordonatelor locale	În direcţia coordonatelor globale
Şaibă	*direcţia-x* 	-
	direcţia-y 	-
Placă plană	*direcţia-z* 	-

Tip	În direcţia coordonatelor locale	În direcţia coordonatelor globale
Învelitoare	*direcţia-x* 	*direcţia-X* 
	direcţia-y 	*direcţia-Y* 
	direcţia-z 	*direcţia-Z* 

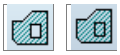
4.10.10. Încărcare de suprafaţă independentă de reţea

Încărcare de suprafaţă independentă de reţea pe un domeniu sau panou de încărcare.
Cu ajutorul funcţiei este posibilă aplicarea încărcărilor de suprafaţă pe domeniu independent de reţea.

Se pot introduce numai încărcări care pot fi definite pe domeniul respectiv.
şaibă: se poate aplica încărcare numai în planul domeniului
placă: se poate aplica încărcare perpendiculară pe planul domeniului
învelitoare: se poate aplica încărcare pe orice direcţie

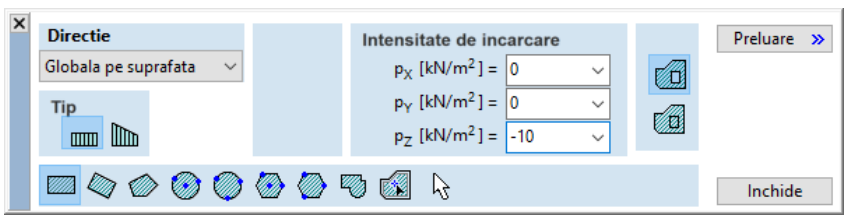
Panourile de încărcare acceptă încărcări pe orice direcție, dar dacă încărcările sunt transferate la plăci, șaibe sau
învelitoare, se aplică limitările de mai sus.
Încărcarea poate fi după direcţia: globală pe suprafaţă, globală proiectată sau locală pe suprafaţă.
Intensitatea încărcării poate fi constantă sau liniară.
Se poate seta ca încărcarea să fie aplicată şi pe goluri acoperite.

Tratarea golurilor



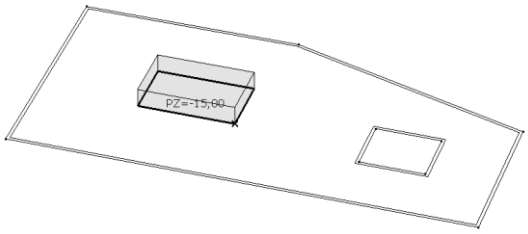
Se poate seta ca încărcările pe goluri să nu fie luate în considerare sau să fie luate ca şi încărcări pe muchia golului.

Intensitate constantă



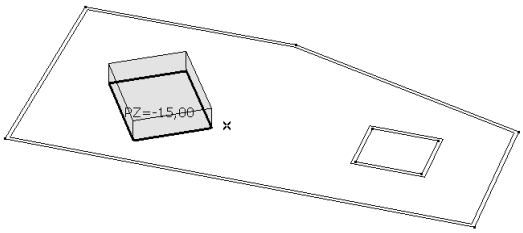
Pentru definirea unei încărcări parcurgeţi următorii paşi:

Încărcare dreptunghiulară



1. Introduceţi intensitatea încărcării în fereastra de dialog (p_x, p_y, p_z)
2. Definiţi punctele de capăt ale diagonalei dreptunghiului grafic sau cu ajutorul coordonatelor. Funcţia este aplicabilă numai în planul principal.

Încărcare de formă dreptungi rotit



1. Introduceţi intensitatea încărcării în fereastra de dialog (p_x, p_y, p_z)
2. Definiţi trei colţuri ale dreptunghiului înclinat - grafic sau cu ajutorul coordonatelor.

Încărcare de formă poligonală

1. Introduceţi intensitatea încărcării în fereastra de dialog (p_x, p_y, p_z)
2. Definiţi colţurile poligonului grafic sau cu ajutorul coordonatelor.
   Dacă definirea poligonului se efectuează cu ajutorul coordonatelor, după ultimul punct apăsaţi tasta de comandă.
   Dacă definirea poligonului se defineşte grafic, închiderea poligonului se efectuează prin clic la primul punct al poligonului, sau prin apăsarea tastei de comandă.

Încărcare cu forma de disc definit prin centru şi rază

Încărcare cu forma de disc definit prin trei puncte

Încărcare poligonala definită prin centru şi rază

Încărcare poligonala definita prin trei puncte

Încărcare de forma complexa

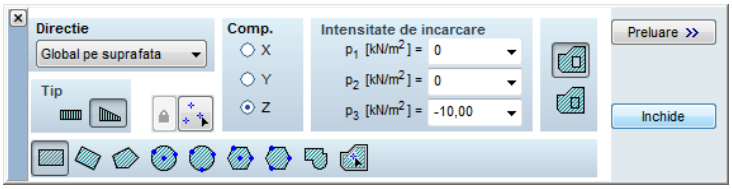
La desenarea poligonului complex se pot alege funcţiile de pe o paletă. Aceste funcţii sunt următoarele: desenare linie, linie tangenta la arc, arc prin centru, arc prin punct, arc tangent la arc, arc definit prin tangentă şi adăugare linie la poligon.

Încărcare uniform distribuită pe tot domeniul

1. Introduceţi intensitatea încărcării în fereastra de dialog (p_x, p_y, p_z)
2. Daţi clic pe domeniu

Încarcă tot domeniul cu o încărcare de intensitate dată. Încărcarea astfel definită este asociată domeniului. Dacă modificaţi conturul domeniului, automat conturul încărcării va urmări conturul domeniului.
Pe un domeniu se poate aplica o singură încărcare. Ultima încărcare definită suprascrie încărcarea definită anterior.

Intensitate liniar variabilă



Planul încărcării distribuite pe domeniu se defineşte prin trei puncte (p_1, p_2, p_3). Aceste puncte le vom numi puncte de referinţă ale intensităţii încărcării. Punctele de referinţă pot fi amplasate oriunde în planul elementului încărcat. Dacă doriţi să ataşaţi pentru mai multe încărcări aceleaşi puncte de referinţă, atunci ca la primul pas scrieţi intensităţile p_1, p_2, p_3, definiţi punctele de referinţă, după care cu butonul lacăt blocaţi valorile. După aceasta definiţi conturul încărcării.

Definirea punctul de referinţă al intensităţii încărcării

Blocarea/deblocarea punctelor de referinţă

Încărcare dreptunghiulară

1. Introduceţi intensitatea încărcării în fereastra de dialog (p_1, p_2, p_3).
2. Definiţi punctele de capăt ale diagonalei dreptunghiului grafic sau cu ajutorul coordonatelor. Funcţia este aplicabilă numai în planul principal.
3. Definiţi poziţia lui p_1, p_2, p_3 grafic sau cu ajutorul coordonatelor.

Încărcare de formă dreptunghi rotit

1. Introduceţi intensitatea încărcării în fereastra de dialog (p_1, p_2, p_3).
2. Definiţi punctele de capăt ale diagonalei dreptunghiului grafic sau cu ajutorul coordonatelor.
3. Definiţi poziţia lui p_1, p_2, p_3 grafic sau cu ajutorul coordonatelor.

Încărcare de formă poligonală

1. Introduceţi intensitatea încărcării în fereastra de dialog (p_1, p_2, p_3).
2. Definiţi grafic sau cu ajutorul coordonatelor colţurile poligonului.
   Dacă definirea poligonului se efectuează cu ajutorul coordonatelor, după ultimul punct apăsaţi tasta de comandă.
   Dacă definirea poligonului se defineşte grafic, închiderea poligonului se efectuează prin clica pe primul punct al poligonului sau prin apăsarea tastei de comandă.
3. Definiţi poziţia lui p_1, p_2, p_3 grafic, sau cu ajutorul coordonatelor.

Încărcare uniform distribuită pe tot domeniul

1. Introduceţi intensitatea încărcării în fereastra de dialog (p_1, p_2, p_3).
2. Daţi clic pe domeniu.
3. Definiţi poziţia lui p_1, p_2, p_3 grafic, sau cu ajutorul coordonatelor.

Pe un domeniu puteţi defini doar o singură încărcare, ultima încărcare definită suprascrie încărcarea definită anterior.

Modificare

Locul, punctul de colţ, intensitatea încărcării de suprafaţă independent de reţea se poate modifica în felul următor:

Modificarea locului încărcării

1. Deplasaţi cursorul pe deasupra conturului încărcării (lângă cursor apare simbolul încărcării).
2. Deplasaţi, ţinând apăsat butonul stâng al mausului.
3. Prin deplasarea mausului sau cu ajutorul coordonatelor relative deplasaţi încărcarea la locul dorit.
4. Făcând clic cu butonul stâng al mausului sau prin apăsarea unui buton de comandă încărcarea va fi poziţionată la locul dorit.

Modificarea punctului de colţ al încărcării

1. Deplasaţi cursorul pe punctul de colţ al încărcării (lângă cursor apare simbolul punctului de colţ al încărcării).
2. Deplasaţi, ţinând apăsat butonul stâng al mausului.
3. Prin deplasarea mausului sau cu ajutorul coordonate relative definiţi poziţia nouă a punctului de colţ.
4. Făcând clic cu butonul stâng sau cu ajutorul unui buton de comandă punctul de colţ se va deplasa în poziţia nouă.

Modificare intensităţii încărcării

1. Deplasaţi cursorul pe deasupra conturului încărcării (lângă cursor apare simbolul încărcării).
2. Daţi clic cu butonul stâng al mausului.
3. Pe fereastra corespunzătoare schimbaţi valoarea încărcării.
4. Închideţi fereastra cu ajutorul butonului Modificare

Putem selecta şi modifica împreună mai multe încărcări de acelaşi tip.

Modificarea valorii de încărcare se poate efectua şi în tabelul de încărcări, modificând valoarea dorită. Aici se poate modifica şi forma poligonului de încărcare.

Ştergere Selectaţi încărcările pe care doriţi să le ştergeţi, apoi apăsaţi tasta **Delete**.

☞ ***Încărcarea ataşată la domeniu va rămâne şi după regenerarea reţelei de element finit.***

4.10.11. Încărcare de suprafaţă distribuită pe elemente de linie

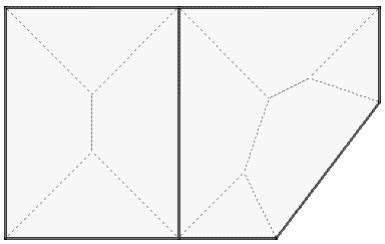
Încărcare de suprafaţă uniform distribuită se poate defini pe zăbrea, bară să nervură (în cazul elemente de zăbrea încărcarile sunt generate în nodurile structurii).

Etapele definirii:

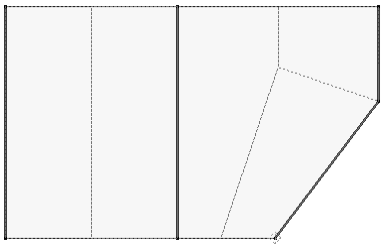
1. **Se activează funcţia**

   Se afişează o fereastră de dialog în care se poate opta pentru ca să fie încărcate toate barele sau numai cele selectate.

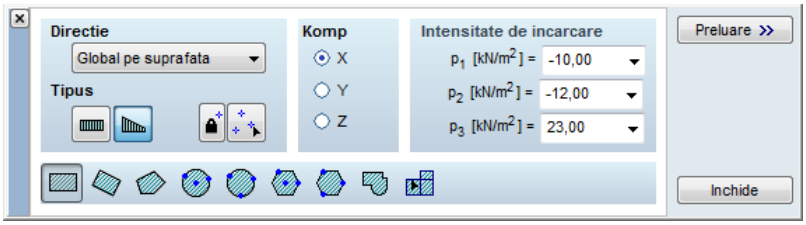
Pentru opţiunea ***Automat*** se vor încărca toate zăbrelele, barele şi nervurile (după definirea încărcării dacă se definesc nervuri sau bare noi şi acestea vor participa la preluarea încărcării).



Pentru opţiunea ***Pe elementele selectate*** se afişează bara de selecţie cu care se selectează elementele care se vor încărca. Barele sau nervurile definite ulterior nu vor participa la preluarea încărcării.



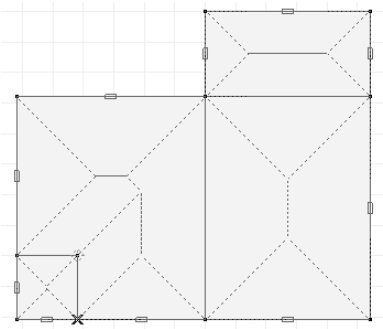
2. **Definirea încărcării**
   Etapele sunt identice cu 4.10.10 Încărcare de suprafaţă independentă de reţea). Intensitatea poate fi constantă sau liniar variabilă.



Direcţia încărcării poate fi: globală pe suprafaţă, globală proiectată sau locală.
În aceste cazuri direcţiile locale rezultă ca şi direcţiile locale pentru domenii **vezi...** 4.9.21 Referinţe

Intensitatea încărcării: se completează câmpul (p_X, p_Y, p_Z)

Schema încărcării poate fi: dreptunghi, dreptunghi rotit sau poligon. Încărcarea poate fi şi asociativă. În acest caz se vor selecta liniile care formează un poligon. Încărcarea se modifică odată cu modificarea conturului.



Cu funcţia *Editare/Convertirea încărcărilor de suprafaţă distribuite pe bare,* încărcările de suprafaţă distribuite se pot converti în încărcări liniare.

4.10.12. Panouri de încărcare

Pentru a defini încărcări din vânt sau zăpadă, trebuie să definim panouri de încărcare pe structură. Panourile de încărcare sunt suprafeţe care preiau încărcări şi sunt utilizate în aplicarea încărcărilor din zăpadă sau vânt pe structură. Singura funcţie a panourilor este de a distribui încărcările pe domeniile, barele şi nervurile de sub panou. Se pot selecta barele şi nervurile care preiau încărcari de pe panou dar toate domeniile de sub panou vor prelua încărcări.
Pentru definirea panourilor trebuie să definiţi forme sau să selectaţi domenii sau conturul unei zone. Selectaţi o funcţie din fereastra de instrumente.

Instrumente pentru forme

Dreptunghi

Dreptunghi rotit

Cerc definit prin centru şi două puncte

Cerc prin trei puncte

Poligon definit prin centru şi două puncte

Poligon prin trei puncte

Poligon complex

Instrumente speciale

Selectarea domeniilor

Acoperirea domeniilor selectate cu panouri de încărcare. Prin selectarea domeniilor se pot crea panouri de încărcare pe acele domenii.

Această comandă crează panou de încărcare pe baza liniilor selectate

Metode de distribuire a încărcărilor

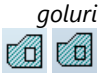
Selectaţi această opţiune pentru distribuirea încărcărilor pe toate domeniile, barele şi nervurile de sub panou.

Încărcarea este distribuită pe toate domeniile și pe barele și nervurile selectate.
Încărcările de pe panourile de încărcare pot fi distribuite și pe noduri.
Încărcările pot fi distribuite și pe noduri, bare sau nervuri din afara planului panoului de încărcare doar proiecția lor pe panoul de încărcare să fi în interiorul conturului panoului. În acest caz încărcările sunt distribuite pe segmentele proiectate dar vor acționa în poziția elementului.

Încărcarea este distribuită pe domeniile selectate și pe barele și nervurile selectate.

Programul distribuie încărcările pe **toate domeniile** de sub panou, dar numai pe **barele și nervurile din detaliul activ**.

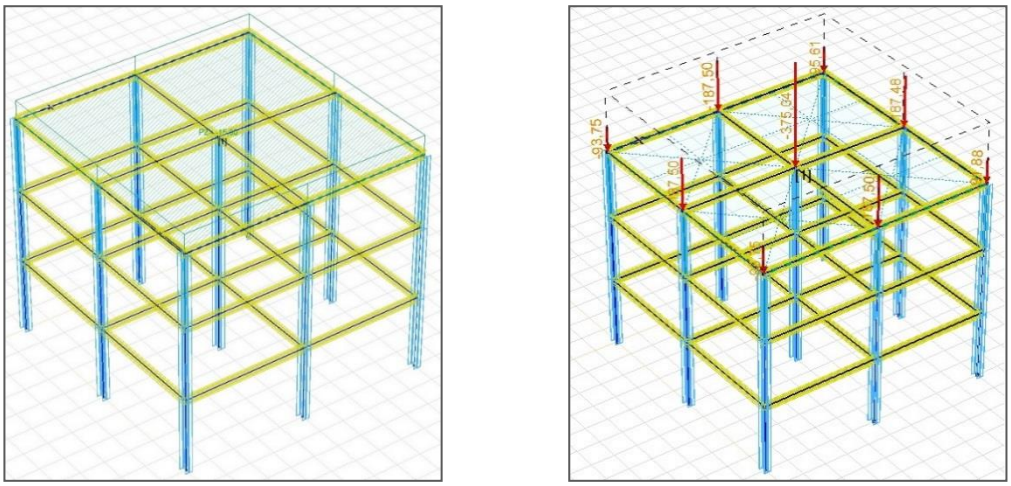
Opțiuni de încărcare pentru goluri



Dacă selectăm prima iconiță, panoul de încărcare nu va lua în considerare încărcările din aria golurilor (goluri reale). Dacă selectăm inconița a doua, panoul de încărcare va lua în considerare și va distribui încărcările din aria golurilor (ferestră).

Încărcările de pe panourile de încărcare selectate pot fi convertite în încărcări unice, **vezi...** 3.2.19 Convertirea încărcărilor de pe panourile de încărcare selectate în încărcări individuale

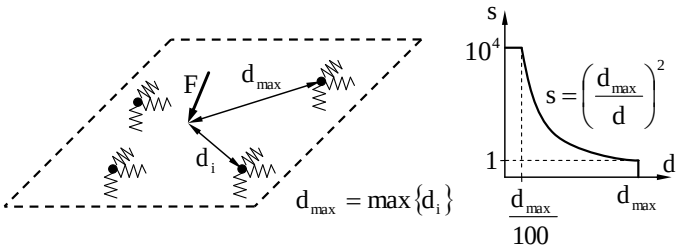
☞ ***Barele / nervurile / domeniile selectate pot fi în afara planului panoului de încărcare.***
Dacă sunt selectate mai multe domenii și conturil lor proiectat pe panoul de încărcare se suprapune, încărcarea va fi transferată doar pe domeniul mai apropiat panoului de încărcare.



Forțe concentrate pe stâlpi din distribuția încărcărilor din panoul de încărcare

Metode de distribuție

Atunci când sarcina concentrată este distribuită, modelul este ca și cum sarcina care urmează să fie distribuită acționează pe o foaie rigidă care este susținută de trei arcuri în punctele de distribuție. Rigiditatea arcului este aceeași în toate cele trei direcții, iar valoarea acestora scade pătrat cu departarea de la punctul de acționare a forței. Reducerea rigidității arcului asigură descompunerea încărcărilor.



Încărcările distribuite pe linii sunt convertite în serii de încărcări nodale iar încărcările nodale sunt distribuite cu metoda de mai sus. Încărcările de suprafață sunt distribuite conform metodei din cap. 4.10.11 Încărcare de suprafaţă distribuită pe elemente de linie

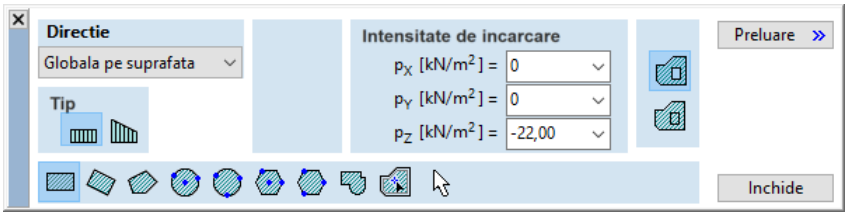
Definirea încărcărilor

Panourile de încărcare dacă sunt încărcate cu încărcări nodale, liniare sau de suprafață, se comportă ca și domeniile. De exemplu:

Selectăm comanda de încărcare distribuită din fereastra *Încărcări*!

În fereastra apărută selectăm *Încărcarea distribuită pe domeniu*!

Se pot selecta mai multe panouri de încărcare sau domenii, încărcarea se va aplica pe aceste elemente.



4.10.13. Încărcare din zăpadă – modul SWG

Standarde de bază

Încărcările din zăpadă sunt generate automat în program, conform regulilor a diverse normative și anexele aplicabile. Sunt enumerate mai jos standardele pentru care programul poate genera automat încărcările din zăpadă. Sunt de asemenea afișate și standardele naționale care au servit ca bază de calcul pentru normativul dat.

Eurocod general	EN 1991-1-3:2003 (EC 1-3) Eurocode 1 Action on Structures Part 1-3 General Actions – Snow loads
EC Nemțesc	EN 1991-1-3:2003 DIN EN 1991-1-3/NA December 2010
NTC Italian	EN 1991-1-3:2003 UNI EN 1991-1-3/NA 2007 iulie NTC 2018
EC Olandez	EN 1991-1-3:2003 NEN EN 1991-1-3/NB November 2007
EC Unguresc	EN 1991-1-3:2003 MSZ EN 1991-1-3/NA
EC Românesc	CR 1-1-3/2012 Conform cu SR EN 1991-1-3
EC Ceh	EN 1991-1-3:2003 CSN EN 1991-1-3/NA July 2012
EC Slovac	*EN 1991-1-3:2003* *STN EN 1991-1-3/NA December 2004*
EC Polonez	EN 1991-1-3:2003 PN EN 1991-1-3/NA September 2005
EC Danez	EN 1991-1-3:2003 EN 1991-1-3 DK NA November 2007
EC Belgian	*EC 1991-1-3:2003* NBN EN 1991-1-3/ANB Octombrie 2007
EC Finlandez	EN 1991-1-3:2003 SFS-EN 1990-1-3/NA 2007. noiembrie
Elvețian	SIA261:2003 Einwirkungen auf Tragwerke SIA261/1:2003 Ergänzende Festlegungen

Ipoteze Limite de aplicabilitate

Aplicabilitatea algoritmului în program este limitată de aplicabilitatea specificațiilor din standardele pe care se bazează. Mai jos este o listă a unor limitări pentru fiecare normativ în parte.

Eurocod general

- Algoritnul generează încărcări din zăpadă pe acoperișul structurilor. Nu este recomandată utilizarea acestui algoritm pentru alte tipuri de structuri, cum sunt podurile.
- Algoritmul este aplicabil pe multiple geometrii de acoperiș. Ia în considerare efectul aglomerării de zăpadă cauzată de atic sau de pereți. Nu ia în considerare efectul aglomerării locale de zăpadă cauzată de panouri îndepărtate și nu sete recomandată utilizarea acestui algoritm în cazul structurilor complexe, unde se poate astepta la un astfel de efect ce poate avea influențe semnificative asupra încărcării. Luați aminte, că nici EC 1-3 nu detaliează calculul pentru acest caz.
- Altitudinea construcției < 1500 m.
- Nu este luată în considerare impactul căderii zăpezii de pe un acoperiș superior; încărcarea din zăpadă este o încărcare statică.
- Nu este luată în considerare încărcarea din gheață.
- Nu este luată în considerare încărcarea laterală din zăpadă.
- Nu sunt luate în considerare aglomerările excepționale de zăpadă prescrise în Anexa B.
- Nu este considerată distribuția încărcărilor excepționale din zăpadă.
- Se presupune că nu este prevenită alunecarea zăpezii de pe acoperiș

Eurocod general

- Aglomerarea de zăpadă cauzată de trucții înalte învecinate este luată în considerare și sunt luate în considerare proiecții mai reduse pe acoperiș.
- Nu este luată în considerare zăpada care iasă în consolă peste marginea acoperișului.
- Nu este luată în considerare încărcarea din zăpadă de pe opritori.
- Programul poate genera încărcare de zăpadă corespunzătoare oricărei perioade de recurență arbitrare.

EC Nemțesc

- Deoarece calculul se bazează pe eurocodul general, limitele prezentate acolo se aplică și pentru acest standard odată cu extensiile/modificările menționate mai jos
- Nu este implementată metodologia din 5.3.4 pentru acoperișuri in patru ape, deoarece conduce la o generare ambiguă a încărcărilor in 3D.
- Este luată în considerare zăpada excepțională cu aceeași distribuție.

NTC Italian

- Deoarece calculul se bazează pe eurocodul general, limitele prezentate acolo se aplică și pentru acest standard.

EC Olandez

- Deoarece calculul se bazează pe eurocodul general, limitele prezentate acolo se aplică și pentru acest standard odată cu extensiile/modificările menționate mai jos
- Nu există altitudini de peste 1500 m în Olanda, nu se aplică această limitare pe altitudine

EC Unguresc

- Deoarece calculul se bazează pe eurocodul general, limitele prezentate acolo se aplică și pentru acest standard.

EC Românesc

- Deoarece calculul se bazează pe eurocodul general, limitele prezentate acolo se aplică și pentru acest standard.

EC Ceh

- Deoarece calculul se bazează pe eurocodul general, limitele prezentate acolo se aplică și pentru acest standard.

EC Slovac

- Deoarece calculul se bazează pe eurocodul general, limitele prezentate acolo se aplică și pentru acest standard.
- Este luată în considerare zăpada excepțională cu aceeași distribuție.

EC Polonez

- Deoarece calculul se bazează pe eurocodul general, limitele prezentate acolo se aplică și pentru acest standard.

EC Danez

- Deoarece calculul se bazează pe eurocodul general, limitele prezentate acolo se aplică și pentru acest standard.

EC belga

- Deoarece calculul se bazează pe eurocodul general, limitele prezentate acolo se aplică și pentru acest standard odată cu extensiile/modificările menționate mai jos
- Nu există altitudini de peste 1500 m în Belgia, nu se aplică această limitare pe altitudine

EC Finlandez

- Deoarece calculul se bazează pe Eurocodul general, limitele prezentate acolo se aplică și pentru acest standard.

Elvețian

- Algoritnul generează încărcări din zăpadă pe acoperișul structurilor. Nu este recomandată utilizarea acestui algoritm pentru alte tipuri de structuri, cum sunt podurile.
- Algoritmul este aplicabil pe multiple geometrii de acoperiș. Ia în considerare efectul aglomerării de zăpadă cauzată de atic sau de pereți. Nu ia în considerare efectul aglomerării locale de zăpadă cauzată de panouri îndepărtate și nu sete recomandată utilizarea acestui algoritm în cazul structurilor complexe, unde se poate astepta la un astfel de efect ce poate avea influențe semnificative asupra încărcării. Luați aminte, că nici EC 1-3 nu detaliează calculul pentru acest caz.
- Altitudinea construcției < 2000 m.
- Nu este luată în considerare încărcarea din gheață.
- Nu sunt considerate încărcările excepționale din zăpadă.
- Aglomerarea de zăpadă cauzată de trucții înalte învecinate este luată în considerare și sunt luate în considerare proiecții mai reduse pe acoperiș.
- Nu este luată în considerare zăpada care iasă în consolă peste marginea acoperișului.
- Nu este luată în considerare încărcarea din zăpadă de pe opritori
- Este luată în considerare zăpada atârnată de marginea acoperișului

Detalii de calcul

Este explicată mai jos pentru fiecare normativ în parte, logica prin care se calculează efectul zăpezii în program.

Eurocod general

- Toți coeficienții au valoarea recomandată, în cazul în care nu este specificată o altă valoare de către utilizator. Nu este luată în considerare nici o recomendare a anexelor naționale.
- Coeficienții pentru combinații, coeficientul pentru încărcarea frecventă și cvazipermanentă a zăpezii sunt luați în considerare pe baza Tabelului 4.1 din EC 1-3.
- Trebuie specificată de utilizator valoarea caracteristică a încărcării din zăpadă pe sol.
- Încărcarea pe acoperiș este calculată utilizând Ec. (5.1) din EC 1-3.
- Coeficientul de expunere este bazată pe topografia selectată de utilizator. Valorile C_e corespunzătoare topografiei, sunt luate din Tabelul 5.1 din EC 1-3.
- Coeficientul termic este considerat implicit 1.0 și ar trebui modificat de utilizator dacă este necesară o altă valoare.
- Coeficientul de formă pentru încărcarea din zăpadă pe acoperișuri compuse, este calulat conform secțiunii 5.3.1 - 5.3.4 din EC 1-3.
- Coeficienții formei încărcării neaglomerate, sunt bazați pe μ_1 din

Tabelul 5.2 din EC 1-3. Fiecare panou are valoarea proprie a coeficientului μ_1, calculat utilizând înclinarea acoperișului.
- Coeficienții formei încărcării aglomerate, sunt bazați pe μ_2 din Tabelul 5.2 din EC 1-3. Coeficientul μ_2 pentru acoperișuri cu pereți conectați se calculează conform Figurii 5.4 din EC 1-3, utilizând înclinările acoperișurilor conectate din direcția vântului pentru ipoteza respectivă de încărcare. Când nu sunt pereți conectați, sunt considerate aglomerările din Figura 5.3 din EC 1-3. Intensitatea redusă a încărcării din zăpadă este considerată întotdeauna pe partea din care bate vântul
- Coeficienții de formă pentru acoperișuri cilindrice sunt calculați conform 5.3.5. din EC 1-3. Pentru a avea o acuratețe sporită, se recomandă aproximarea acoperișului cilindric cu minim 20 de segmente.
- Încărcarea zăpezii care corespunde unei perioade de recurență definite de utilizator se calculează folosind procedura din anexa D la EC 1-3.

Efectele construcțiilor înalte și a obstacolelor de pe acoperiș sunt considerate conform 5.3.6. și 6.2. din EC 1-3. Influența lor este luată în considerare în ipoteza de încărcare aglomerată. Zăpada este considerată aglomerată doar în cazul în care un perete sau un obstacol nu este paralel cu direcția vântului.

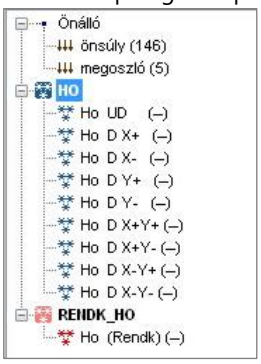
EC Romanian

- Deoarece calculul se bazează pe eurocodul general, procedura prezentată acolo se aplică și pentru acest standard odată cu extensiile/modificările menționate mai jos
- Valoarea caracteristică a încărcării din zăpadă pe sol este calculată automat pe baza 3.1 din CR 1-3, utilizând valoarea de bază s_k și altitudinea specificată de utilizator.
- Încărcarea din zăpadă pe acoperiș este calculată utilizând Ec. (4.1) in CR 1-3.
- Coeficientul de importanță trebuie selectat de utilizator; lista valorilor recomandate este bazată pe Tabelul 4.2 din CR 1-3.
- Coeficienții combinațiilor, frecvente și cvazipermanente pentru încărcarea din zăpadă sunt considerați 0.7, 0.5 și 0.4, conform Tabelului 4.4 din CR 1-3.

Utilizare

Dacă nu s-a definit nici un panou de încărcare, definiți panourile conform 4.10.12 Panouri de încărcare

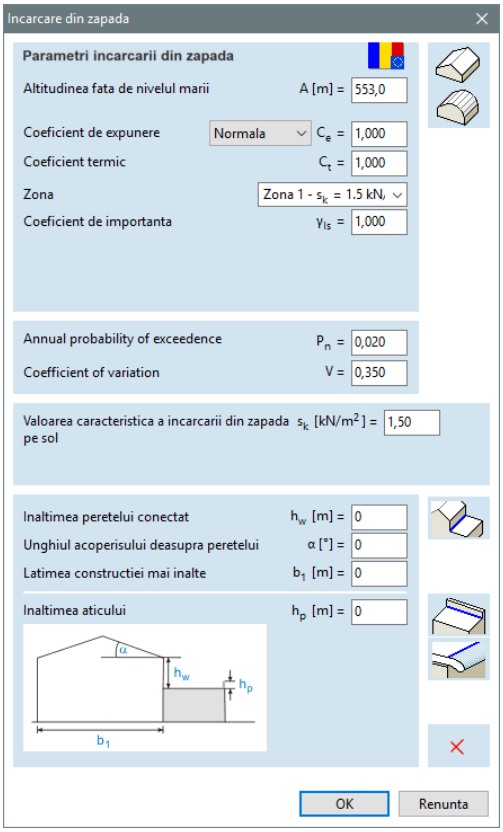
Următorul paragraf explică utilizarea generării automate a încărcărilor din zăpadă.



Pentru definirea încărcărilor din zăpadă prima dată trebuie definită ipoteza de încărcare din zăpadă din fereastra de *Ipoteze și grupări de încărcări*. Cu un clic pe comanda de ipoteza de încărcare din Zăpadă se generează automat gruparea *Zăpadă*. Dacă în normativ se cere o verificare excepțională, se va genera și o ipoteză excepțională într-o grupare excepțională. După definirea panourilor de încărcare și definirea parametrilor încărcării programul înlocuiește ipoteza temporală cu ipotezele necesare.
Ipotezele de încărcare neaglomerate primesc postfixul UD. Ipotezele aglomerate primesc postfixul D. Caracterele de după D reprezintă direcția vântului (X+, X–, Y+, Y–). Litera X sau Y reprezintă axul paralel cu vectorul încărcării, iar simbolul + și – reprezintă direcția încărcării. Sunt luate în considerare și vânturile care bat la 45°+*n**90° (unde *n* = 0, 1, 2, 3).
Pentru definirea parametrilor încărcărilor din zăpadă, trebuie selectată o ipoteză de încărcare din zăpadă. Dacă nu s-a definit nici un panou de încărcare, definiți panourile conform 4.10.12 Panouri de încărcare

Pentru definirea parametrilor dați clic pe iconița încărcării din zăpadă din fereastra *Încărcări*.
Fereastra de dialog permite alegerea tipului de acoperiș.

Parametri încărcării din zăpadă



Pot fi atribuite două tipuri de acoperiș. Dați clic pe iconiță, pe urmă selectați panourile de încărcare ce aparțin acoperișului.

Acoperiș plat sau înclinat

Acoperiș curb

Parametri încărcării:

Altitudinea față de nivelul mării
Valoarea caracteristică a încărcării din zăpadă depinde de zona climatică și de altitudinea terenului. O altitudine mai mare rezultă într-o încărcare mai mare. Programul calculează intensitatea încărcării în funcție de parametri.

Factor de expunere
În cazul unor cimcumstanțe excepționale se poate defini un factor de expunere diferit de 1.0 (completă, normală, redusă). Se poate defini și o valoare C_e personalizată. În acest caz programul va cere o confirmare, pe urmă va utiliza valoarea personalizată pentru calculul zăpezii.

Coeficient termic
Coeficientul termic C_t poate avea o valoare diferită de 1.0 doar în cazul în care s-au efectuat calcule de transfer termic asupra acoperișului (pierderea de căldură cauzează topirea). În acest caz programul va cere o confirmare înainte de utilizarea valorii.

Coeficient pentru încărcări excepționale
În țările în care normativul solicită verificarea zăpezii excepționale, intensitatea excepțională este clculată prin înmulțirea intensității normale cu C_{esl}. Pot fi introduse și valori personalizate. În acest caz programul va cere o confirmare înainte de utilizarea valorii.
În țările în care nu se solicită această verificare, C_{esl} are valoarea 1.0. Se poate crea o încărcare excepțională prin majorarea acestei valori.

Zona
În țările în care încărcarea caracteristică a zăpezii depinde de locația geografica, anexa națională împarte țara în zone. Zona selectată afectează valoarea caracteristică a încărcării din zăpadă.

Coeficient de importanță
Se poate defini un coeficient de importanță în funcție de tipul structurii dacă se solicită în normativ. Se pot defini și valori personalizate cu confirmare.

Probabilitatea de depășire anuală și coeficientul de variație

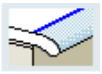
Datele de intrare necesare pentru calcularea încărcării zăpezii pentru o perioadă de recurență definită de utilizator. Valorile implicite corespund perioadei standard de recurență de 50 de ani.

Valoarea caracteristică a încărcării din zăpadă pe sol
AxisVM calculează valorile S_k și S_{Ad} în funcție de parametri de mai sus. Aceste valori pot fi suprascrise cu o intensitate personalizată dar în acest caz dacă schimbați parametri, nu se mai modifică valoarea.

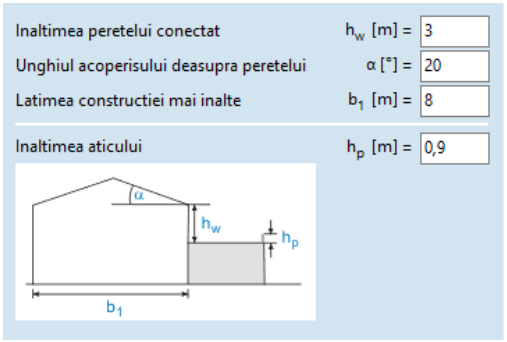
AxisVM calculează coeficienții formei acoperișului pentru acoperișuri în trepte și apropiate de construcții mai înalte sau acoperișuri cu atic, ce acționează ca un obstacol. Poate lua în considerare și zăpada atârnată de marginea acoperișului.
Parametrii sunt în funcție de muchie, diferite muchii ale acoperișului au diferiți parametri.

Selectaţi muchia peretelui conectat
Pentru definirea muchiilor pe care sunt pereţi introduceţi parametri h_w, α, b_1, pe urmă daţi clic pe această iconiţă pentru selectarea liniilor respective.

Selectaţi muchia aticului
Pentru definirea aticelor introduceţi parametrul h_p , pe urmă daţi clic pe iconiţă pentru selectarea liniilor.



Zăpada atârnată de marginea acoperişului
Daţi clic pe iconiţă pentru a putea selecta muchiile acoperişului cu zăpadă atârnată.



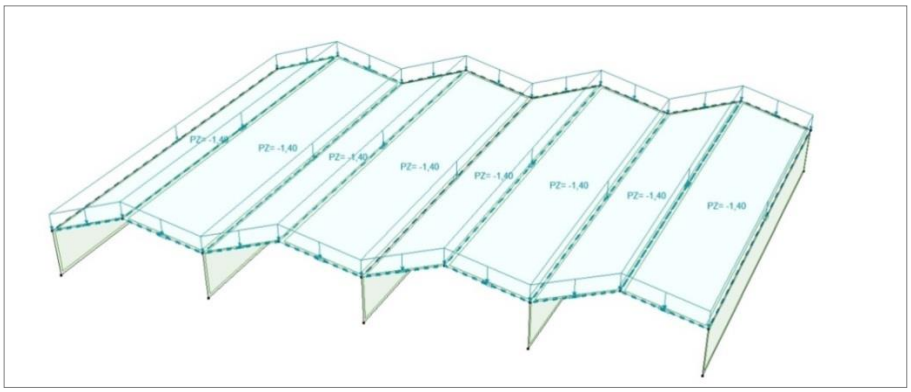
Înălţimea peretelui conectat [m]
h_w înălţimea peretelui conectat faţă de nivelul acoperişului

Unghiul acoperişului deasupra peretelui conectat
α este unghiul acoperişului deasupra peretelui conectat. Determină cantitatea de zăpadă ce cade de pe acoperişul superior.

Lăţimea construcţiei mai înalte
b_1 este lăţimea construcţiei mai înalte măsurată perpendicular pe perete.

Înălţimea aticului
h_p este înălţimea aticului sau a altui obstacol faţă de nivelul acoperişului.

Şterge
Proprietăţile muchiilor pot fi şterse printr-un clic pe iconiţa de ştergere şi selectând muchiile dorite.



4.10.14. Încărcare din vânt – modul SWG

Standarde de bază

Încărcările din vânt sunt generate automat în program, conform regulilor a diverse normative și anexele aplicabile. Sunt enumerate mai jos standardele pentru care programul poate genera automat încărcările din vânt. Sunt de asemenea afișate și standardele naționale care au servit ca bază de calcul pentru normativul dat.

Eurocod general	EN 1991-1-4:2005 (EC 1-4) Eurocode 1 Action on Structures Part 1-4 General Actions – Wind Actions
EC Nemțesc	EC 1991-1-4:2005 DIN EN 1991-1-4/NA December 2010
NTC Italian	EC 1991-1-4:2005 UNI EN 1991-1-4/NA 2007 iulie NTC 2018
EC Olandez	EC 1991-1-4:2005 DIN EN 1991-1-4/NB November 2007
EC Unguresc	EC 1991-1-4:2005 DIN EN 1991-1-4/NA December 2010
EC Românesc	CR 1-1-4/2012 Conform cu SR EN 1991-1-4
EC Ceh	EC 1991-1-4:2005 CSN EN 1991-1-4/NA July 2013
EC Slovac	EC 1991-1-4:2005 CSN EN 1991-1-4/NA July 2013
EC Belgian	EC 1991-1-4:2005 NBN EN 1991-1-4/ANB December 2010
EC Polonez	EC 1991-1-4:2005 PN EN 1991-1-4/NA October 2008
EC Danez	EC 1991-1-4:2005 EN 1991-1-4 DK NA November 2007
EC Finlandez	EN 1991-1-4:2005 SFS-EN 1991-1-4/NA 2007. noiembrie
Elvețian	SIA261:2003 Einwirkungen auf Tragwerke SIA261/1:2003 Ergänzende Festlegungen

Ipoteze Limite de aplicabilitate

Aplicabilitatea algoritmului în program este limitată de aplicabilitatea specificațiilor din standardele pe care se bazează. Mai jos este o listă a unor limitări pentru fiecare normativ în parte.

Eurocod general
- Determinarea încărcării din vânt este posibilă pentru clădiri cu un plan dreptunghiular; copertine cu plan dreptunghiular, pentru ziduri independente și pentru panouri de semnalizare. Clădirea este considerată ca o structură cu un spațiu interior gol, înconjurat de o linie închisă de pereți, acoperiți cu un acoperiș
- Sunt acoperite următoarele tipuri de acoperișuri: plate, într-o apă, în două ape, în patru ape și cilindrice
- Sunt acoperite următoarele tipuri de copertine: într-o apă, în două ape.
- Înălțimea construcției < 200 m și deschiderea construcției < 200m
- Efectele vântului sunt calculate pentru structura portantă globală, prin urmare, se presupune o zonă încărcată de cel puțin 10 m^2

În cazul obiectelor independente și panourilor de semnalizare încărcarea vântului este calculat pe baza factorilor de forță.
- Influența structurilor învecinate și a obstacolelor se consideră neglijabilă
- La calcul tensiunii interioare, clădirea se presupune că nu are o față dominantă. Tensiune interioară se calculează doar în cazul clădirilor.
- Factorii structurali $c_s c_d$ sunt considerați 1.0 (limitele corespunzătoare de aplicabilitate sunt enumerate în 6.2 (1) din EC 1-4)

EC Nemțesc
- deoarece calculul se bazează pe eurocodul general, limitele prezentate acolo se aplică și pentru acest standard odată cu extensiile/modificările menționate mai jos
- înălțimea construcției < 300 m
- altitudinea construcției < 1100 m

NTC Italian
- deoarece calculul se bazează pe eurocodul general, limitele prezentate acolo se aplică și pentru acest standard odată cu extensiile/modificările menționate mai jos
- atitudinea construcției < 1500 m

EC Olandez
- deoarece calculul se bazează pe eurocodul general, limitele prezentate acolo se aplică și pentru acest standard

EC Unguresc
- deoarece calculul se bazează pe eurocodul general, limitele prezentate acolo se aplică și pentru acest standard

EC Românesc
- deoarece calculul se bazează pe eurocodul general, limitele prezentate acolo se aplică și pentru acest standard odată cu extensiile/modificările menționate mai jos
- altitudinea construcției < 1000 m (este necesară o atenție specială și ar trebui specificată de utilizator viteza de referință a vântului pentru construcții în sudestul Banatului pe suprafețe cu o altitudine de sub 1000 m)

EC Ceh
- deoarece calculul se bazează pe eurocodul general, limitele prezentate acolo se aplică și pentru acest standard

EC Slovac
- deoarece calculul se bazează pe eurocodul general, limitele prezentate acolo se aplică și pentru acest standard

EC Belgian
- deoarece calculul se bazează pe eurocodul general, limitele prezentate acolo se aplică și pentru acest standard

EC Polonez
- deoarece calculul se bazează pe eurocodul general, limitele prezentate acolo se aplică și pentru acest standard

EC Danez
- deoarece calculul se bazează pe eurocodul general, limitele prezentate acolo se aplică și pentru acest standard

Elvețian
- Algoritmul se aplică numai pentru clădiri cu un plan dreptunghiular; un spațiu interior gol, înconjurat de o linie închisă de pereți, acoperiți cu un acoperiș
- Înălțimea construcției < 200 m
- Sunt acoperite următoarele tipuri de acoperișuri: plate, într-o apă, în două ape, în patru ape și cilindrice
- Efectele vântului sunt calculate pentru structura portantă globală, prin urmare, se presupune o zonă încărcată de cel puțin 10 m^2
- Influența frecării vântului se consideră neglijabilă
- Clădirea se presupune că nu are o față dominantă
- Influența structurilor învecinate și a obstacolelor se consideră neglijabilă

Detalii de calcul

Este explicată mai jos pentru fiecare normativ în parte, logica prin care se calculează efectul vântului în program.

Eurocode general

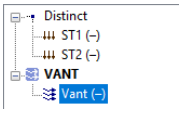
- Toți coeficienții au valoarea recomandată, în cazul în care nu este specificată o altă valoare de către utilizator. Nu este luată în considerare nici o recomendare a anexelor naționale.
- Viteza de referință a vântului este calculată conform Ec. (4.1) în 4.2 (2) din EC 1-4
- Rugozitatea terenului este calculată conform Ec. (4.4) în 4.3.2 (1) din EC 1-4
- Orografia terenului este luată în considerare cu factorul de orografie c_o, dar calculul factorului c_o ar trebui efectuat de utilizator.
- Viteza media a vântului este calculată conform Ec. (4.3) în 4.3.1 (1) din EC 1-4
- Intensitatea turbulenței vântului este calculată conform Ec. (4.7) în 4.4 (1) din EC 1-4
- Înălțimea de referință este calculată conform 7.2.2 (1) din EC 1-4
- Presiunea maximă a vântului este calculată conform Ec. (4.8) în 4.5 (1) din EC 1-4
- Coeficienții de presiune pentru pereții clădirilor sunt calculați conform 7.2.2 (2) din EC 1-4. Ca o presupunere conservatoare, nu este luată în considerare lipsa de corelare între presiunile vântului dintre partea vântului și de sub vânt.
- Coeficienții presiunii externe pentru pereții clădirilor sunt calculați conform 7.2.3 – 7.2.6 și 7.2.8 din EC 1-4.
- Coeficienții presiunii interne sunt calculați pe baza unei valori μ (determinată cu Ec. (7.3) din EC 1-4 și specificată de utilizator) utilizând Fig. 7.13 din EC 1-4. În cazul în care utilizatorul nu specifică μ, sunt considerate două cazuri c_{pi} = +0.2 și c_{pi} = -0.3 conform 7.2.9 (6) NOTA 2 din EC 1-4.
- Efectele torsionale sunt calculate conform 7.1.2 din EC 1-4.
- Presiunea pe partea inferioară a cornișei este luată în considerare conform EC 1-4 7.2.1 utilizând presiunea de pe pereții conectați.
- Încărcările acoperișurilor independente sunt calculate conform 7.3 din EC 1-4. Programul definește o încărcare distribuită, care este compatibilă cu factorile de presiune a zonelor A,B,C,D, și produce o încărcare cu mărime și poziție similară cu factorile foței generală.
- Încărcările zidurilor independente sunt calculate conform 7.4.1-7.4.2 din EC 1-4
- Încărcările panourilor de semnalizare sunt calculate conform 7.4.3 din EC 1-4
- Frecare din vânt este caculată conform 7.5 din EC 1-4

EC Romanian

- deoarece calculul se bazează pe eurocodul general, procedura prezentată acolo se aplică și pentru acest standard odată cu extensiile/modificările menționate mai jos
- Viteza de referință a vântului este calculată conform Ec. (2.2) și Fig. 2.1 din EC 1-4 NA.
- Factorul de importanță este luată în considerare la calculul presiunii vântului conform Ec. (3.1) și (3.2) din EC 1-4 NA

Utilizare

Următoarele capitole detaliează utilizarea modulului de generare automată a vântului.



Pentru a aplica încărcări din vânt conform Eurocod, prima dată trebuie să definiți o ipoteză de încărcare de tip vânt. Se va crea un grup de încărcări automat. În prima fază se va crea o ipoteză de încărcare temporară a cărei nume poate fi definit. După definirea panourilor de încărcare și definirea parametrilor încărcării programul înlocuiește automat ipoteza temporară cu ipotezele necesare.

Ipotezele de încărcare din vânt sunt generate cu denumiri ce descriu situația încărcării.
Primele două caractere după numele temporar descriu direcția vântului (X+, X–, Y+, Y–). Următorul sau următoarele două caractere descriu tipul acțiunii. P înseamnă presiune iar S sucțiune. Pentru acoperișuri în două ape normativul cere verificarea tuturor combinațiilor pentru toate încărcările din vânt pe ambele pante. Astfel pentru acoperișurile în două ape sunt generate ipotezele de încărcare Pp, Ps, Sp și Ss. În cazul acesta primul caracter se referă la partea pe care bate vântul iar al doilea caracter la latura adăpostită. Pentru efecte de torsiune sunt folosite notațiile T+ și T– și se referă la cele două direcții diferite ale torsiunii.

Ultimul caracter se referă la tipul acțiunii interne. Dacă este O, sunt ignorate acțiunile interioare ale vântului, P reprezintă presiunea interioară, S reprezintă sucțiunea interioară. Sunt necesare aceste ipoteze de încărcare dacă utilizăm aproximarea descrisă în normativ, pentru cazurile la care nu sunt disponibile mai multe informații este necesară introducerea unei valori critice pozitive și negative. Dacă ultimul caracter este C, ipoteza de încărcare a fost creată cu o valoarea definită a μ care depinde de deschiderile structurii. Dacă este creată o ipoteză de încărcare C pentru o anumită direcție, ipotezele P și S nu sunt necesare.

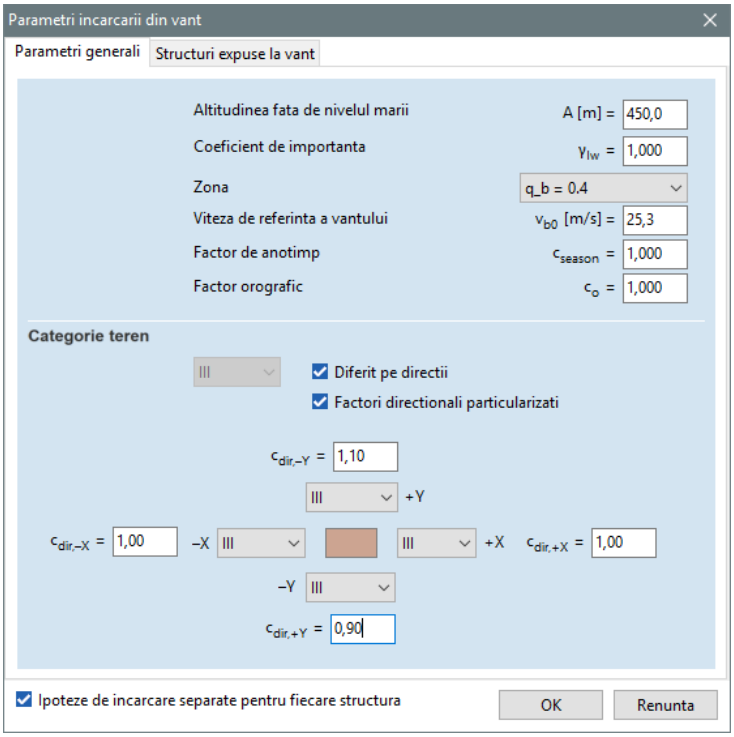
Se vor genera de către algoritm, doar încărcările necesare, deoarece numărul și tipul ipotezelor de încărcare depind de tipul structurii și de parametrii încărcării din vânt.

Pentru a defini parametri încărcării din vânt, selectați o ipoteză de încărcare din vânt. Se va activa comanda *Încărcare din vânt* în fereastra *Încărcări*. Dacă nu s-a definit nici un panou de încărcare, definiți panourile conform 4.10.12 Panouri de încărcare. Pentru definirea parametrilor dați clic pe iconiță.

Parametri încărcării din vânt

Definiți parametrii și dați clic pe *Selectați panourile de încărcare pentru încărcări din vânt* pentru aplicarea încărcărilor.
În prima fereastră putem seta parametri generale a încărcării din vânt, în a doua fereastră putem seta proprietățiile substructuriilor acționate de vânt.

Parametri generale



Putem seta următorii parametrii generali (anumiți parametrii nu sunt necesari în toate normativele):
Altitudinea față de nivelul mării
Altitudinea este un factor ce influențează viteza vântului.

Dacă v_{b0} depinde de valoarea *A*, v_{b0} se va calcula automat.

Coeficient de importanță

Se poate defini un coeficient de importanță în funcție de tipul structurii dacă se solicită în normativ. Se pot defini și valori personalizate cu confirmare.

Zona

În țările în care încărcarea caracteristică a vântului depinde de locația geografica, anexa națională împarte țara în zone. Zona selectată afectează viteza vântului.

Viteza de referință a vântului

v_{b0} este calculată automat pe baza parametrilor de mai sus. Această valoarea poate fi înlocuită cu o valoare personalizată.

Factor de anotimp

Normativul poate permite reducerea acțiunii vântului cu un factor c_{season} pentru structuri temporare. Ia in considerare și faptul că viteza calculată a vântului nu apare în viața structurii. Valoarea acesteia este lăsată la decizia și responsabilitatea proiectantului.

Factor orografic

Coeficientul c_o ia în considerare efectul orografiei terenului (dealuri etc.) la vitezele vântului. Normativul oferă indicații când și cum să folosiți acest coeficient.

0 Mare sau zone costiere expuse vânturilor venind dinspre mare

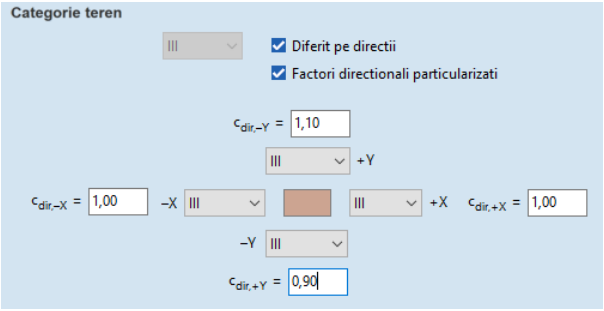
I Lacuri sau terenuri plate și orizontale cu vegetație neglijabilă și fără obstacole

II Câmp deschis, terenuri cu iarbă și/sau obstacole izolate (copaci clădiri) aflate la distanțe de cel puțin de 20 de ori înălțimea obstacolului

III Zone acoperite uniform cu vegetație, sau cu clădiri, sau cu obstacole izolate aflate la distanțe de cel mult 20 de ori înălțimea obstacolului (ex.: sate, terenuri suburbane, păduri)

I Zone în care cel puțin 15% din suprafață este acoperită cu construcții având mai mult de 15m
V înălțime (ex.: zone urbane)

Dacă terenul este diferit pe direcții, bifați căsuța *Diferită pe direcții* și definiți categoria terenului pe toate direcțiile.

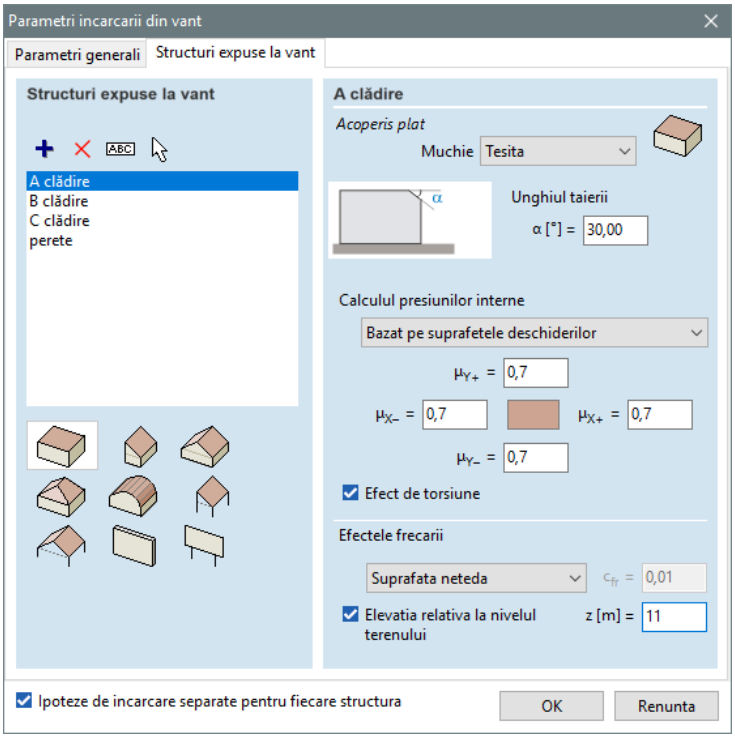


Factori direcționali particularizati

Sunt patru factori c_{dir} direcționali care iau în considerare efectul pe care îl are direcția dominantă a vântului, astfel viteza vântului nu este aceeași pe toate direcțiile. Valoarea implicită a factorilor este de 1.0 pe toate direcțiile.

Bifând opțiunea *Factori direcționali particularizați* putem seta parametrii pentru fiecare direcție.

Substructuri acționate de vânt



În fereastra *Substructuri acționate de vânt putem defini substructuri determinate de panouri de încărcare*. Este posibil calculul încărcării din vânt pentru mai multe substructuri independente. Programul poate să calculeze cu combinarea încărcărilor subtructurilor, încărcarea totală pe structură. În cazul acesta, butonul *Ipoteze de încărcări pentru substructuri* trebuie dezactivat.

Definire substructură nouă
Specificăm numele substructurii, după care selectăm panourile de încărcări corespunzătoare. Dacă mergem cu mouse-ul deasupra substructurii din listă, se afișează panourile de încărcări corespunzătoare.

Ștergerea substructurii
Șterge din listă substructura selectată.

Redenumirea substructurii
Putem redenumi substructuriile selectate din listă.

Modificarea substructurii
Putem modifica panourile de încărcări pentru substructura selectată.

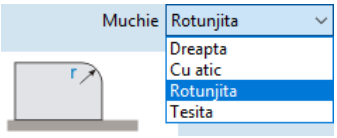
Clădiri

Geometria acoperișului
Selectați iconița care descrie geometria acoperișului. Tipuri disponibile de acoperiș:

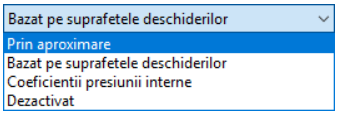
plat *într-o apă* *în două ape* *Acoperiș șarpantă* *Acoperiș cilindric*

După selectarea geometriei acoperișului, putem seta următorii parametri:

Muchia acoperișului plat
Dacă este definit un acoperiș plat, muchia acoperișului are un efect considerabil asupra intensității vântului. Sunt disponibile patru opțiuni: dreaptă (fără parametri), cu atic (introduceți înălțimea aticului), rotunjită (introduceți raza rotunjirii), teșită (introduceți unghiul teșiturii).



Efectul torsional
Eurocodul solicită calculul vânturilor care au efect de torsiune în cazul structurilor sensibile la torsiune. Dacă este bifată această opțiune, se vor genera ipoteze suplimentare pentru vânturile cu efect de torsiune.



Calculul presiunilor interne
Sunt disponibile patru opțiuni pentru determinarea presiunii interne a clădirilor:
Aproximativ: Programul utilizează coeficienții critici de presiune și sucțiune recomandați de Eurocode. Două seturi de încărcări din vânt sunt generate în acest caz.
Bazat pe aria deschiderilor: Utilizatorul specifică valoarea lui μ pe baza distribuției deschiderilor în direcții diferite iar programul calculează coeficienții de presiune internă ca o funcție din aceste valori. Dacă μ=0 este specificat, programul folosește metoda aproximativă în acea direcție.
Coeficienți de presiune internă: Utilizatorul specifică direct coeficienții de presiune internă.
Dezactivat: Programul nu aplică presiune internă în timpul generării încărcării de vânt.

Calculul frecării din vânt
Programul ia în considerare la orice clădire frecarea dată de vânt. Caracteristicile suprafeței de frecare le putem selecta dintr-o listă dată. Putem defini și caracteristici de suprafețe unice. Putem ignora frecarea din vânt, trebuie doar să setăm c_{fr} = 0 valoarea frecării.

Nivelul personalizat al terenului
Cea mai mică cotă a panourilor de încărcare selectate pentu generarea încărcării din vânt ara considerată implicit cota terenului. Nivelul personalizat al terenului permite utilizatorului specificarea unei cote personalizate de nivel pentru punctul respectiv. Astfel permite utilizatorului o analiză avansată ca de exemplu luarea în considerare a încărcării din vânt doar pe acoperișul unei clădiri.

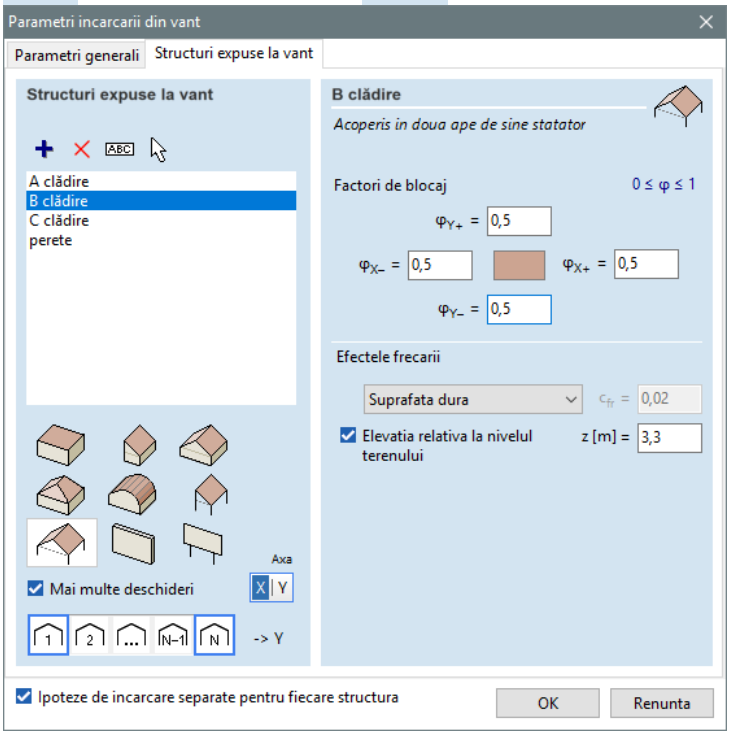
Selectați panourile de încărcare pentru încărcări din vânt
După ce dați clic pe această comandă selectați panourile care reprezintă pereții si acoperișul structurii. Panourile de încărcare sunt automat identificate ca și pereți sau acoperiș în funcție de geometrie.
După ce dați clic pe butonul OK, sunt generate automat încărcările din vânt pentru panourile de încărcare selectate.

Copertine

Programul calculează automat încărcarile date de vânt pentru copertine:

Într-o apă

În două ape



După selectarea geometriei copertineii, putem seta următorii parametri:

Factor de blocare

Valoarea factorului de blocare φ depinde de obstacolele existente sub copertină, cele care pot bloca fluxul liber al aerului. Valoarea 0,0 înseamna zonă goală sub copertină, iar 1,0 o zonă blocată în direcția de corespondență. Factorul de blocare poate fi definit pentru fiecare direcție principală. Notă: În cazul blocării totale a laturii actionate de vânt, putem considera că structura din direcția respectivă se comportă ca o clădire și trebuie să luăm în considerare o încărcare combinată.

Copertine cu mai multe deschideri

În cazul copertinei cu mai multe deschideri, trebuie să definim substructuri în funcție de locul deschiderii (marginală, lângă marginală, interiară). Poziția deschiderilor trebuie setată corespunzător cu iconița care se găsește jos, în partea stânga a ferestrei. În vederea obținerii rezultatelor corecte, butonul *Ipoteze de încărcări pentru substructuri* trebuie dezactivat, astfel programul poate să calculeze prin combinarea încărcărilor subtructurilor, încărcarea totală pe structură.

Nivelul personalizat al terenului

În cazul copertinelor, dacă panourilor de încărcare selectate fac parte numai din copertină, atunci programul automat consideră cota de nivel egală cu cota cea mai mică a copertinei. În cele mai multe cazuri, aceasta este o presupunere incorectă, din această cauză este important să setăm nivelul personalizat al terenului.

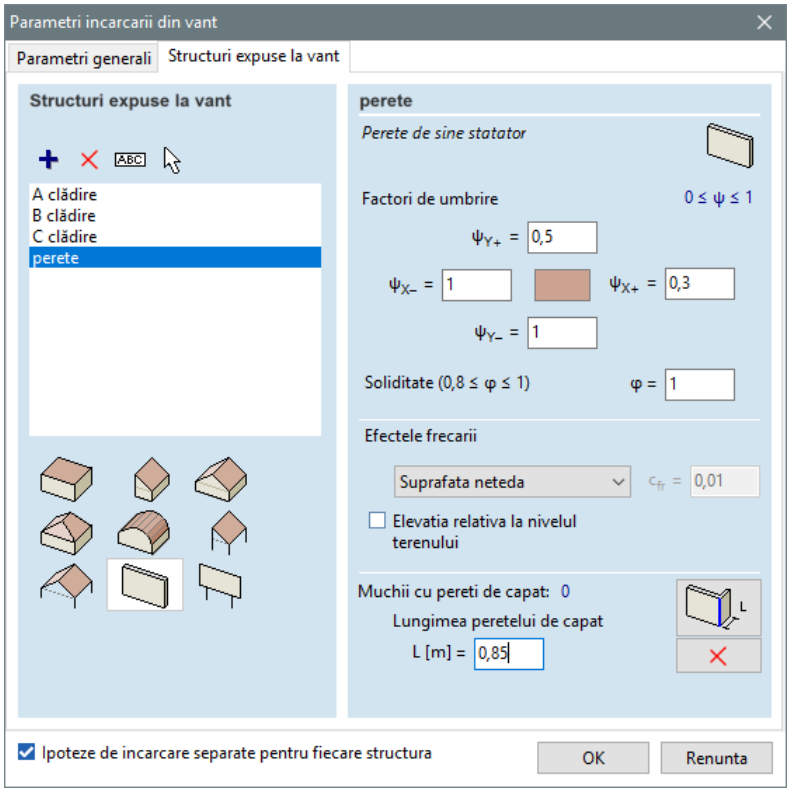
Structuri independente

Programul calculează automat încărcarile date de vânt pentru ziduri independente:

Ziduri independente

Panouri de semnalizare

După selectarea geometriei copertineii, putem seta următorii parametri:



Perete liberă

Factori de protecție

Factorul de protecție ia în considerare elementele existente în fața zidului, care pot reduce presiunea vântului. Se pot selecta valori diefrite pentru direcții principale.

Soliditate

Soliditatea este proporțională cu aria golurilor. Valoarea 1 înseamnă perete solid. Valoarea minimă de soliditate este 0.8. Dacă soliditatea este mai mică de 0.8, zidul trebuie calculat ca parapet în vederea obținerii rezultatelor corecte, cu alt algoritm decât ce folosit în program.

Nivelul personalizat al terenului

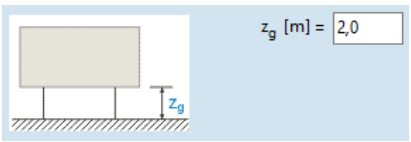
Panourile de semnalizare care sunt la o înălțime mai mică decât un sfert din înălțimea proprie, trebuie calculate ca un zid independent. În cazul acesta este important să setăm nivelul personalizat al terenului.

Capăt de perete cu colț de întoarcere

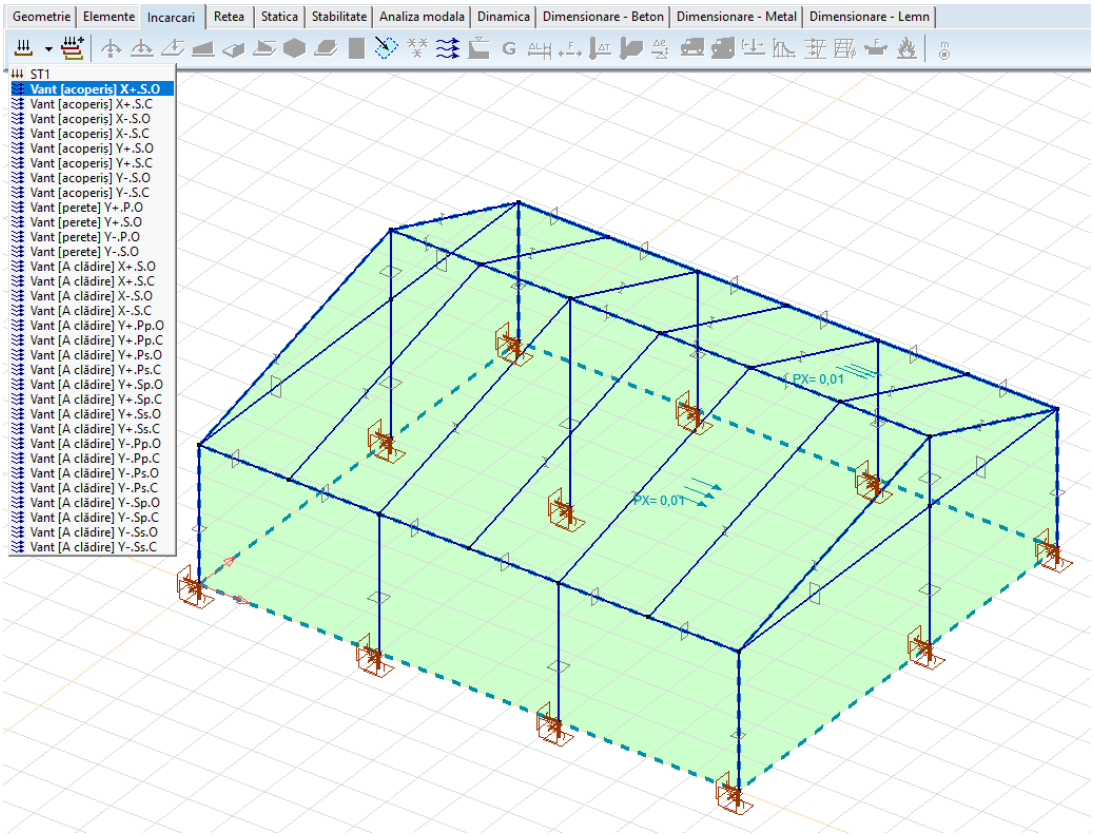
În cazul pereților cu colț de întoarcere, încărcarea din vânt depinde de lungimea colțului de întoarcere. Prima dată trebuie definită lungimea colțului de întoarcere, după care – apăsând pe iconița colț de întoarecere – trebuie selectat capătul de perete corespunzător colțului de întoarcere. Calculul încărcării din vânt este influențat doar de lungimea peretului, nu și de direcția vântului.

Eliminați toate colțurile de întoarcere făcând clic pe butonul *Ștergere colțuri de întoarcere* de la capete:

În cazul panourilor de semnalizare trebuie definită distanța de la nivelul terenului până la partea de jos a panoului.



După setarea parametrilor generali și definirea substructuriilor acționate de vânt, apăsând OK, fereastra cu setări se inchide și apar încărcările pe panouri.



Datele încărcării din vânt

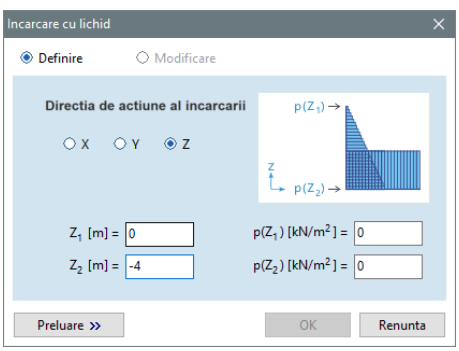
După ce s-au generat încărcările din vânt, toate informațiile referitoare la calculul lor sunt disponibile în Tabel, la *Încărcări/Parametrii încărcării din vânt* și *Parametrii ipotezei de încărcare din vânt*

Parametrii încărcării din vânt rezumă valorile care nu sunt specifice ipotezei de încărcare. Setările implicite ale încărcării din vânt duc la încărcări din vânt independente de direcție, astfel vor fi parametri identici pe toate cele patru direcții. În cazul în care utilizatorul specifică o categorie de teren diferită pe direcții și/sau factori direcționali personalizați, aceste valori devin diferite pe fiecare direcție.

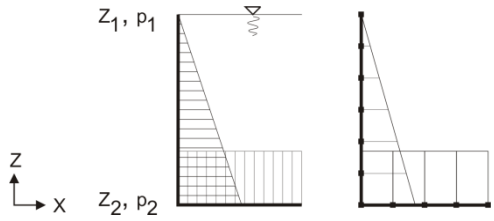
Parametrii ipotezei de încărcare din vânt rezumă parametri specifici pentru fiecare ipoteză de încărcare. Acești parametri sunt grupați în funcție de zonele generate de pe panourile de încărcări selectate. Un număr după litera zonei indică numărul de zone de acel tip în model în ipoteza de încărcare selectată. Zonele pereților (A-E) sunt divizate în două suprafețe pentru structuri înalte. "1" corespunde întotdeauna pentru partea inferioară, iar "2" pentru partea superioară. Sunt disponibile mai multe zone ale aceluiaș tip de acoperiș, în cazul acoperișului într-o singură apă (F) și în două ape (F-I).

Zonele de pe partea expusă vântului a coperților sunt marcate cu "1", iar zonele din partea cealaltă sunt marcate cu "2". Zonele cu "S" în numele lor în cazul pereților liberi sunt acelea în care se ia în considerare efectul adăposturilor. Zona FR prezintă efectul frecării din vânt pentru fiecare tip de structură.

4.10.15. Încărcări tip lichid



Elementelor selectate li se poate aplica încărcare liniară din lichid. Valoarea încărcării aplicată pe elementele de placă sau şaibă este definită prin intensităţile calculate în colţurile acestora.



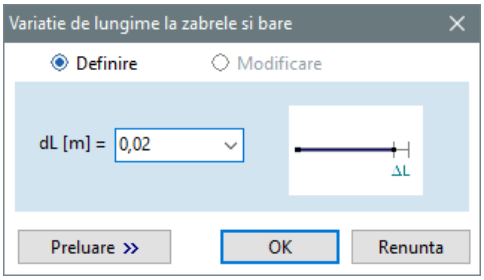
Încărcările din lichid definite cu un singur pas vor fi tratate ca o singură încărcare. De acea dacă aplicăm la mai multe elemente încărcări lichide, prin clic la oricare dintre conturul încărcării, toate încărcările vor fi selectate. Astfel se poate modifica uşor valoarea acestora.
Dacă doriţi să modificaţi doar unele dintre încărcări, în locul selectării unice este recomandată folosirea metodei de selectare cu selecţie parţială, după care alegeţi elementele cărora doriţi să le modificaţi încărcarea.

4.10.16. Încărcări din greutate proprie

Programul calculează greutatea proprie a elementelor în funcţie de aria secţiunii transversale şi densitate în cazul barelor, respectiv grosime şi densitate în cazul elementelor de suprafaţă şi le asociază la ipoteza actuală.

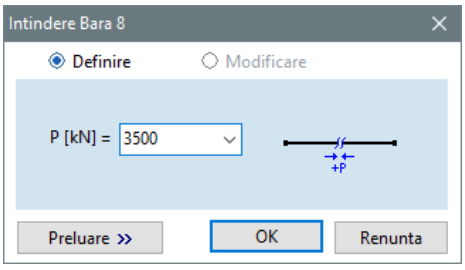
Reprezentarea se face cu litera G de culoare albastru deschis.

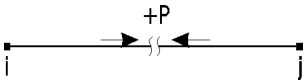
4.10.17. Variaţie de lungime



Pentru barele şi zăbrelele selectate se poate defini o variaţie de lungime (eroare de fabricaţie) de mărime *dL*.
O variaţie de lungime *dL* pozitivă induce compresiune în element. Efectul este asemănător cu încărcarea din temperatură $dT = dL/(\alpha \cdot L)$.

4.10.18. Forţă de tensionare

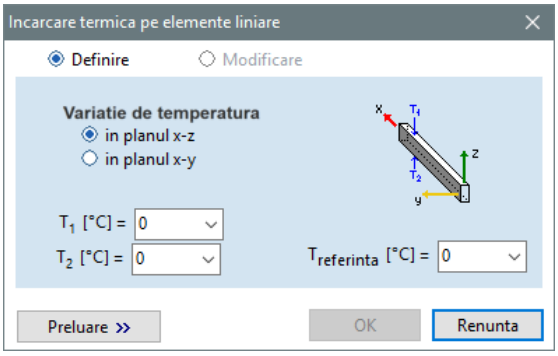




Pentru barele şi zăbrelele selectate se poate defini o forţă de tensionare *P*[kN].
O forţă de tensionare pozitivă induce în element întindere.

Efectul este asemănător cu încărcarea dată de temperatură $dT^{=} = -P/(\alpha \cdot E \cdot A)$.

4.10.19. Încărcări date de variaţie de temperatură pe elemente de bară



Zăbrea Zăbrelelor selectate li se asociază o variaţie de temperatură uniformă.
Se dau următorii parametri:

T_{ref} : temperatura iniţială (în stare netensionată)
T : temperatura finală (în timpul analizei)

Bară/nervură Barelor sau nervurilor selectate li se asociază de asemenea o variaţie de temperatură uniformă.
Se dau următorii parametri:

T_{ref} : temperatura iniţială
T_1 : temperatura fibrei superioare în direcţia selectată
T_2 : temperatura fibrei inferioare în direcţia selectată

$dT^{=} = T - Tref$ variaţia uniformă de temperatură.

Dacă $dT^{=}$ este pozitiv, nervura sau bara se încălzeşte.

Temperatura în centrul de greutate (T):

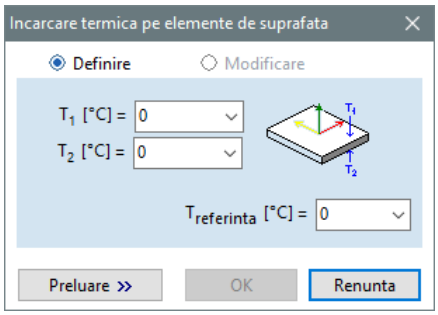
Cu direcţia locală y $$T = T_2 + (T_1 - T_2)\frac{y_G}{H_y}$$

Cu direcţia locală z $$T = T_2 + (T_1 - T_2)\frac{z_G}{H_z}$$

unde (y_G, z_G) este centrul de greutate al secţiunii iar H_y, H_z dimensiunile secţiunii descrise în baza de date a secţiunilor.

$dT^{\neq} = T_1 - T_2$ variaţia de temperatură neuniformă.

4.10.20. Încărcări date de variaţia de temperatură pe elemente plane



Elementelor plane selectate li se poate asocia o variaţie de temperatură uniformă sau neuniformă.

Se dau următorii parametri:

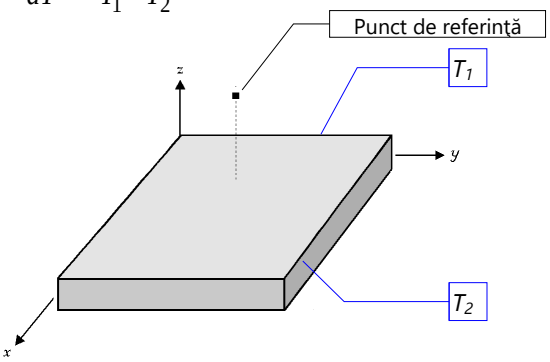
T_{ref} : temperatura iniţială (în stare netensionată)
T_1 : temperatura feţei dinspre punctul de referinţă (la z > 0)
T_2 : temperatura feţei opuse punctului de referinţă (la z < 0)

$dT^{=}$ variaţia uniformă de temperatură luată în considerare în planul median al elementului. Dacă $dT^{=}$ este pozitiv, elementul se încălzeşte.

$dT^{=} = (T_1 + T_2) / 2 - T_{ref}$

$dT^{\neq}$ variaţia neuniformă de temperatură.

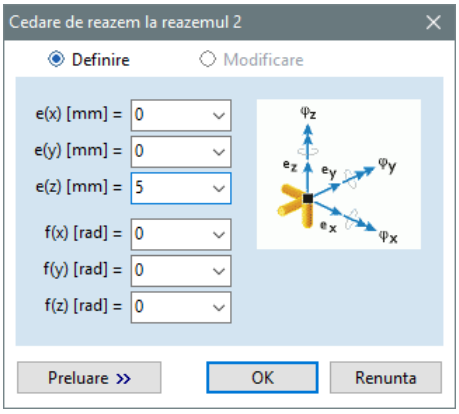
$$dT^{\neq} = T_1 - T_2$$



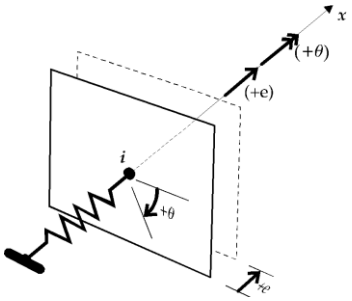
☞ ***Pentru elementele tip şaibă se ia în considerare numai componenta $dT^{=}$.***
Pentru elementele tip placă se ia în considerare numai componenta $dT^{\neq}$.

4.10.21. Cedare de reazem

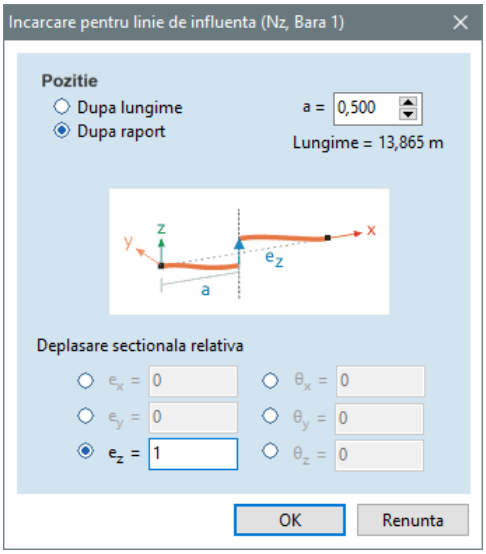
În direcţia rezemărilor reazemele nodale se încarcă cu deplasarea e [m] sau cu rotirea θ [rad]. Dacă deplasarea nodului este blocată pe direcţia componentei cedării de reazem (grad de libertate blocat), aceasta nu are efect asupra structurii.
Ordinea de mărime a rigidităţii reazemului trebuie să fie de 3-4 ori mai mare decât rigiditatea structurii pe direcţia reazemului. Cedarea de reazem este luată în considerare cu forţa $P_{reazem} = K_{reazem} \cdot e_{deplasare}$ care acţionează pe direcţia respectivă.



Semnele pozitive ale cedărilor de reazem sunt prezentate în figură:



4.10.22. Linii de influenţă

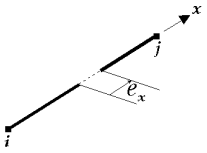


Pentru secţiunea barei selectate se poate da deplasarea relativă a secţiunii e_x /e_y /e_z /θ_x /θ_y /θ_z.

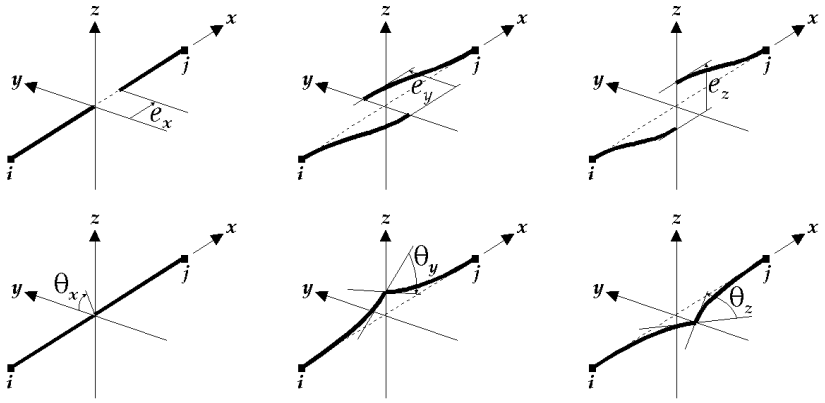
Pentru această încărcare componentele diagramelor de deplasare reprezintă linia de influenţă a secţiunii date a barei. Valoarea deplasărilor relative *e* sau θ trebuie să fie +1.00 sau -1.00.

☞ ***Încărcarea pentru linie de influenţă se poate defini numai în ipoteza de linie de influenţă***.
Vezi... 4.10.1 Ipoteze şi grupuri de încărcări

Zăbrea Pentru secţiunea barei selectate se poate da deplasarea relativă a secţiunii e_x. Pentru această încărcare, componentele diagramelor de deplasare reprezintă linia de influenţă a secţiunii date a barei. Valoarea deplasărilor relative e_x trebuie să fie +1.00 sau -1.00.



Bară Pentru secţiunea barei selectate se poate defini deplasarea relativă a secţiunii e_x /e_y /e_z /θ_x /θ_y /θ_z. Pentru această încărcare, componentele diagramelor deplasări reprezintă liniile de influenţă ale secţiunii date a barei. Valoarea deplasărilor relative *e* sau θ trebuie să fie +1.00 sau -1.00.



4.10.23. Calculul seismului – modul SE1

Modulul SE1 include mai multe instrumente care facilitează executarea analizei spectrului de răspuns modal (MRSA) în AxisVM. Instrumentele efectuează automat generarea de sarcină seismică în trei direcții ortogonale pentru fiecare mod de vibrație; calculul răspunsului structural pentru fiecare mod de vibrație și combinarea răspunsurilor modale într-un efect seismic predominant. Următorul ghid oferă informații despre setările și opțiunile disponibile în program și explică modul de utilizare a acestora. Datorită vastei literaturi a MRSA, nu este posibilă furnizarea unei explicații teoretice pas cu pas pentru aplicarea unei astfel de analize aici.

Standarde

Calculul seismic este efectuat în general după standardele europene (în cazul acesta, după Eurocod 8) și după anexe naționale în funcție de standardele selectate de utilizator. Sunt excluse: standardul elvețian și standardul unguresc, care nu sunt bazate pe Eurocod din toate punctele de vedere. Lista următoare conține standarde accesibile în program pentru calculul spectrului de răspuns:

Eurocod	*EN 1998-1:2004 (EC 8-1)* *Eurocode 8 Design of structures for earthquake resistance* *Part 1: General rules, seismic actions și rules for buildings*
EC nemțesc	*EN 1998-1:2004* *DIN EN 1998-1/NA:2011-01*
EC olandez	*NPR 9998:2015*
EC unguresc	*EN 1998-1:2004*
EC românesc	*P100-1-2013*
EC ceh	*EN 1998-1:2004*
EC slovac	*EN 1998-1:2004*
EC polonez	*EN 1998-1:2004*
EC danez	*EN 1998-1:2004*
EC austrian	*EN 1998-1:2004*
EC brit	*EN 1998-1:2004*
EC fin	*EN 1998-1:2004*
EC belgian	*EN 1998-1:2004*
EC suedez	*EN 1998-1:2004*
NTC italian	*DM 14/01/2008*
elvețian	*SIA 261:2003*
Standard Unguresc (MSZ)	

STAS românesc

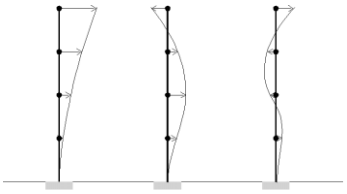
DIN 1045-1 nemțesc *DIN 4149:2005-04*

Procedura MRSA

Încărcările seismice sunt generate pe baza formelor de moduri de vibrație în toate codurile de proiectare. Încărcările sunt aplicate în analiza statică liniară, iar efectele mai multor forme de moduri de vibrație sunt combinate pentru a obține forțele interne de proiectare și deplasările structurii. Următoarele părți oferă detalii despre procesul de calcul. În primul rând, se prezintă procedura generală conform Eurocodului, urmată de un rezumat al modificărilor specifice a fiecărei țări.

4.10.23.1. Calculul încărcării seismice conform Eurocod 8

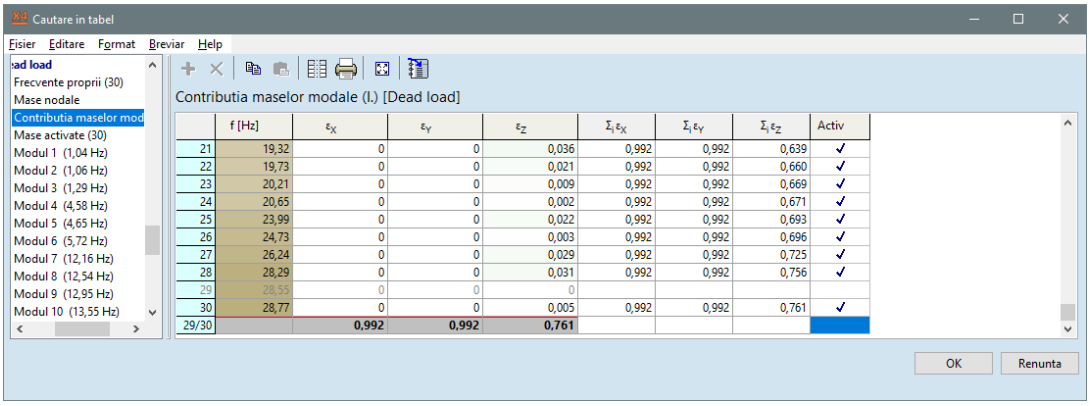
1. Calculul modurilor de vibrație



Generarea sarcinii seismice necesită informații despre frecvențele vibrațiilor libere și formele corespunzătoare ale modului. Astfel, primul pas în crearea încărcărilor seismice este calcularea unui număr suficient de mare de forme de mod și a frecvențelor de vibrație corespunzătoare. Această analiză este efectuată la fila Vibrații, executând o analiză a vibrațiilor (5.2).

Analiza vibrațiilor de prim ordin este de obicei suficientă pentru generarea de sarcini seismice. Rezultatele depind de rigiditatea elementelor structurale și de distribuția masei structurii. Masele pot fi determinate pe baza unei combinații de sarcini predefinite care reprezintă așa-numita masă seismică a structurii. În mod alternativ, utilizatorii pot pune mase aglomerate în modelul structural. Reducerea rigidității elementelor din beton armat poate fi luată în considerare automat..

Folosiți tabelul *Factorii de masă modală* din *Browserul tabelelor* pentru a verifica dacă numărul modurilor de vibrații calculate este suficient de mare pentru a îndeplini cerințele standardului aplicabil. Eurocodul 8 general are două cerințe: (1) masa totală considerată modală în fiecare direcție trebuie să depășească 90% din masa totală; (2) se iau în considerare toate formele de mod corespunzătoare unei mase modale mai mari de 5% din masa totală. Sumele factorilor de masă modală sunt afișate în partea de jos a tabelului.



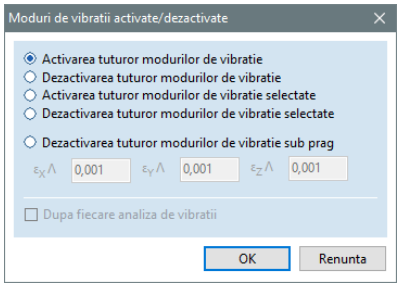
	f [Hz]	ε_X	ε_Y	ε_Z	$\Sigma_i\varepsilon_X$	$\Sigma_i\varepsilon_Y$	$\Sigma_i\varepsilon_Z$	Activ
21	19,32	0	0	0,036	0,992	0,992	0,639	✓
22	19,73	0	0	0,021	0,992	0,992	0,660	✓
23	20,21	0	0	0,009	0,992	0,992	0,669	✓
24	20,65	0	0	0,002	0,992	0,992	0,671	✓
25	23,99	0	0	0,022	0,992	0,992	0,693	✓
26	24,73	0	0	0,003	0,992	0,992	0,696	✓
27	26,24	0	0	0,029	0,992	0,992	0,725	✓
28	28,29	0	0	0,031	0,992	0,992	0,756	✓
29	28,55	0	0	0				
30	28,77	0	0	0,005	0,992	0,992	0,761	✓
29/30		0,992	0,992	0,761				

☞ ***Unele standarde prescriu proporţia minimă din masa totală care se ia în considerare la analiza modurilor de vibraţie.***

Ex. În cazul Eurocode 8 ε ≥ 0.9, adică suma maselor proporţionale trebuie să fie minim 90% din masa totală în fiecare direcţie analizată; trebuie luat în considerare fiecare mod de vibraţie a cărei masă proporţională este mai mare de 5%.

Apare valoarea afișată în roșu la modul de vibrație la care nu se satisface convergența.

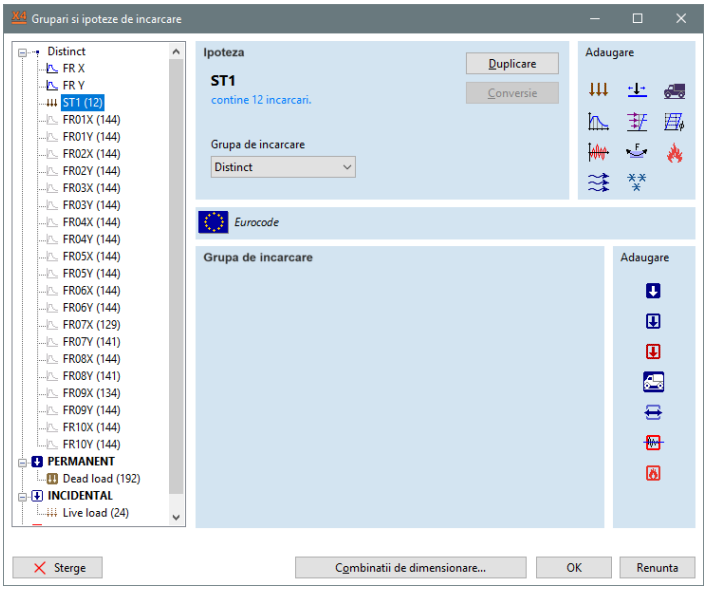
Modurile de vibraţie se pot activa sau dezactiva după necesitate. Din modurile de vibraţii dezactivate programul nu generează forţe seismice. În coloana *Activ* se poate activa sau dezactiva un mod de vibraţie.



Dacă în fereastră este activată opţiunea *Dezactivarea tuturor modurilor de vibraţie sub prag,* se poate seta ca programul să dezactiveze modurile de vibraţie mai mici decât valoarea definită pentru valorile ε_X, ε_Y şi ε_Z.
Utilizatorul poate indica ce forme de mod trebuie utilizate pentru generarea de sarcini seismice, prin introducerea unei bife în coloana Activă a tabelului..
Făcând clic dreapta pe orice celulă din coloana *Active* declanșează un meniu pop-up, unde se poate selecta dialogul Formați modul de *pornire/oprire*. Această fereastră de dialog permite utilizatorului să definească valorile de prag pentru filtrarea automată a modului în fiecare direcție. Caseta de selectare din partea de jos a ferestrei permite utilizatorului să solicite filtrarea automată după fiecare analiză a vibrațiilor.
Filtrarea modurilor de formă poate reduce semnificativ numărul de cazuri de încărcare seimică și, în consecință, timpul necesar pentru analiza statică.

2. *Deschidem o ipoteză de încărcare de tip seism*.

După ce formele de mod sunt disponibile, cazul încărcării seismice se va crea în fila *Încărcări* fereastra de dialog *Cazuri de încărcare* și *Grupuri de încărcare*. Selectați cazul de Încărcare dintre pictogramele Cazuri noi. Programul va crea automat mai multe cazuri de încărcare noi pentru încărcarea seismică, iar acestea vor fi completate de altele, după ce sunt stabilite detaliile generarii sarcinii seismice. Convenția de denumire pentru cazurile de încărcare este explicată în partea de analiză statică din această secțiune.



a.) *În cazul în care nu este calculat efectul de torsiune majorat:*

Ipoteza de încărcare cu terminaţia X. Rezultatele acestei ipoteze de încărcare conţin valorile maxime ale solicitărilor şi deplasărilor din seism pe direcţia X.

Ipoteza de încărcare cu terminaţia Y. Rezultatele acestei ipoteze de încărcare conţin valorile maxime ale solicitărilor şi deplasărilor din seism pe direcţia Y.

Ipoteza de încărcare cu terminaţia Z. Rezultatele acestei ipoteze de încărcare conţin valorile maxime ale solicitărilor şi deplasărilor din seism pe direcţia Z.

Ipoteza de încărcare cu terminaţia + şi -. Rezultatele acestor două ipoteze de încărcare conţin valorile maxime ale solicitărilor şi deplasărilor din seism pe direcţiile X, Y, Z .

b.) *În cazul în care este calculat efectul de torsiune majorat:*

Ipoteza de încărcare cu terminaţia Xa. Rezultatele acestei ipoteze de încărcare conţin valorile maxime ale solicitărilor şi deplasărilor din seism pe direcţia X şi din efectul de torsiune cu excentricitatea **+** .

Ipoteza de încărcare cu terminaţia Xb. Rezultatele acestei ipoteze de încărcare conţin valorile maxime ale solicitărilor şi deplasărilor din seism pe direcţia X şi din efectul de torsiune cu excentricitatea **-** .

Ipoteza de încărcare cu terminaţia Ya. Rezultatele acestei ipoteze de încărcare conţin valorile maxime ale solicitărilor şi deplasărilor din seism pe direcţia Y şi din efectul de torsiune cu excentricitatea **+** .

Ipoteza de încărcare cu terminaţia Yb. Rezultatele acestei ipoteze de încărcare conţin valorile maxime ale solicitărilor şi deplasărilor din seism pe direcţia Y şi din efectul de torsiune cu excentricitatea **-** .

Ipoteza de încărcare cu terminaţia Z. Rezultatele acestei ipoteze de încărcare conţin valorile maxime ale solicitărilor şi deplasărilor din seism pe direcţia Z.

Ipoteza de încărcare cu terminaţia 1+ şi 1-. Rezultatele acestor două ipoteze de încărcare conţin suma valorilor maxime ale solicitărilor şi deplasărilor din seism pe direcţiile Xa, Ya, Z cu semn pozitiv şi negativ.

Ipoteza de încărcare cu terminaţia 2+ şi 2 -. Rezultatele acestor două ipoteze de încărcare conţin suma valorilor maxime ale solicitărilor şi deplasărilor din seism pe direcţiile Xa, Yb, Z cu semn pozitiv şi negativ.

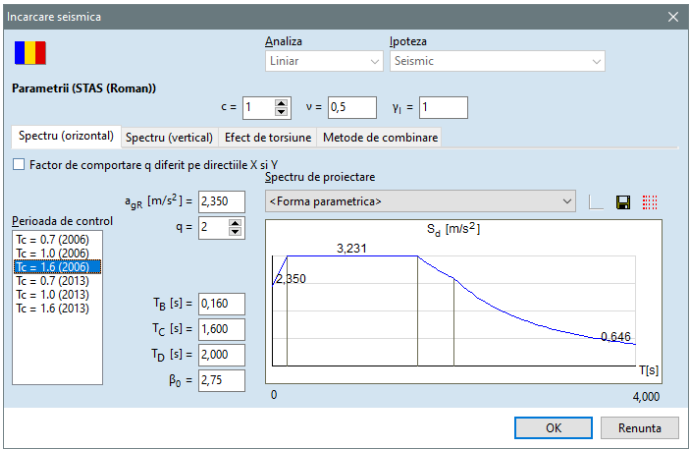
Ipoteza de încărcare cu terminaţia 3+ şi 3 -. Rezultatele acestor două ipoteze de încărcare conţin suma valorilor maxime ale solicitărilor şi deplasărilor din seism pe direcţiile Xb, Ya, Z cu semn pozitiv şi negativ.

Ipoteza de încărcare cu terminaţia 4+ şi 4 -. Rezultatele acestor două ipoteze de încărcare conţin suma valorilor maxime ale solicitărilor şi deplasărilor din seism pe direcţiile Xb, Yb, Z cu semn pozitiv şi negativ.

☞ ***Efectul seismic pe direcţia Z va fi luat în considerare numai dacă a fost definit spectrul de răspuns pe direcţia verticală.***

3. ***Setarea parametrilor seismului.***

În fereastra de dialog se pot introduce spectrul de proiectare şi următoarele caracteristici pentru seism.



☞ ***Fereastra de dialog şi parametrii descrişi aici nu sunt identici la fiecare standard. Pe aceştie îi vom detalia mai târziu.***

După închiderea ferestrei de dialog se vor genera următoarele ipoteze de încărcare.

Ipoteze de încărcare cu terminaţia 01X ,02X, ...nX. Acestea conţin forţele seismice aparţinând modurilor de vibraţie provenite din efectul seismic pe direcţia X.

Ipoteze de încărcare cu terminaţia 01Y, 02Y, ...nY. Acestea conţin forţele seismice aparţinând modurilor de vibraţie provenite din efectul seismic pe direcţia Y.

Ipoteze de încărcare cu terminaţia 01Z, 02Z, ...nZ. Acestea conţin forţele seismice aparţinând modurilor de vibraţie provenite din efectul seismic pe direcţia Z.

Ipoteze de încărcare cu terminaţia 01tX, 02tX, ...ntX. Acestea conţin forţele din efectul de torsiune majorat provenite din efectul seismic pe direcţia X.

Ipoteze de încărcare cu terminaţia 01tY, 02tY, ...ntY. Acestea conţin forţele din efectul de torsiune majorat provenite din efectul seismic pe direcţia Y.

Prima filă a ferestrei de dialog permite utilizatorului să stabilească detalii ale **spectrului de răspuns orizontal**. Spectrul de răspuns orizontal este utilizat pentru a calcula sarcinile statice echivalente pentru fiecare formă a modului de vibrație în două direcții orizontale. Spectrul poate fi generat automat folosind funcțiile date în EC8-1 4.2.4 și parametrii furnizați de utilizator sau poate fi definit un spectru personalizat în editorul de Funcții Spectrale.

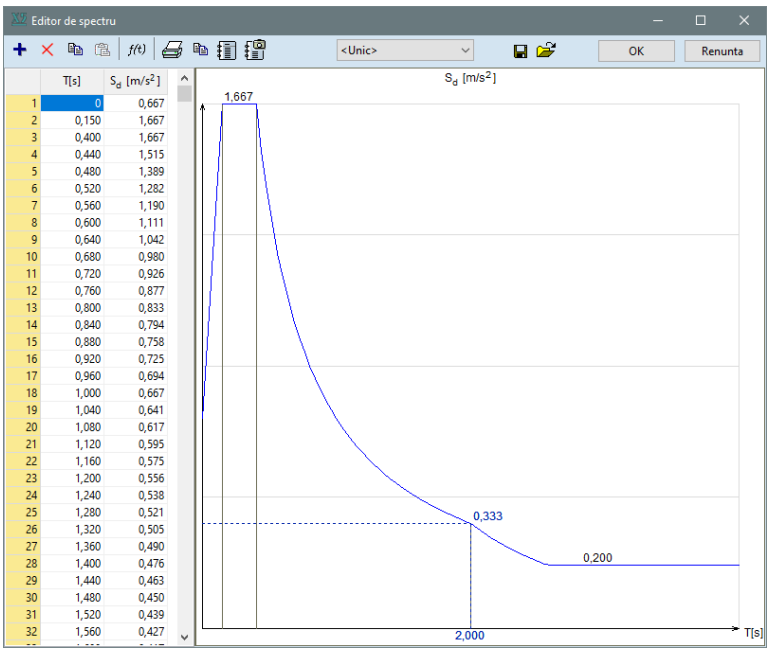
Editor de funcții spectrale pentru a crea spectre personalizate

Salvați spectrul ca...

Afișează perioada de timp a formelor modale calculate: activează / oprește afișarea perioadelor de timp furnizate de analiza vibrațiilor. Perioadele de timp sunt marcate de o linie roz verticală la valoarea T respectivă.

Spectrul generat automat utilizează următorii parametri:
a_{gR} - accelerația maximă de referință a pământului pe roca m/s2
q - Factor de comportament pentru reducerea efectelor seismice orizontale conform CE 8-1 3.2.2.5 (3) P. După verificarea diferitor factori q în direcțiile X și Y, valorile q_X și q_Y independente pot fi definite de utilizator.
S, T_B, T_C, T_D - Parametri specifici solului care definesc forma spectrală. Dacă tipul de sol este selectat din lista de clase de sol, acești parametri sunt încărcați automat în conformitate cu Tabelele 3.2 și 3.3 din CE 8-1. Fiecare valoare poate fi anulată de utilizator.
β - Factorul legat inferior pentru spectrul de proiectare orizontală. Valoarea recomandată în EC 8-1 3.2.2.5 (4) P este 0,2.
γ_I - Factorul de importanță conform CE 8-1 4.2.5
q_d - Factorul de comportament al deplasării conform CE 8-1 4.3.4 (1) P

Spectrele personalizate sunt definite în *Editorul funcțiilor spectrale* după setarea spectrului de proiectare de la forma parametrică la personalizată. Spectrele sunt create în editor printr-o aproximare liniară în formă de piesă a formei spectrale pe o listă de perioadă naturală predefinită - perechi de coordonate de accelerație spectrală.
Coordonatele pot fi editate, copiate sau inserate din alte programe.



	T[s]	Sd [m/s2]
1	0	0,667
2	0,150	1,667
3	0,400	1,667
4	0,440	1,515
5	0,480	1,389
6	0,520	1,282
7	0,560	1,190
8	0,600	1,111
9	0,640	1,042
10	0,680	0,980
11	0,720	0,926
12	0,760	0,877
13	0,800	0,833
14	0,840	0,794
15	0,880	0,758
16	0,920	0,725
17	0,960	0,694
18	1,000	0,667
19	1,040	0,641
20	1,080	0,617
21	1,120	0,595
22	1,160	0,575
23	1,200	0,556
24	1,240	0,538
25	1,280	0,521
26	1,320	0,505
27	1,360	0,490
28	1,400	0,476
29	1,440	0,463
30	1,480	0,450
31	1,520	0,439
32	1,560	0,427

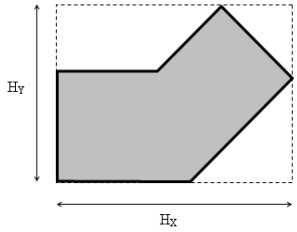
A doua filă a ferestrei de dialog Încărcare seismică corespunde parametrilor **spectrului de răspuns vertical**. Rețineți că efectul excitației seismice în direcția verticală (Z) este luat în considerare numai dacă este definit un spectru de răspuns vertical. Încărcările verticale nu sunt generate în mod implicit. Parametrii și aspectul acestei file sunt identici cu primul.

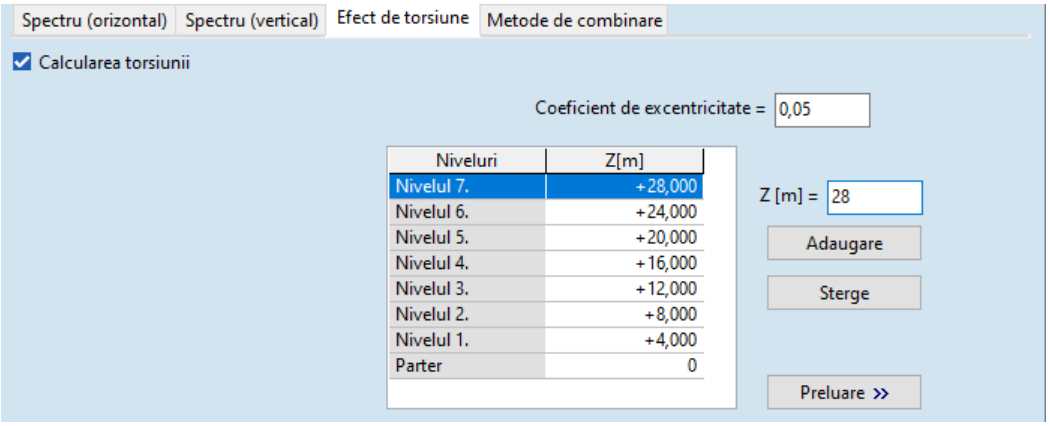
A treia filă permite utilizatorului să decidă dacă trebuie luate în considerare efectele de torsiune din cauza excentricității accidentale. Dacă utilizatorul dorește să ia în considerare astfel de efecte, atunci programul calculează momente de torsiune suplimentare în jurul axei verticale pentru fiecare poveste și fiecare formă a modului. Mărimea momentelor de torsiune depinde de încărcătura orizontală și excentricitatea fiecărui etaj.
Sarcinile orizontale sunt prelevate din cazurile de încărcare corespunzătoare fiecărui mod de vibrație și direcției orizontale.
Mărimea excentricității în raport cu dimensiunea totală a fiecărei povești este definită de utilizator. În CE 8-1 4.3.2 (1) P se recomandă o excentricitate accidentală de 5%.

Momentele de torsiune sunt calculate cu următoarele expresii:

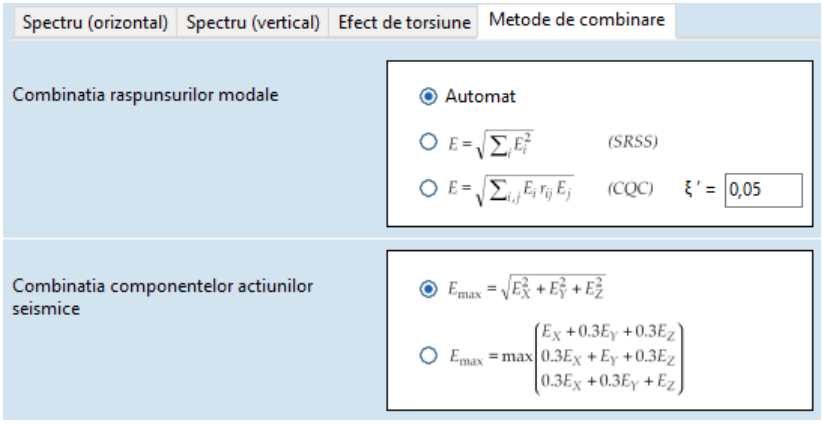
$$T_{X,i,j} = F_{X,i,j} \cdot (\pm e H_{Y,i})$$
$$T_{Y,i,j} = F_{Y,i,j} \cdot (\pm e H_{X,i})$$

unde F este forța orizontală în modul j la etajul i[th]; H este dimensiunea etajului i[th] în direcția X sau Y dată. Momentele de torsiune sunt considerate cu semne + sau -, dar întotdeauna cu același semn la toate etajele.





Ultima filă a ferestrei de dialog *Încărcare seismică* oferă control asupra combinației de rezultate pentru modurile individuale și direcțiile individuale. Rezultatele din modurile individuale pot fi combinate folosind fie Rădăcina pătrată a sumei pătratelor (SRSS), fie metoda Combinării Quadratice complete (CQC). Acesta din urmă este considerat mai adecvat dacă modurile de vibrație ale structurii nu sunt bine separate (adică frecvențele de vibrație sunt apropiate unele de altele).
Selectarea opțiunii automate permite programului să decidă automat dacă aplicarea metodei CQC este garantată de rezultatele vibrațiilor. Programul consideră că modurile i și j sunt bine separate dacă se menține următoarea condiție: Tj / Ti <0.9.
Rezultatele pe cele două direcții orizontale și verticale pot fi combinate utilizând oricare dintre cele două metode de combinație utilizate frecvent afișate în fereastra de dialog.



După ce parametrii de încărcare sunt setați și fereastra de dialog *Încărcare seismică* este închisă făcând clic pe butonul OK, programul generează un caz de încărcare pentru fiecare mod și direcție în funcție de setările definite de utilizator. Următoarele convenții de denumire sunt utilizate pentru aceste cazuri de încărcare:
Cazurile de încărcare care se termină în **01X, 02X, ... nX, 01Y, 02Y, ... nY, 01Z, 02Z, ... nZ** sunt forțele echivalente în direcția X, Y sau Z corespunzătoare formelor individuale ale modului.
Cazurile de încărcare care se termină în **01tX, 02tX, ... ntX, 01tY, 02tY, ... ntY** sunt momentele de torsiune datorate excentricității accidentale în direcția X sau Y.

4. Efectuați analize statice liniare și evaluați rezultatele
Analiza spectrului de răspuns modal utilizează o combinație de rezultate ale analizei statice liniare pentru a obține efectele seismice de proiectare pentru structura analizată. După crearea cazurilor de încărcare pentru fiecare mod de vibrație în fiecare direcție, următorul pas în procedura MRSA este de a efectua analizele statice liniare. Programul va calcula automat efectul fiecărui mod în fiecare direcție și va combina aceste efecte în funcție de setările din fereastra de dialog Încărcare seismică.
După efectuarea analizelor statice liniare, există mai multe cazuri de încărcare seismică disponibile în lista rezultatelor din fila *Static*. Folosim următoarea convenție de denumire pentru cazuri de încărcare seismică:
Pe lângă cazurile de încărcare corespunzătoare modurilor individuale, există două tipuri de rezultate suplimentare. Numele de cazuri de încărcare care se termină în **X, Y sau Z** conțin răspunsul combinat din rezultatele modale în direcția **X, Y sau Z**. Dacă este considerată o excentricitate accidentală, există o suplimentare **a sau b** în numele cazurilor de încărcare corespunzătoare direcțiilor orizontale. Literele **a sau b** corespund unor efecte torsionale cu excentricitate pozitivă sau negativă. **Ya**, de exemplu, este o combinație de rezultate modale în direcția Y, având în vedere efectul excentricității pozitive a maselor seismice în direcția X.
Combinația cazurilor de încărcare în direcțiile X, Y, Z este efectuată automat de program. O astfel de combinație dă un singur rezultat unanim, dacă nu există o excentricitate accidentală. Dacă se presupune o excentricitate accidentală, combinația de efecte din mai multe direcții este mai ambiguă. Există patru cazuri de bază luate în considerare în program, în funcție de direcția excentricității în cazurile de încărcare X și Y. Fiecare dintre următoarele combinații sunt efectuate și stocate într-un caz de încărcare, cu numele său care se termină cu numărul particular:

1 = Xa + Ya + Z
2 = Xa + Yb + Z
3 = Xb + Ya + Z
4 = Xb + Yb + Z

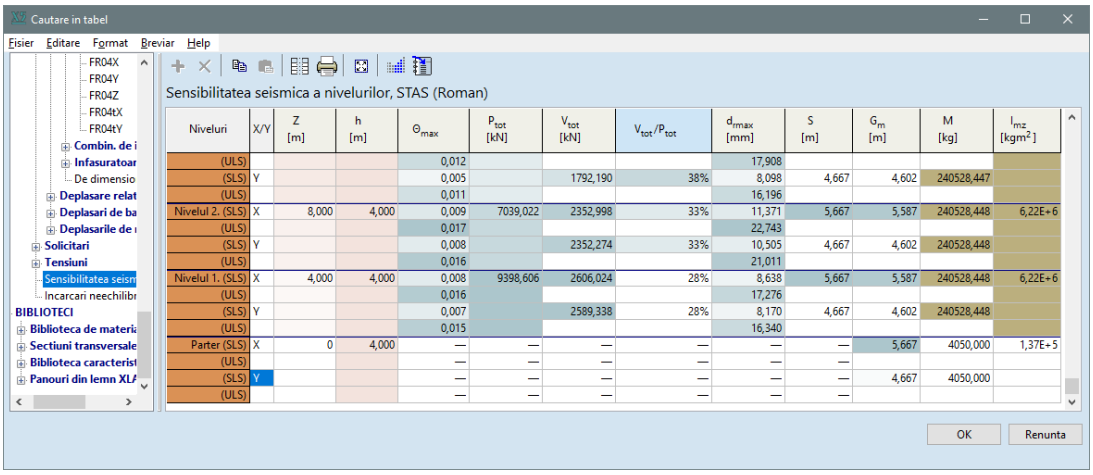
Rezultatele MRSA sunt valori absolute prin definiție. Prin urmare, cazurile de încărcare prezentate mai sus ar conține doar valori pozitive. Cel mai puțin favorabil scenariu de încărcare este o combinație de efecte seismice și efecte din alte surse, cum ar fi încărcarea gravitațională. Crearea acestei combinații de încărcare este facilitată în program, prin furnizarea a două cazuri de încărcare pentru fiecare încărcare seismică: efectele seismice cu efecte pozitive și seismice doar cu valori negative sunt identificate cu **un semn + și -** la sfârșitul numelui cazului de încărcare respectiv. Rețineți că valorile absolute ale răspunsurilor corespunzătoare (forțe interne, deplasări etc.) sunt identice în cazurile de + și - încărcare.

Rezultatele deplasării afișate în fila Static sunt scalate automat de factorul q_d specificat în fereastra de dialog Încărcări Seismice.

Efectele de ordinul doi din cauza neliniarității geometrice sunt luate în considerare la evaluarea rezultatelor MRSA. Programul acceptă astfel de calcule cu informațiile din tabelul cu Sensibilitatea seismică a etajelor din Browserul de tabele. Rezultatele independente sunt disponibile în tabel pentru fiecare direcție orizontală.

Următoarele cantități sunt calculate de program:
θmax – indicele de stabilitate plastică, cunoscut și sub denumirea de coeficientul de sensibilitate la drift inter-etaj conform EC8-1 4.4.2.2 (2*)*
$\boldsymbol{P_{tot}}$ – sarcina gravitațională totală deasupra etajului
$\boldsymbol{V_{tot}}$ – forfecarea seismică totală a etajului
$\boldsymbol{d_{max}}$ – deplasare inter-etaje de proiectare calculată ca deplasare relativă a centrelor de nivel corespunzător

S – locația centrului de forfecare
***G*$_m$** – localizarea centroidului
M – masa de nivel
***I*$_{mz}$** – moment de inerție la nivelul centroidului în jurul axei Z



Niveluri	X/Y	Z [m]	h [m]	Θ_{max}	P_{tot} [kN]	V_{tot} [kN]	V_{tot}/P_{tot}	d_{rmax} [mm]	S [m]	G_m [m]	M [kg]	I_{mz} [kgm^2]
(ULS)				0,012				17,908				
(SLS)	Y			0,005		1792,190	38%	8,098	4,667	4,602	240528,447	
(ULS)				0,011				16,196				
Nivelul 2. (SLS)	X	8,000	4,000	0,009	7039,022	2352,998	33%	11,371	5,667	5,587	240528,448	6,22E+6
(ULS)				0,017				22,743				
(SLS)	Y			0,008		2352,274	33%	10,505	4,667	4,602	240528,448	
(ULS)				0,016				21,011				
Nivelul 1. (SLS)	X	4,000	4,000	0,008	9398,606	2606,024	28%	8,638	5,667	5,587	240528,448	6,22E+6
(ULS)				0,016				17,276				
(SLS)	Y			0,007		2589,338	28%	8,170	4,667	4,602	240528,448	
(ULS)				0,015				16,340				
Parter (SLS)	X	0	4,000	—	—	—	—	—	—	5,667	4050,000	1,37E+5
(ULS)				—	—	—	—	—	—			
(SLS)	Y			—	—	—	—	—	—	4,667	4050,000	
(ULS)				—	—	—	—	—	—			

Coeficient de majorare al ipotezei sesismice

Eurocodul ne dă posibilitatea de a majora ipotezele seismice din combinațiile de dimenionare, la dimensionarea elementelor structurale, cu un coeficient f_{se}.

Programul permite definirea acestui coeficient în următoarele dimensionări:

6.5.1 Calculul parametrilor de armare și calculul armăturii pentru elemente plane
6.5.10.3 Verificarea armăturii efective din grinzi
6.5.10.5 Dimensionare armare grindă conform Eurocod 2
6.5.11.2 Verificarea la străpungere conform STAS
6.5.12 Dimensionarea fundațiilor conform Eurocod 7
6.6.2 Verificarea barelor de oţel conform Eurocod 3
6.6.5 Verificare îmbinare cu şuruburi

4.10.23.2. Calcul seism conform STAS (P100-2013)

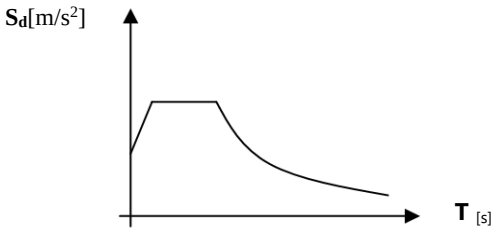
P100-2013

Spectrul de proiectare
S$_d$(T) (pentru analiză liniară)
Programul foloseşte două spectre de proiectare pentru analiză: unul pentru efecte seismice orizontale şi unul pentru efecte seismice verticale.

Spectrele de proiectare se pot defini prin două metode

1.) Diagramă definită de utilizator
2.) Forma parametrică după P100

Spectrul de proiectare parametric pentru efectul seismic pe direcţia orizontală:



$0 \le T < T_B$: $S_d(T) = a_g \left[1 + \frac{\frac{\beta_0}{q} - 1}{T_B} T \right]$

$T_B \le T < T_C$: $S_d(T) = a_g \frac{\beta_0}{q}$

$T_C \le T < T_D$: $S_d(T) = a_g \frac{\beta_0}{q} \frac{T_C}{T}$

$T_D \le T$: $S_d(T) = a_g \frac{\beta_0}{q} \frac{T_C T_D}{T^2}$

unde:
S, T_B, T_C, T_D: sunt conform P100-2013

Aceşti parametri sunt diferiţi funcţie de clasa terenului de fundare şi de spectrul seismic.

Interval mediu de recurenţă a magnitudinii cutremurului	Valori ale perioadelor de control (colţ)			
IMR = 100ani, Pentru starea limită ultimă	T_B, s	0,07	0,10	0,16
	T_C, s	0,7	1,0	1,6
	T_D, s	3	3	2

☞ ***Parametrii de mai sus pot fi modificaţi la definirea spectrelor de răspuns.***
a_g : acceleraţia terenului
β_0 : este factorul de amplificare dinamică maximă a acceleraţiei orizontale a terenului de către structură
q : coeficient de comportare la efectul de seism în direcţie orizontală, coeficient care depinde de tipul şi materialul structurii. Valoarea coeficientului de comportare q face legătura între calculul elastic liniar şi comportarea neliniară (elasto-plastica) a structurii.

Spectrul de proiectare parametric pentru efectul vertical al seismului:

Spectrul de proiectare pentru efectul vertical se calculează din spectrul orizontal al seismului, după cum urmează.

Valorile **a_g** şi **q** se vor înlocui cu **a_{vg}** şi **q_v,** respectiv cu valorile **S_{ve}, T_{Bv}, T_{Cv}, T_{Dv}**.

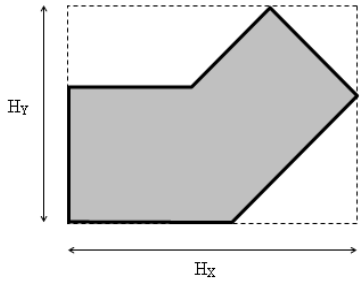
Acceleraţia seismică a terenului pe direcţie verticală, valoare de dimensionare:
a_{vg} = 0,7 a_g
Coeficient de comportare la efectul de seism pe direcţie verticală:
q_v=1.5 pentru toate materialele

Perioadele de colţ:

T_{Bv} = 0,10 T_{Cv}
T_{Cv} = 0,45 T_C
T_{Dv} = T_D.

Efect de torsiune/opţional/conform P100-2013
Programul determină forţele de torsiune majorate, în jurul axei verticale pentru fiecare nivel şi mod de vibraţie, aceste forţe provenind din excentricităţile aleatoare ale maselor.

Dimensiunile maxime în direcţiile X şi Y ale diferitelor nivele.



Moment de torsiune majorat din efectul de seism pe direcţiile X şi Y.

$$M_{tXi} = F_{Xi} \cdot (\pm 0{,}05 \cdot H_{Yi})$$

$$M_{tYi} = F_{Yi} \cdot (\pm 0{,}05 \cdot H_{Xi})$$

unde:

FXi şi ***FYi*** reprezintă forţa de nivel corespunzător modului de vibraţie pe nivelul **i** din efectul de seism pe direcţia X sau Y. Programul ia în considerare momentul de torsiune majorat atât cu semnul pozitiv, cât şi cu cel negativ (identic pe toate nivelurile).

Forţe seismice generate

$$F_{b,k} = \gamma_I S_d(T_k)\, m_k$$

unde:

m_k este masa modală efectivă asociată modului propriu de vibraţie *k* şi se determină cu relaţia

$$m_k = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} m_i s_{i,k}\right)^2}{\sum_{i=1}^{n} m_i s_{i,k}^2}$$

unde:

γ este factorul de importanta-expunere al constructiei

m_i masa de nivel

T_k perioada proprie în modul propriu de vibraţie k

$S_d(T_k)$ ordonata spectrului de răspuns de proiectare corespunzătoare perioadei fundamentale T_k

$s_{i,k}$ componenta vectorului propriu în modul de vibraţie k pe direcţia gradului de libertate dinamică de translaţie la nivelul "i"

Forţa seismică ce acţionează în nodul "i" se calculează cu relaţia

$$F_{i.k} = F_{b,k} \frac{m_i s_{i.k}}{\sum_{i=1}^{n} m_i s_{i,k}}$$

Etapele de calcul

Efectul seismului este calculat pe trei direcţii independente:

Direcţia X globală (orizontală)
Direcţia Y globală (orizontală)
Direcţia Z globală (verticală)/opţional/

☞ ***Programul ia în considerare efectul seismului pe direcţia X şi Y ca efecte simultane, dar independente ca efect static.***

Combinaţia de răspuns modal pe o direcţie a efectului seismic

Programul aplică două metode pentru determinarea maximelor solicitărilor şi deplasărilor.

1. *Metoda SRSS (Square Root of Summ of Squares):*

$$E = \sqrt{\sum_i E_i^2}$$

2. *Metoda CQC (Complete Quadratic Combination):*

$$E = \sqrt{\sum_i \sum_j E_i \cdot \rho_{ij} \cdot E_j}$$

unde:
E componenta solicitării sau deplasării unui punct.

Combinaţiile efectelor seismice pe o direcţie
Programul aplică două metode pentru determinarea componentelor efectelor seismice pe o direcţie dată.
Valorile maxime ale solicitărilor şi deplasărilor (*E*) din încărcările seismice pe direcţiile X, Y, Z apărute simultan.

1. *Calculul cu media pătratică:*

$$E = \sqrt{E_X^2 + E_Y^2 + E_Z^2}$$

2. Combinaţia „30%":

$$E = \max \begin{vmatrix} E_X "+" 0.3E_Y "+" 0.3E_Z \\ 0.3E_X "+" E_Y "+" 0.3E_Z \\ 0.3E_X "+" 0.3E_Y "+" E_Z \end{vmatrix}$$

unde:
E_X, E_Y, E_Z sunt valorile maxime independente pe direcţiile X, Y, resp. Z.

Calculul deplasărilor pentru SLS
Metoda de calcul a deplasărilor luând în considerare comportarea neliniară.

$$d_s = \upsilon \, q \, d_e$$

unde:
u: factor de reducere care ţine seama de perioada de revenire mai scurtă a acţiunii seismice
d_e: deplasarea aceluiaşi punct din sistemul structural, determinată prin calcul static elastic sub încărcări seismice de proiectare

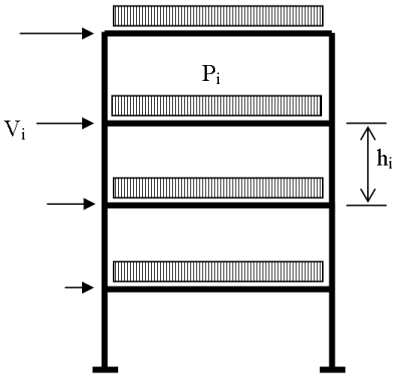
Calculul deplasărilor pentru ULS
Metoda de calcul a deplasărilor luând în considerare comportarea neliniară.

$$d_s = c \, q \, d_e$$

unde:
c: factor supraunitar care ţine seama de faptul că în răspunsul seismic inelastic cerinţele de deplasare sunt superioare celor din răspunsul elastic

Verificarea sensibilităţii de ordinul doi
Programul verifică la finalul calculului seismic sensibilitatea fiecărui nivel la efect seismic de gradul doi. Calculează pentru fiecare nivel un factor de sensibilitate seismic θ din efect de seism pe direcţiile X şi Y.

$$\theta = \frac{P_{tot} \cdot d_r}{V_{tot} \cdot h}$$



unde:

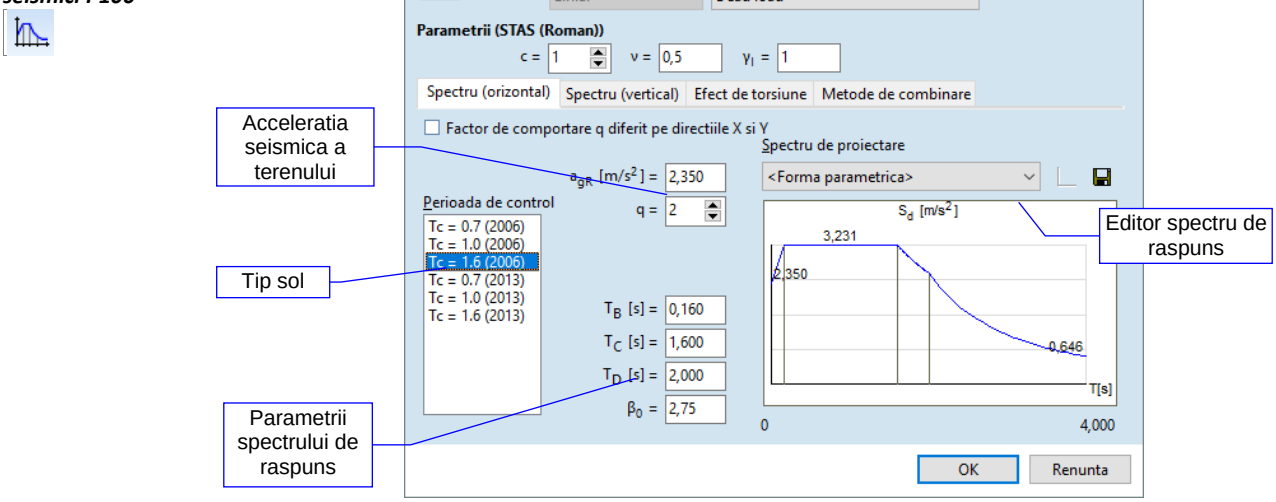
P_{tot} este suma încărcărilor gravitaţionale deasupra nivelului current

d_r este deplasarea între nivele calculata din valorile medii ale diferenţelor între deplasările de nivel din efect de seism pe direcţiile X sau Y

V_{tot} este suma eforturilor de forfecare deasupra nivelului current din efect de seism pe direcţiile X sau Y

h este înălţimea nivelului curent

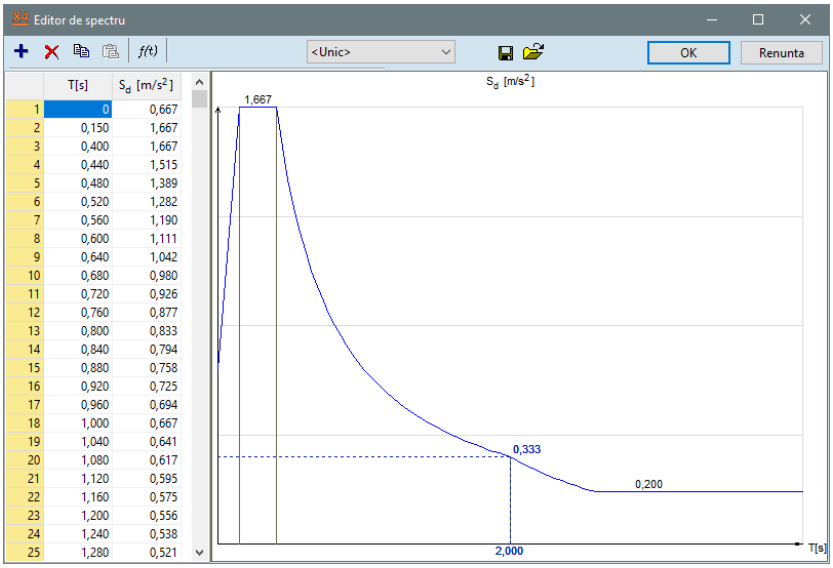
Setarea parametrilor seismici P100



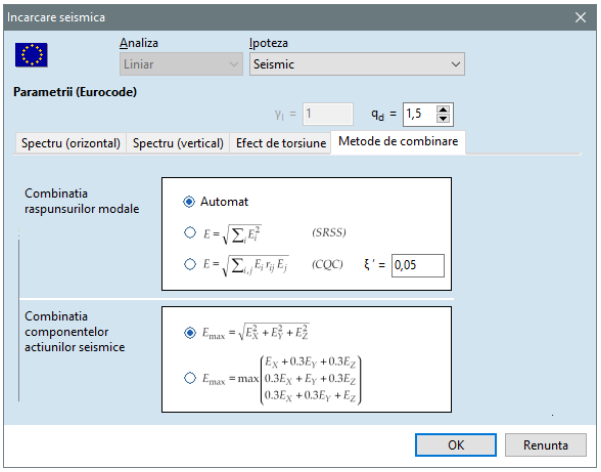
În fereastra de dialog se pot seta parametrii seismici, spectrele de răspuns, respectiv se pot seta modurile de combinaţie.

Editor de spectre de răspuns

Dacă veţi schimba tipul spectrului din forma *Parametrică* la forma *Unică*, după care apăsaţi butonul *Spectru răspuns*, apare fereastra de dialog de mai jos. Aici funcţia spectrului de răspuns se poate defini prin puncte sau se poate modifica direct.



Modurile de combinaţie



Setarea combinaţiilor modurilor de răspuns

Automat

Dacă este satisfăcuta relaţia $T_j / T_i < 0.9$ pentru toate perioadele de vibrare luate în considerare (deci modurile de vibrare sunt considerate independente) atunci programul va aplica metoda SRSS, altfel metoda CQC.

Combinaţia componentelor efectelor seismice

Utilizatorul poate să aleagă între valoarea medie pătratică sau însumarea cu valoarea *30%*.

4.10.24. Încărcări Pushover – modul SE2

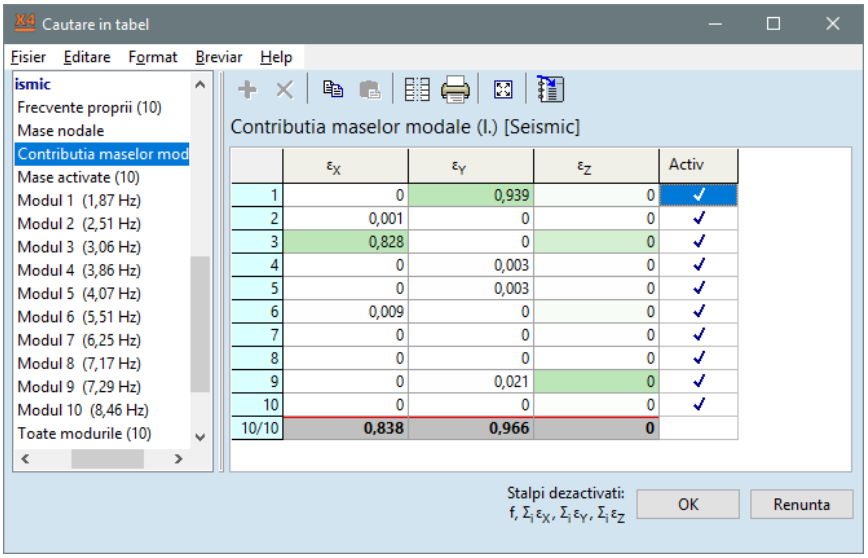
Încărcările Pushover sunt calculate conform Eurocode 8 (EN 1998-1:2004). Pentru generarea încărcării, programul foloseşte rezultatele (valori şi vectori proprii) analizei modale, deci încărcările se pot genera numai dacă sunt rezultate de la o analiză modală.

Etapele generării încărcării Pushover

În continuare se vor prezenta definirea ipotezelor de încărcare Pushover, a parametrilor de calcul şi efectuarea analizei statice neliniare.

1. Determinarea valorilor şi vectorilor proprii

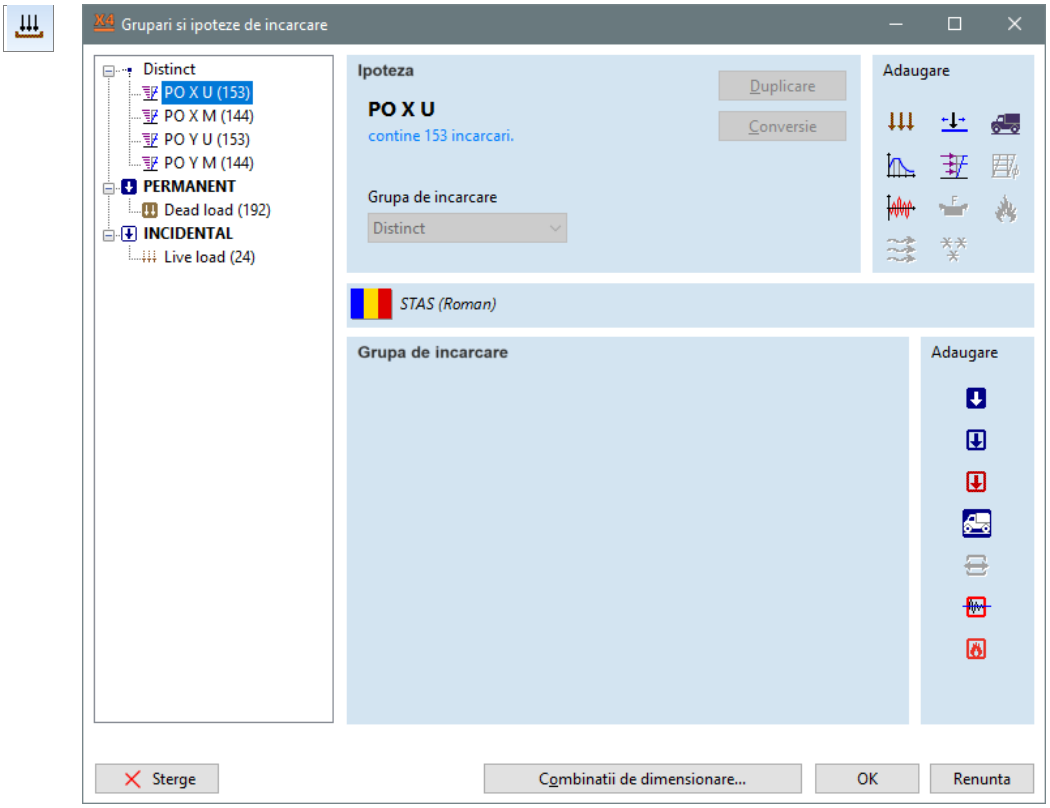
Dacă pe model sunt definite încărcări statice, analiza modală se va rula cu opţiunea Convertirea încărcarilor în mase. Cu această opţiune se poate ţine cont de masele definite ca şi încărcare şi se pot genera încărcările Pushover. După efectuarea analizei modale este necesară verificarea coeficienţilor de echivalenţă. Aceste informaţii se găsesc în tabel.



În Eurocode 8 nu sunt indicaţii referitoare la coeficienţii de echivalenţă, fiindcă analiza pushover dă rezultate satisfăcătoare şi pentru structuri cu forme de vibraţii dominante pe cele două direcţii orizontale. Coeficienţii de echivalenţă pentru diferite moduri de vibraţie se găsesc în tabelul *Coeficienţi de echivalenţă*. Având în vedere că pentru analiza pushover este necesar un singur mod de vibraţie, valoarea coeficienţilor de echivalenţă nu este hotărâtor. Ca urmare este necesară determinarea modurilor de vibraţie dominante.

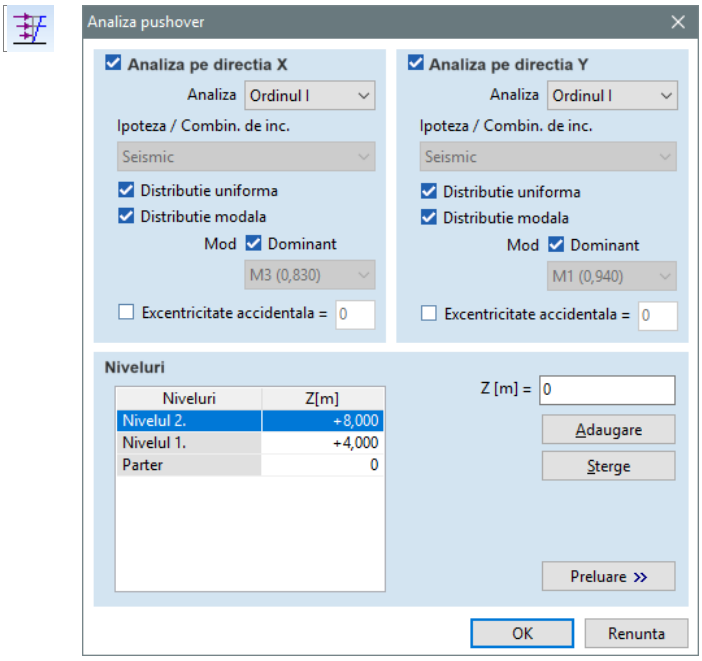
2. Definirea ipotezelor de încărcare Pushover

În fereastra ipotezelor de încărcare se pot defini, şterge şi redenumi ipoteze de încărcare pushover. La definirea încărcării pushover se vor genera patru ipoteze de încărcare.



3. Definirea parametrilor încărcărilor Pushover

Parametrii ipotezelor de încărcare pushover se pot defini în fereastra Analiza pushover.



Parametrii pentru generarea încărcărilor se pot defini la partea superioară a ferestrei, iar cotele de nivel la partea inferioară. (Aici vor fi afişate şi cotele de nivel definite anterior.)
Pe primul rând al ferestrei se poate dezactiva generarea încărcărilor pe o direcţie. Această funcţie este utilă la modele plane. Pentru fiecare direcţie se poate ataşa tipul vibraţiilor libere şi ipoteza de încărcare aferentă. După aceasta se poate opta pentru distribuirea modală sau uniformă a încărcărilor. În cazul distribuţiei uniforme, mărimea încărcărilor depind numai de mărimea maselor. În cazul distribuţiei modale, încărcările se vor determina în funcţie de mase şi vectori proprii. Încărcările generate în toate cazurile sunt paralele şi suma lor cu semne este egal cu 1kN.
În cazul distribuţiei modale, modul de vibraţie propus de program pentru analiză se poate schimba. În Eurocod este recomandată utilizarea modului de vibraţie predominant. Schimbarea modului de vibraţie ales de program este recomandată numai pentru utilizatorii experimentaţi. Valorile din paranteze după modul de vibraţie sunt coeficienţii de participare.
În plus putem definii o excentricitate accidentală din care programul generează momente incovoietoare pe fiecare nivel ca niste forţe statice echivalente.
Încărcările pushover se vor genera numai după închiderea ferestrei. Concomitent se vor şterge ipotezele de încărcare inutile.

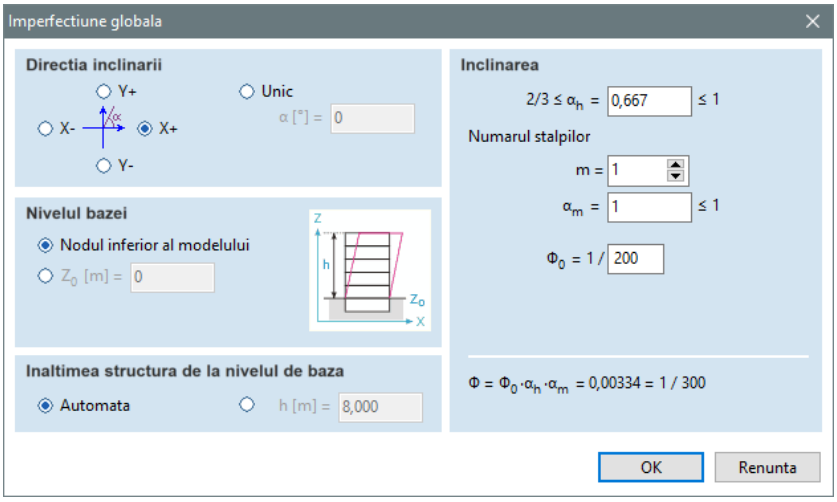
4. Rularea analizei statice neliniare

După definirea încărcărilor pushover, este necesară rularea analizei statice neliniare. Se va alege opţiunea Pushover şi ipotezele de încărcare constante sau cu parametri. Ipotezele de încărcare cu parametri sunt ipotezele de încărcare pushover dar se pot utiliza şi alte ipoteze de încărcare. De regulă, ipoteza de încărcare constantă conţine încărcări gravitaţionale. Pentru setări detaliate vezi 6.1 Statică

Pentru nodul de control se va alege nodul cel mai înalt al modelului. Este important ca direcţia analizei să coincidă cu direcţia forţelor. Stabilitatea analizei se poate imbunătăţii cu mărirea incrementelor. La analiza pushover se recomandă utilizarea neliniarităţii geometrice. Analiza se poate lansa cu butonul OK.

Curbele de capacitate şi rezultatele le **vezi** la 6.1.4 Curbe de capacitate Pushover

4.10.25. Imperfecţiunea globală



După selectarea unei ipoteze de încărcare de imperfecţiune devine activă iconiţa de *Imperfecţiune geometrică*. După definirea parametrilor de imperfecţiune apare pe structură imperfecţiunea globală (la o scară mărită).
Ipotezele de imperfecţiune pot fi utilizate în combinaţii de încărcări care vor fi calculate cu o analiză neliniară geometrica. În acest caz programul deplasează nodurile cu valorile definite încărcării de imperfecţiune şi aplică pe structura deformată celelalte încărcări din combinaţie.

Definirea parametrilor

Pentru definirea imperfecţiunii este necesară definirea următorilor parametri:

Direcţia înclinării

Putem defini direcţia imperfecţiunii, care poate fi:

- În direcţia X sau Y globală
- La un unghi α dat faţă de axa globală X

Baza structurii

Cota Z_0 a structurii, de unde începe înclinarea. La definire avem două posibilităţi:

- Automat nodul de la baza structurii
- O cotă Z_0 definită de utilizator

Înălţimea structurii

Înălţimea structurii de la bază. La definire avem dpuă posibilităţi:

- Automat nodul cel mai înalt al modelului
- O înălţime h definită de utilizator

Înclinaţia

Valoarea înclinaţiei este definită cu următoarea formulă:

$\Phi = \Phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m$, unde

α_h este factor de reducere $\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h[m]}}$ cu $2/3 \le \alpha_h \le 1{,}0$

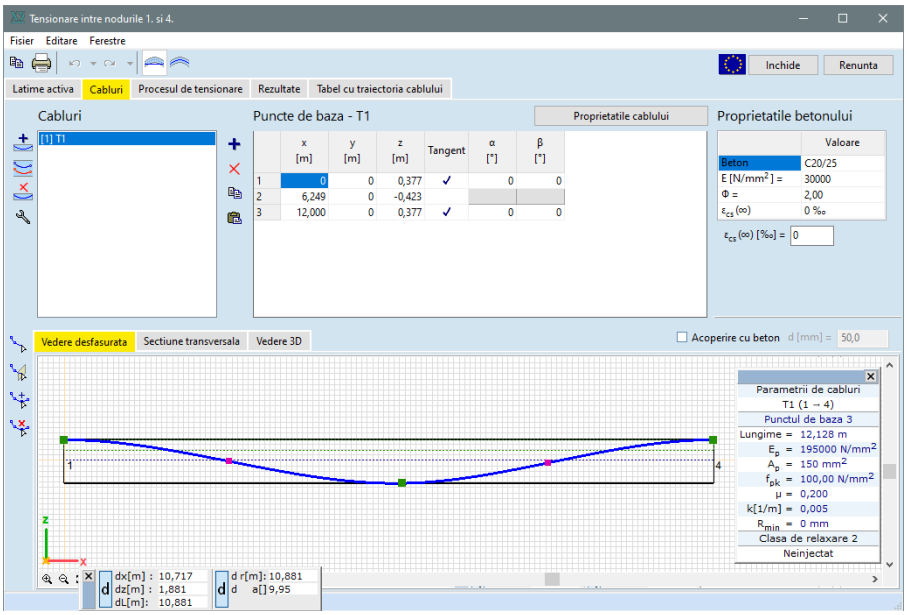
α_m factor de reducere $\alpha_m = \sqrt{0{,}5\left(1+\frac{1}{m}\right)}$, unde *m* este numărul stâlpilor luaţi în considerare de pe un nivel.

4.10.26. Tensionare – modul PS1

În elementele de tip bară şi nervură se pot amplasa cabluri de tensionare. După definirea parametrilor cablului şi etapele pretensionării, AxisVM determină distribuţia tensiunii în tendoane imediat după ancorare şi încărcările echivalente la sfârşitul tensionării (ipoteza de încărcare *nume-T0*). După analiza statică din eforturile de dimensionare programul determină pierderile de tensiune şi forţele de tensionare de lungă durată (ipoteza de încărcare *nume-TI*). Pentru poziţia cablurilor în fiecare secţiune se poate întocmi un tabel.

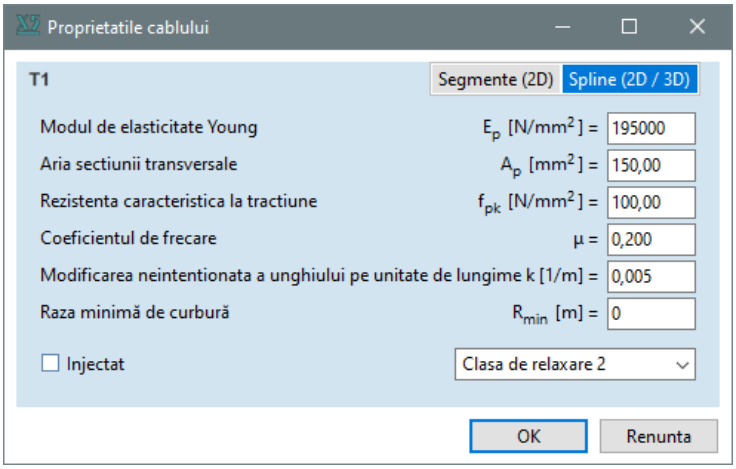
Cabluri

Pe prima pagină se pot defini parametrii şi geometria cablului.



Butoanele de lângă lista cablurilor:

Cablu nou. Geometria cablului se poate defini cu primele două butoane de pe paleta de butoane inferioare.



Mai întâi trebuie definiți parametrii cablului.

Segmente (2D)/ Spline(2D/3D)

Utilizatorul poate defini geometria cablului ca o serie de segmente (conexiuni arc-parabola dreaptă) sau curbă spline.

- E_p Modulul de elasticitatea al cablului de oțel,
- A_p Secțiunea transversală a cablului
- f_{pk} Rezistența la tensiune caracteristică a cablului de oțel
- μ coeficientul de frecare dintre cablu și manșon
- k deplasare unghiulară neintenționată pentru tendoanele interne pe lungimea unității.

Prezintă precizia manoperei. De obicei 0.005 < *k* < 0.01.

R_{min} Raza minimă de curbură. În cazul în care raza de curbură este mai mică decât această limită, tendoanele sunt afișate în roșu.

Clasa de relaxare *Clasa de relaxare depinde de proprietățile de relaxare ale cablului. Sârmele și firele aparțin clasei de relaxare 2, barele laminate la cald și prelucrate aparțin clasei de relaxare 3.*

Injectat Dacă conductele sunt umplute cu un material injectat, această opțiune trebuie bifată.

Notă: Pentru a modifica proprietățile de mai sus, alegeți cablul activ și faceți clic pe butonul Proprietăți cablu.

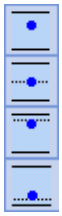
Spline(2D/3D)

Pentru a desena geometria cablurilor faceți clic pe pictogramele de pe bara de instrumente verticală de lângă desen și introduceți punctele de bază. AxisVM determină traiectoria care trece prin aceste puncte de bază ca o curbă spline cubică pentru a minimiza curbura. Pentru fiecare punct de bază, unghiurile tangentei pot fi specificate prin setarea valorilor α (vedere de sus) și β (vedere laterală) din tabel. Introduceți valori între –180 ° și 180 °. Valorile inițiale sunt 0 °. Punctele de bază existente pot fi trase într-o poziție nouă cu ajutorul mouse-ului.

Definirea punctelor de bază în 2D. Punctele de bază se pot defini prin clic cu mausul sau cu fereastra de coordonate. La ultimul punct curba se poate închide cu dublu clic sau cu meniu rapid*/Închidere*. Poziţia transversală a cablului trebuie definită numai pentru primul punct de bază. Punctele de bază următoare se vor situa în planul local *x-z* care trece prin primul punct de bază.

Etapele definirii cablului în 2D:

1. Se dă seţiunea în care se defineşte punctul de bază.
2. Se poziţionează cablul în secţiune.
   În vederea secţiunii se poate poziţiona cablul la partea superioară sau înferioară, respectând acoperirea cu beton:



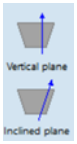
Poziţionarea cablului într-un punct arbitrar

Poziţionarea cablului în centrul de greutate al secţiunii

Poziţionarea cablului la partea superioară respectând acoperirea cu beton

Poziţionarea cablului la partea inferioară respectând acoperirea cu beton

3. Planul cablului poate fi modificat cu următoarele butoane:



Alegând planul vertical planul cablului este vertical. Dacă planul ar trebui să fie înclinat, utilizatorul poate defini înclinarea planului pe secțiunea transversală.

4. După prima locație, puteți poziționa celelalte puncte ale cablului pe secțiunea longitudinală.

Definirea punctelor de bază în 3D. Poziţia în secţiune trebuie definită pentru fiecare punct de bază. La ultimul punct curba se poate închide numai cu meniul rapid*/Închidere*.
Etapele definirii cablului în 3D:

1. Se dă seţiunea în care se defineşte punctul de bază.
2. Se poziţionează cablul în secţiune.

Etapele 1. şi 2. se vor repeta pentru fiecare punct de bază

Adăugare punct de bază. Făcând clic pe un punct al cablului într-o secţiune, se va insera un punct de bază. Dacă sunt definite mai multe cabluri, comanda funcţionează numai pentru cablul activ.

Ştergere punct de bază. Făcând clic pe un punct de bază, acesta se şterge. Prin ştergerea celui de-al doilea punct de bază se şterge geometria cablului. Dacă sunt definite mai multe cabluri, comanda funcţionează numai pentru cablul activ.

Tabelul cu punctele de bază

Proprietăţile punctelor definite se pot modifica şi în tabel. Cu butoanele laterale sunt disponibile următoarele comenzi. Tabelul şi bara de instrumente de lângă tabel conţine următoarele:

Puncte de baza - T1

	x [m]	y [m]	z [m]	Tangent	α [°]
1	0	0,050	0,270	✓	0
2	4,500	0,050	-0,270	✓	0
3	9,000	0,050	0,270	✓	0

x, y, z coordonatele carteziene ale punctelor de bază,
Tangent direcţia tangentei poate fi definită dacă acest câmp este bifat,
α, β unghiul dintre direcţia x şi tangenta pe planul x-y şi pe planul x-z.

Adăugare punct nou

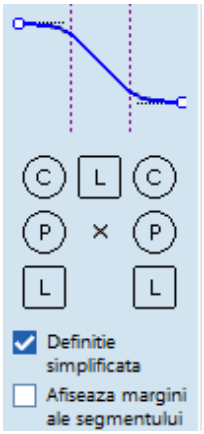
Ştergere linii

Copiere în memoria rapidă

Lipire din memoria rapidă

Segmente 2D

Această metodă construieşte cablul din segmente. Fiecare segment este construit din două sau trei subsegmente de bază. Faceţi clic pe pictogramele barei de instrumente din dreptul diagramei tendoanelor pentru a alege geometria subsecţiunilor.



Prescurtările de o singură literă sunt:

C arc al unui cerc cu raza definită,
P arc parabolic
L linie dreapta,
x nu există o curbă intermediară.

Opţiuni:

Definiţie simplificată În cazul unei definiţii simplificate, tangentele de început şi de sfârşit sunt orizontale şi este suficient să setaţi primul tip de segment. Dacă ultimul segment al primului segment este un arc, tot segmentul ulterior va fi CLC. Dacă este un arc parabolic, toate segmentele ulterioare vor fi PLP.

Afişează marginile segmentului Arată limitele segmentelor şi limitele dintre curbele din interiorul segmentelor.

După aceste setări, segmentele pot fi plasate între punctele de pornire şi cele finale. Punctele de început şi de final şi tangentele şi lungimea segmentelor pot fi modificate în Tabelul segmentelor.

Tabelul segmentelor

Proprietăţile segmentelor definite pot fi modificate în Tabelul de segmente. Tabelul şi bara de instrumente de lângă acesta conţin următoarele funcţii

Segments - T2

	Type	x_0 [m]	z_0 [m]	α_0 [°]	Radius [m]	Δx_P [m]	Δx_L [m]	L [m]	x_1 [m]	z_1 [m]	α_1 [°]
1	PLP	0	0	0	-	1,000	1,000	3,000	3,000	-0,100	0
2	PLP	3,000	-0,100	0	-	1,000	1,000	3,000	6,000	0	0

x_0, z_0 coordonatele punctului de pornire al segmentului de cablu,
α_0 unghiul tangentei cablului la punctul de pornire,
Raza în cazul arcului (arcurilor), raza (razele) poate fi definită,
Δx_P lungimea x-direcţională a primei parabole
Δx_L lungimea x-direcţională a dreptei,
Δ_L lungimea x-direcţională a segmentului,,
x_1, z_1 coordonatele punctului final al segmentului de cablu,
α_1 unghiul tangentei cablului în punctul final.

Notă: nu toți parametrii geometrici sunt disponibili pentru diferite tipuri de segmente. De exemplu tangenta la început nu poate fi modificată pentru segmente cu arc linie dreaptă, deoarece tangenta este deja definită de coordonatele punctelor de început și de sfârșit și de raza arcului.

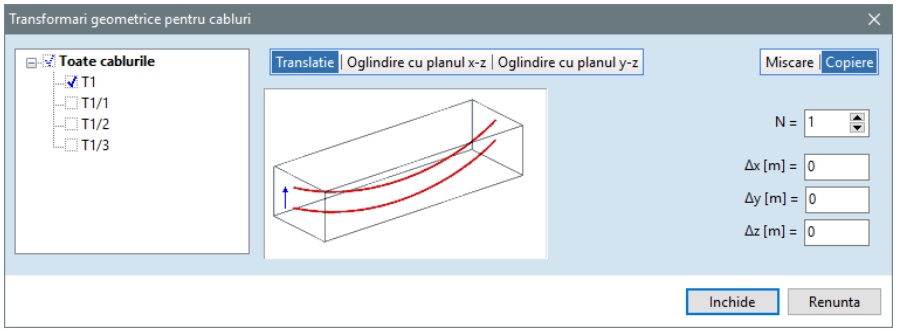
Adăugați un segment nou

Ștergeți segmente selectate

Copiați datele cablurilor în Clipboard

Lipiți datele cablurilor din Clipboard

Transformarea geometrică a cablului.



Cablul selectat se poate copia, deplasa sau oglindi. În cazul copierii cablul nou moşteneşte parametrii cablului original.

Ştergerea cablurilor selectate.

Opțiuni. Setări separate ale grilei și ale cursorului pentru diagrama cablurilor longitudinale și a secțiunii transversale.

Procesul de tensionare

Pe pagina a doua se pot defini operaţiile de pretensionare pentru fiecare cablu.

Operaţiile posibile şi parametri:

Tensionare din stânga/din dreapta/din ambele capete — Forţa de pretensionare, o fracţiune din rezistenţa caracteristică la întindere (f_{pk})

Relaxare din stânga/din dreapta/ din ambele capete — Forţa de pretensionare, o fracţiune din rezistenţa caracteristică la întindere (f_{pk})

Blocare din stânga/din dreapta/ din ambele capete — Valoarea alunecării cablului în mm după blocare

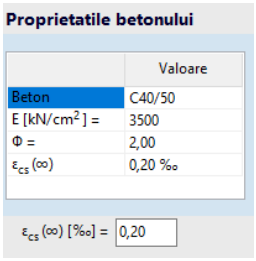
Ştergerea ultimei operaţii din listă.

Includeți pierderea de tensiune din cauza tensionării secvențiale

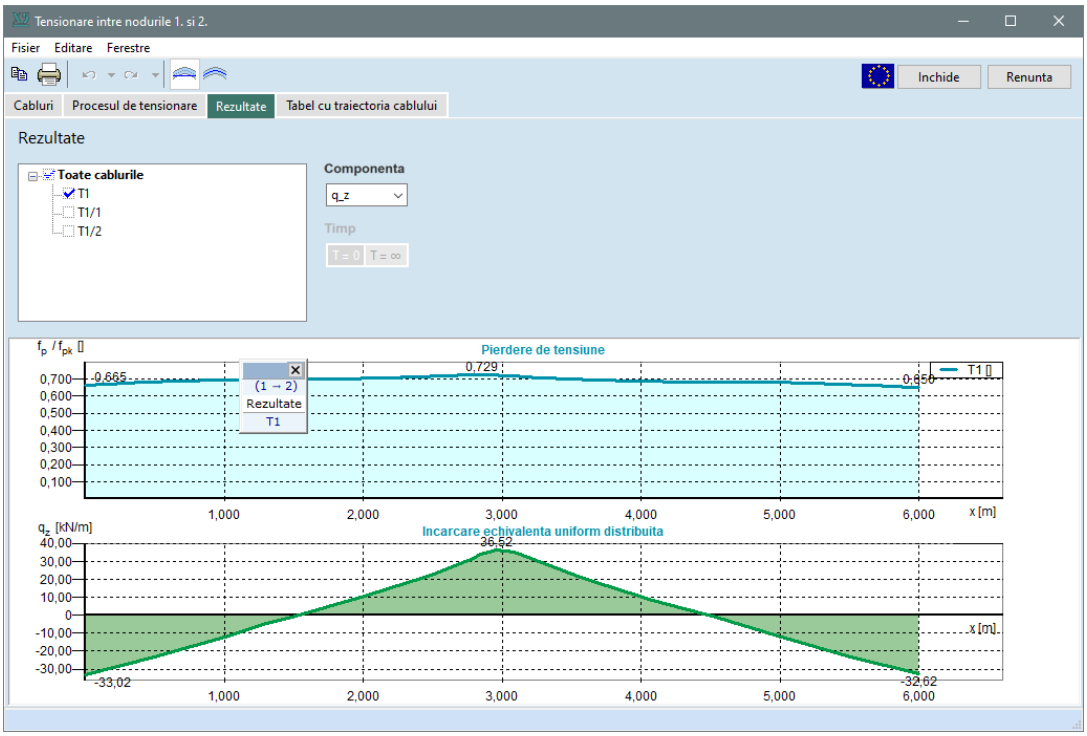
Dacă mai mult de un cablu se referă la un element structural, atunci aceste cabluri pot fi solicitate la un moment de timp diferit. Din aceasta cauză, pierderea de stres apare în cablurile tensionate anterior. Cu această opțiune, utilizatorul poate ține cont de acest fenomen.

Numărul de paşi/iteraţii — Dacă utilizatorul are în vedere pierderea cauzată de întinderea secvenţială, atunci numărul de paşi de tensionare ar trebui să fie stabilit aici.

Beton — Pe pagina a treia se afişează proprietăţile betonului pentru bare şi nervuri. Se poate defini deformaţia specifică finală din contracţie $\varepsilon_{cs}(\infty)$.



Rezultate — Dacă pentru fiecare cablu s-au definit parametri valabili, geometria şi operaţiile de tensionare, pe pagina a patra se afişează rezultatele calculate de program sub formă de diagramă. Selectând un cablu se afişează variaţia forţei de tensionare în lungul cablului *(f_p /f_{pk})* şi forţa echivalentă de tensionare*(F)*. Dacă sunt selectate mai multe cabluri, se va afişa numai forţa rezultantă echivalentă de tensionare.



Etichete — *Etichetarea extremelor*: etichetele sunt dispuse la capetele extreme.
Etichete echidistante: etichetele sunt dispuse la o anumită distanţă.

Componentă — se poate alege componenta sistemului de încărcare echivalent. Trei componente forţă şi trei componente moment sunt disponibile.

Timp — tensiunile din cablu şi componenta de sarcină echivalentă pot fi ilustrate imediat după tensionare (alegând T = 0) şi după pierderi pe termen lung (alegând T = ∞). Componentele referitoare la T = ∞ pot fi alese numai după o analiză statică.

Pierderi de tensiune în faza iniţială:

1. Pierderile de tensiune datorită frecării între cablu şi canalul cablului $\sigma_\mu(x)$ se determină la distanţa x de la punctul de tensionare cu relaţia:

$$\sigma_\mu(x) = \sigma_{max}(1 - e^{-\mu(\Theta + kx)}),$$

unde

σ_{max} Efortul unitar maxim în cablu
Θ Curbura totala în radiani de la punctul de tensionare pană la secţiunea curentă

2. Pierderile de tensiune datorită pretensionarii succesive a cablurilor postîntinse:

$$\Delta P_{el} = A_p E_p \sum \left[\frac{j \Delta \sigma_c}{E_{cm}} \right],$$

unde
$\Delta\sigma_c$ Efortul unitar mediu în centrul de greutate al cablului, rezultat din tensionarea cablurilor
j = *(n–1) / 2n,* unde *n* este numărul paşilor de tensionare
E_{cm} Modulul de elasticitate final al betonului

3. Pierderile de tensiune datorită lunecărilor în ancoraje la blocare

Pierderi de tensiune în faza finală:
Pierderile de tensiune datorită relaxării cablurilor, datorită contracţiei şi curgerii lente a betonului se determină cu relaţia:

$$\Delta P_{c+s+r} = A_p \Delta \sigma_{c+s+r} = A_p \frac{\varepsilon_{cs} E_p + 0{,}8 \Delta \sigma_{pr} + \frac{E_p}{E_{cm}} \varphi \, \sigma_{c,QP}}{1 + \frac{E_p}{E_{cm}} \frac{A_p}{A_c} \left(1 + \frac{A_c}{I_c} z_{cp}^2\right) \left[1 + 0{,}8\varphi\right]},$$

unde
$\Delta\sigma_{c+s+r}$ Pierderile de tensiune datorită cauzelor mai sus amintite
E_{cm} Modulul de elasticitate final al betonului
$\Delta\sigma_{pr}$ Pierderile de tensiune datorită relaxării cablului

Pentru clasa de relaxare 2:

$$\Delta \sigma_{pr} = \sigma_{max} \cdot 0{,}66 \rho_{1000} e^{9{,}1\mu} \cdot 500^{0{,}75(1-\mu)} \cdot 10^{-5},$$

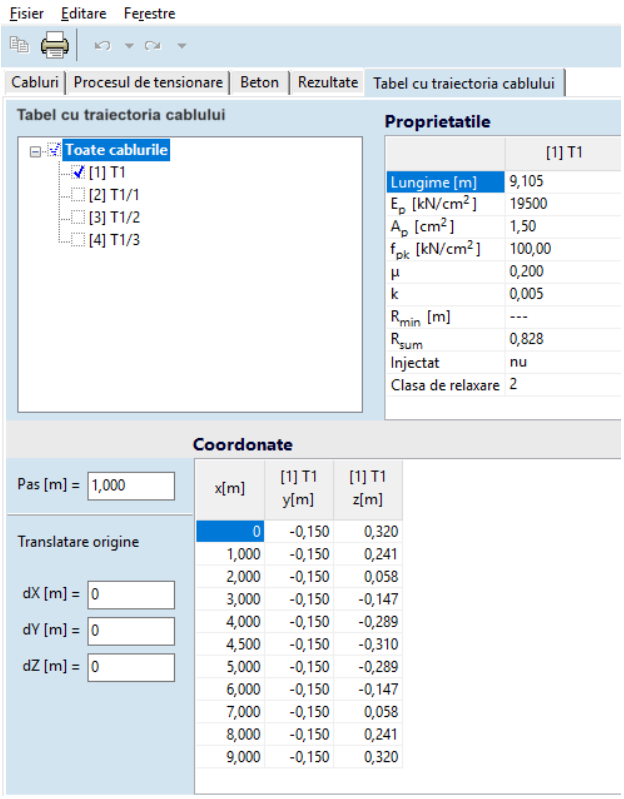
Pentru clasa de relaxare 3:

$$\Delta \sigma_{pr} = \sigma_{max} \cdot 1{,}98 \rho_{1000} e^{8\mu} \cdot 500^{0{,}75(1-\mu)} \cdot 10^{-5},$$

unde ρ_{1000} = 2,5% este pierderea de tensiune datorită relaxării după 1000 de ore la temperatura medie de 20°C

φ Caracteristica de curgere lentă a betonului
$\sigma_{c,QP}$ Eforturile unitare în beton în dreptul cablului pentru încărcările cvasipermanente
A_p Aria secţiunii cablurilor
A_c Aria secţiunii de beton
I_c Momentul de inerţie al secţiunii de beton
z_{cp} Distanţa dintre centrul de greutate al secţiunii de beton şi centrul de greutate al cablurilor

Tabelul cu rezultate Pe ultima pagină se poate întocmi tabelul cu rezultate pentru secţiuni la pasul definit şi translatarea originii.
În aceste secţiuni se afişează coordonatele locale *y* şi *z* pentru cabluri. Punctele de bază sunt afişate implicit în tabel.



Bara de instrumente

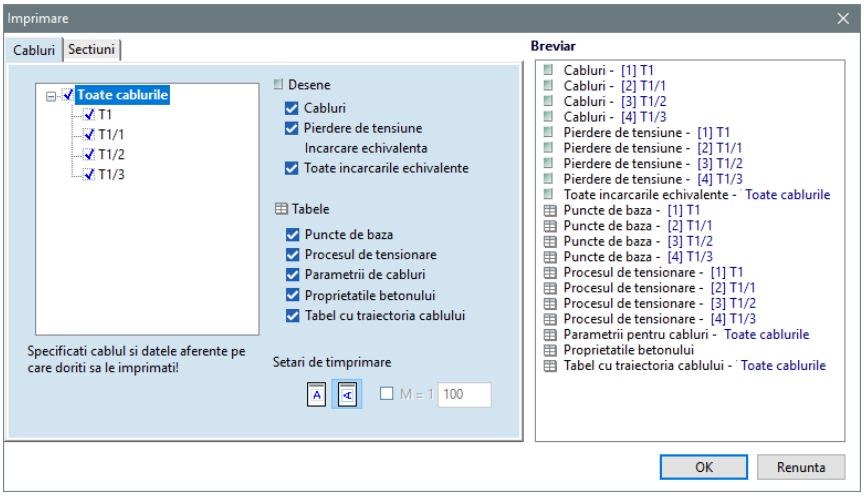
Pe bara de instrumente sunt două butoane.

Copiere diagramă
Ctrl+C

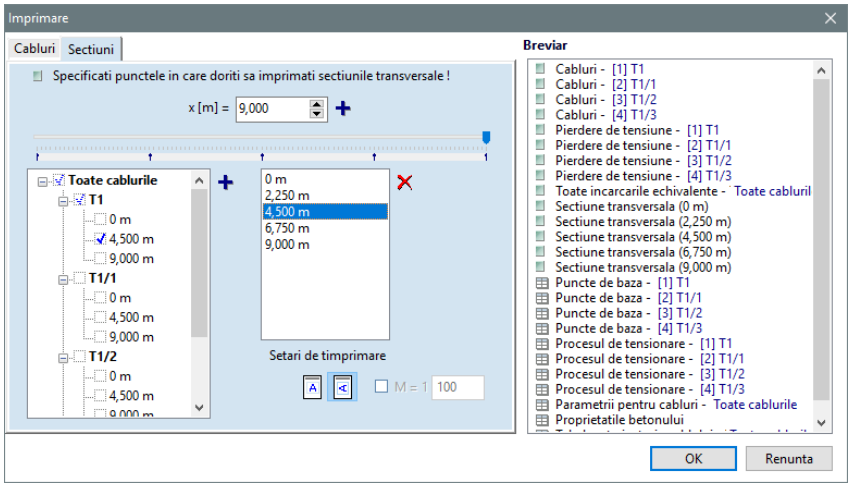
Diagrama actuală se copiază în memoria rapidă (Clipboard) după care se poate insera în alte aplicaţii (de ex. MS Word).

Imprimare
Ctrl+P

Se pot tipări diagramele şi tabelele aferente tensionării. Se poate seta formatul tipăririi şi cablul pentru care se tipăresc datele.
Se poate defini orientarea şi scara desenului (*Setări de imprimare*).



Se poate selecta secţiunea care se va imprima.

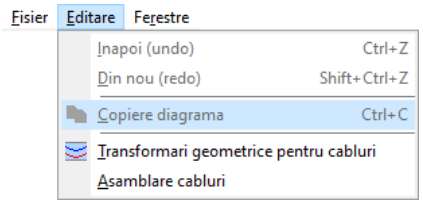


Meniu Prin meniu se pot accesa următoarele funcţii.

Fişier

Imprimare **Vezi...** Bara de instrumente/*Imprimare*

Editare



Înapoi/Din nou Anularea ultimei operaţii/Revenirea la operaţia anulată

Copiere diagramă

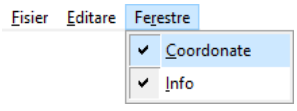
Vezi... Bara de instrumente/Copiere diagramă

Transformări geometrice pentru cabluri

Vezi... Cabluri/*Transformări geometrice pentru cabluri*

Asamblare cabluri Dacă sunt selectate mai multe elemente de bară sau nervură care au cabluri definite şi aceste cabluri se întâlnesc în punctele de capăt, se poate opta pentru asamblarea cablurilor. Funcţia se poate folosi şi în interiorul unui element.

Ferestre



Paleta de coordonate Editarea pe secţiunea longitudinală şi transversală se poate face cu ajutorul paletei de coordonate. Afişarea paletei se poate face în acest meniu.

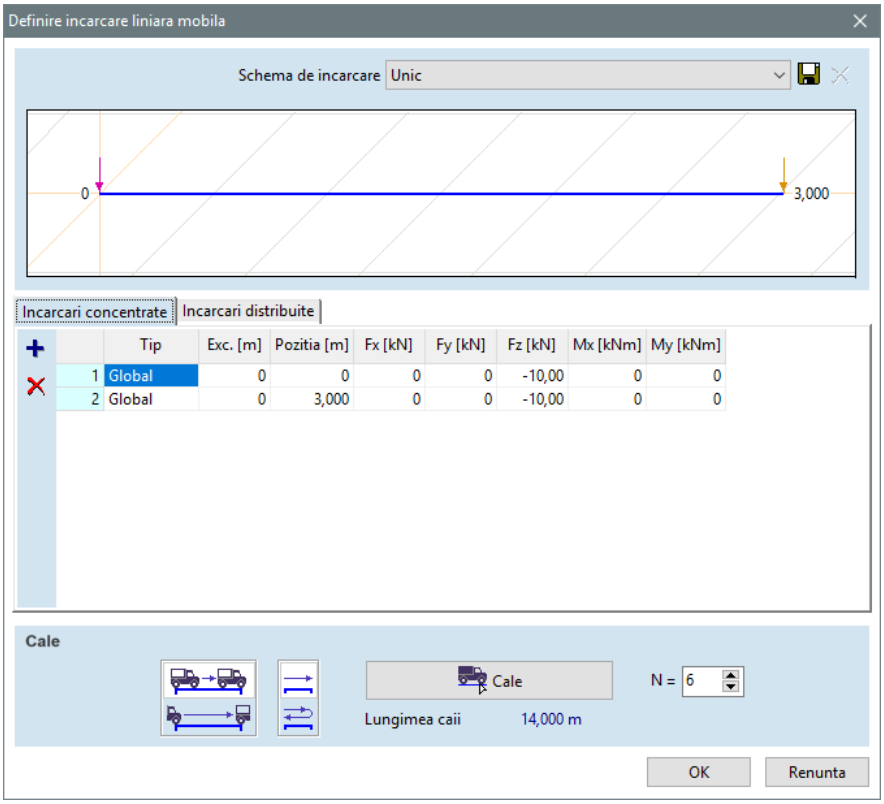
Paleta cu informaţii Pe diagrame se afişează o paletă de informaţii în funcţie de tipul diagramei. Afişarea paletei se poate face în acest meniu.

4.10.27. Încărcări mobile

Cu încărcărcările mobile se pot modela încărcări cu intensitate constantă care îşi schimbă poziţia. În aceste tipuri de încărcări se încadrează convoaiele pe poduri sau macaralele care se deplasează pe căile de rulare.
Înainte de definirea încărcăriii mobile trebuie definită o ipoteză de încărcare mobilă în pagina încărcărilor cu butonul *Ipoteze şi grupări de încărcare*.
Vezi... 4.10.1 Ipoteze şi grupuri de încărcări**.** Comenzile se pot accesa numai dacă este activă o ipoteză de încărcare mobilă. La definirea încărcărilor mobile se vor genera un număr de paşi ca ipoteze de încărcare. Cazurile de încărcare create automat sunt menținute și actualizate automat și nu pot fi șterse sau mutate individual într-un alt grup de încărcare. Dacă se mărește numărul pasilor, se vor genera ipoteze de încărcare suplimentare. Dacă se reduce numărul paşilor ipotezele de încărcare suplimentare se şterg la salvarea modelului.
La simbolul încărcării se poate seta să fie afişată faza actuală sau toate fazele mişcării.

Deschideți Tabelul pentru a vizualiza încărcarea și calea în format tabular. Aceste tabele pot fi utilizate în breviar.

4.10.27.1. Încărcări mobile pe elemente de linie



Încărcarea mobilă pe linie este o schemă de încărcare care se deplasează pe un traseu în *N* etape.
Schema de încărcare poate fi compusă din încărcări concentrate şi încărcări uniform distribuite sau din combinaţia acestora.
Se poate defini tipul (local/global), poziţia şi intensitatea încărcărilor din schema de încărcare. Pentru poduri rulante se poate modela cu uşurinţă greutatea proprie şi forţele orizontale din frânare.
Excentricitatea încărcării este întotdeauna paralelă cu direcţia locală y a elementului încărcat. Dacă în direcţia deplasării excentricitatea este în partea stângă, valoarea acesteia este negativă, iar dacă este în partea dreaptă, este pozitivă.
Se pot adăuga încărcări la schema de încărcare cu butonul plus şi completând câmpurile din tabel. Ştergerea rândurilor selectate se poate efectua cu butonul *Ştergere*.
Schema de încărcare se poate salva cu o denumire.
După definirea schemei de încărcare trebuie definit traseul pe care se deplasează încărcarea. Traseul trebuie să fie o reţea continuă din bare sau nervuri. După selectarea elementelor de linie trebuie definit punctul de start şi punctul final.
Punctul de start şi cel final poate fi orice punct de pe traseu. În câmpul pentru *N* se poate defini numărul etapelor în care va fi deplasată încărcarea pe traseu.
Programul dispune încărcările pe traseu în aşa fel încât în prima fază în punctul de start va fi amplasată încărcarea cu coordonata cea mai mică iar în punctul final, în ultima fază, încărcarea cu coordonata cea mai mare. Axa locală *z* a încărcării este tot timpul paralelă cu axa locală a elementului pe care este amplasată încărcarea.
La modificarea traseului (lungirea, scurtarea sau frângerea elementelor de linie) se modifică automat dispunerea încărcării.

Mod de pod rulant

Încărcările sunt distribuite în aşa fel încât la începutul traseului va fi poziționată încărcarea cu coordonata cea mai mică iar la sfârşitul traseului încărcarea cu coordonata cea mai mare.

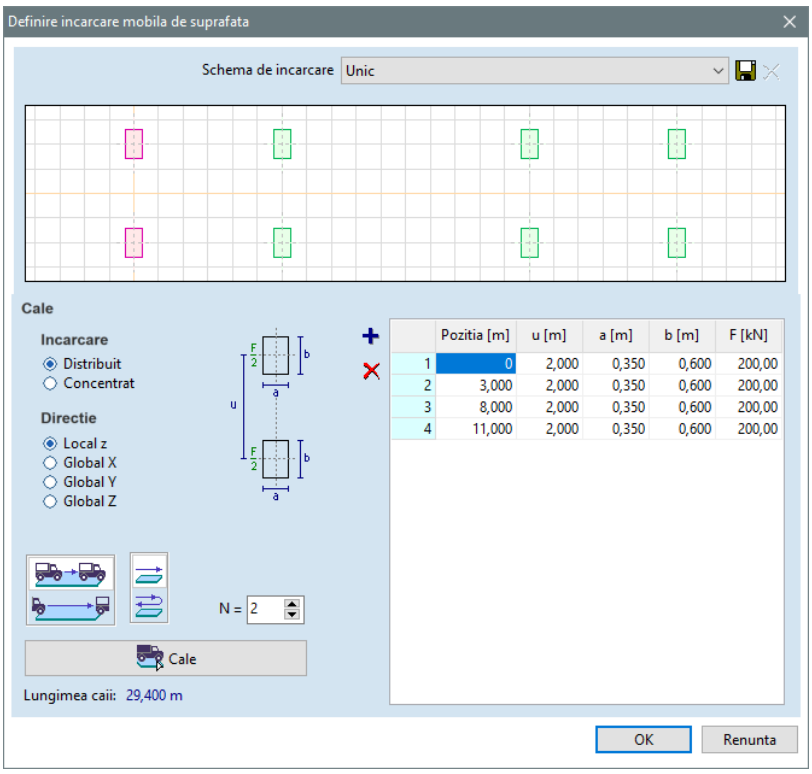
Mod de pod

Încărcările sunt distribuite în aşa fel încât la începutul traseului va fi încărcarea cu coordonata cea mai mare iar la sfârşitul traseului încărcarea cu coordonata cea mai mică.

Deplasare pe o singură direcţie: Încărcarea este deplasată de la începutul traseului până la sfârşitul traseului în *N* paşi.

Dus-întors: Încărcarea este deplasată de la începutul traseului până la sfârşitul traseului şi înapoi în *2N* paşi.

4.10.27.2. Încărcări mobile pe domenii



Acest tip de încărcare este compusă din perechi de încărcări (concentrate şi de suprafaţă) şi se poate utiliza pentru modelarea încărcărilor din vehicule. *u* este ampatamentul iar *a* şi *b* sunt laturile amprentei roţii. Încărcarea pe osie *F* se împarte egal între amprente. Schema de încărcare se poate salva cu o denumire.

Se pot adăuga încărcări la schema de încărcare cu butonul plus, completând câmpurile din tabel. Ştergerea rândurilor selectate se poate efectua cu butonul *Ştergere*.

Butoanele radio din partea stânga se referă la tipul şi direcţia încărcării şi sunt valabile pentru toate încărcările. După definirea schemei de încărcare trebuie definit traseul pe care se deplasează încărcarea. Traseul trebuie să fie o reţea continuă din linii care sunt conţinute de domenii. Traseul nu trebuie să fie neapărat într-un sigur plan. Traseul poate trece peste goluri şi spaţii goale dintre domenii. Punctul de start şi punctul final sunt implicit punctul de start şi punctul final al traseului.

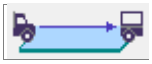
În ipoteza de încărcare a fazei mişcării este inclusă numai încărcarea care calcă pe domeniu. Axa locală *z* a încărcării este definită de axa locală *z* a domeniului pe care este aceasta. În cazul încărcărilor care au traseul pe muchia domeniilor din diferite planuri, programul amplasează încărcarea pe domeniul care este în detaliul activat la definirea încărcării. Dacă sunt mai multe axe locale *z* posibile, programul ţine cont de axa care are unghiul minim faţă de axa globală Z.

La modificarea geometriei domeniilor se modifică automat dispunerea încărcării.

În câmpul pentru *N* se poate defini numărul etapelor în care va fi deplasată încărcarea pe traseu.

Mod de pod rulant

Încărcările sunt distribuite în aşa fel încât la începutul traseului va fi încărcarea cu coordonata cea mai mică iar la sfârşitul traseului încărcarea cu coordonata cea mai mare.



Mod de pod

Încărcările sunt distribuite în aşa fel încât la începutul traseului va fi încărcarea cu coordonata cea mai mare iar la sfârşitul traseului încărcarea cu coordonata cea mai mică.

Deplasare pe o singură direcţie: Încărcarea este deplasată de la începutul traseului până la sfârşitul traseului în *N* paşi.

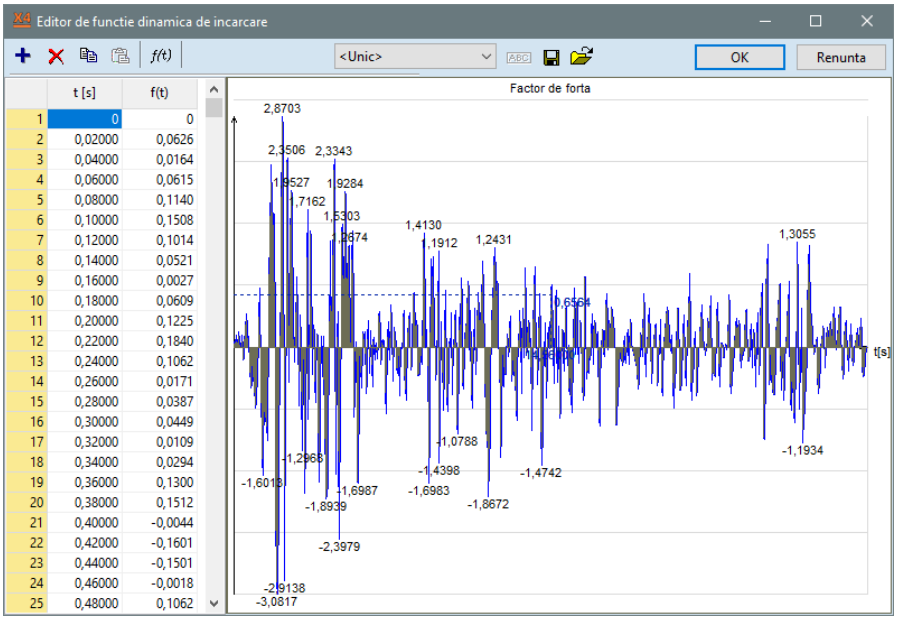
Dus-întors: Încărcarea este deplasată de la începutul traseului până la sfârşitul traseului şi înapoi în *2N* paşi.

4.10.28. Incărcări dinamice (pentru analiza de tip time-history) – modul DYN

Pentru analiza dinamică se pot defini încărcări dinamice şi funcţii de acceleraţii. Funcţiile de acceleraţii se pot utiliza şi la analiza seismică. Funcţiile de acceleraţii înregistrate se vor aplica pe reazemele modelului pentru analiza seismică. Această metodă, comparativ cu analiza spectrală, furnizează rezultate mai precise şi poate ţine cont şi de proprietăţiile neliniare (reazeme care lucrează numai la compresiune, zăbrele care preiau numai întindere). Dezavantajul este ca nu se poate combina automat cu alte efecte.

☞ ***Pentru a defini sarcini nodale sau funcţii de accelerare, cazul de încărcare curent trebuie să fie un caz de încărcare dinamică.***
Vezi... 4.10.1 Ipoteze şi grupuri de încărcări

Definirea funcţiilor



	t [s]	f(t)
1	0	0
2	0,02000	0,0626
3	0,04000	0,0164
4	0,06000	0,0615
5	0,08000	0,1140
6	0,10000	0,1508
7	0,12000	0,1014
8	0,14000	0,0521
9	0,16000	0,0027
10	0,18000	0,0609
11	0,20000	0,1225
12	0,22000	0,1840
13	0,24000	0,1062
14	0,26000	0,0171
15	0,28000	0,0387
16	0,30000	0,0449
17	0,32000	0,0109
18	0,34000	0,0294
19	0,36000	0,1300
20	0,38000	0,1512
21	0,40000	-0,0044
22	0,42000	-0,1601
23	0,44000	-0,1501
24	0,46000	-0,0018
25	0,48000	0,1062

Pentru încărcările dinamice şi acceleraţii se pot defini funcţii care descriu relaţia timp-intensitate de încărcare. Editorul de funcţii se poate accesa din fereastra de încărcare dinamică.
Definirea funcţiei se face într-un tabel cu operaţiile deja cunoscute. După definirea perechilor de valori, funcţia se va afişa şi grafic. Graficul funcţiei se poate tipări. Dacă se doreşte utilizarea funcţiei în mai multe modele, aceasta se poate salva în biblioteca de funcţii.
Funcţiile vor fi salvate în directorul **dfn,** în fişiere cu extensia *.dfn*.
În editorul de funcţii, este posibilă editarea funcţiilor mai vechi, salvarea şi redenumirea lor.

☞ ***Dacă durata totală a analizei dinamice este mai mare decât intervalul de interpretare a funcţiei, programul va considera funcţia zero dincolo de intervalul specificat.***

Funcţii referitoare la tabel:

Adăugare rând nou

Ştergerea rândurilor selectate din tabel

Copierea căsuţelor selectate în memoria rapidă

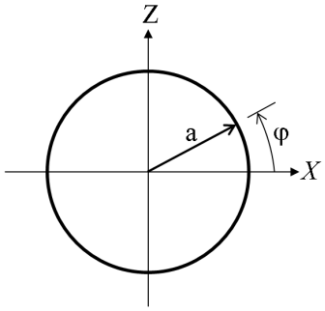
Inserarea în tabel a căsuţelor din memoria rapidă

Definirea funcţiei

Funcţia *f(t)* se poate defini şi cu formulă. În formulă se pot utiliza următorii operatori şi funcţii: *+, –, * , /, (,), sin, cos, tan, exp, ln, log10, log2, sinh, cosh, tanh, arcsin, arccos, arctan, arcsinh, arccosh, arctanh, int, round, frac, sqr, sqrt, abs, sgn, random.*

Valoarea funcţiei *random(t)* este un număr independent de timp intre valorile 0 şi 1.

O maşină cu o mişcare de rotaţie în jurul axei Y se poate modela cu următoarele funcţii (componente X şi Z):



$fx(t) = a * \cos(\omega t + \varphi)$ sau $fz(t) = a * \sin(\omega t + \varphi)$

Având în vedere ca funcţia generată este una discretă, este necesară definirea pasului de timp Δt şi durata maximă T_{max}.

Funcţii referitoare la reprezentare şi documentare:

Imprimare

Copierea desenului în memoria rapidă

Editarea documentaţiei

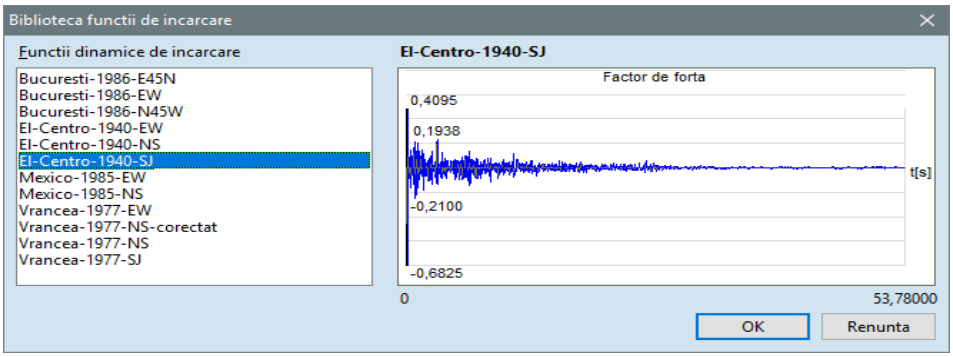
Salvarea desenului în biblioteca de imagine

Se poate încărca o funcţie salvată din bibliotecă

Redenumirea funcţiei actuale

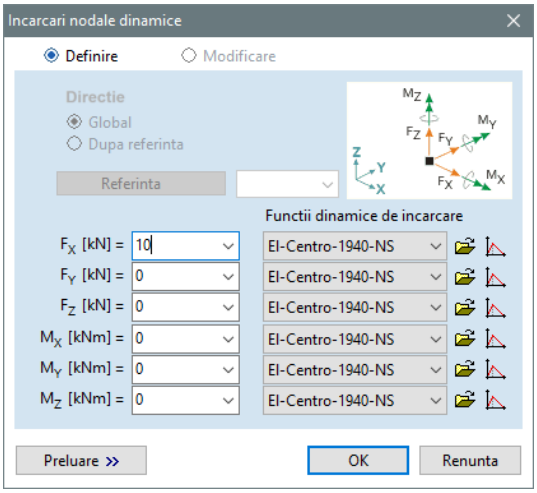
Salvarea funcţiei actuale

În biblioteca de funcţii se poate încărca funcţia dorită



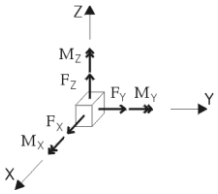
☞ ***Prima valoare a funcţiilor în toate cazurile trebuie să fie (0,0). Această valoare nu se poate şterge şi modifica.***
Dacă încărcarea nu acţionează în momentul 0, pentru funcţie sa va da valoarea 0 până la momentul T.

Încărcare dinamică nodală



Definire

Pentru definirea încărcării se vor selecta nodurile şi se vor defini parametrii încărcării.



La fiecare componentă a încărcării se poate defini o intensitate şi o funcţie care descrie variaţia încărcării în timp. Pentru o funcţie nouă se foloseste icoana de lângă lista funcţiilor. Funcţiile existente se vor alege din listă sau din baza de date a funcţiilor.

Direcţia încărcării poate fi globală sau dată de o referinţă. În timpul analizei se poate utiliza şi o încărcare constantă. În acest caz se va alege opţiunea *Static* din listă.

☞ ***Dacă încărcarea dinamică este definită pe un nod unde deja este o încărcare dinamică, aceasta se va suprascrie.***

☞ ***Valoarea efectivă a încărcării într-un moment va fi produsul dintre intensitate şi valoarea funcţiei în acel moment.***

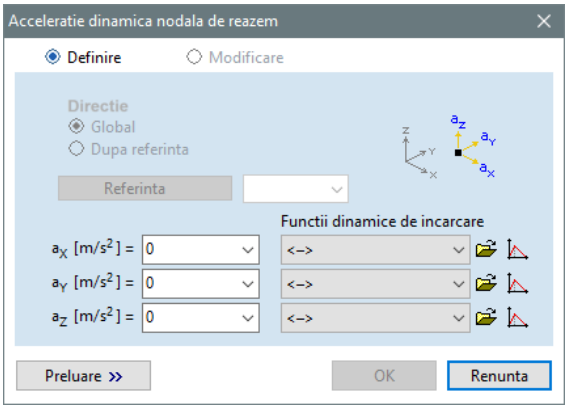
Modificare, ştergere

Modificarea şi ştergerea este similară cu ştergerea încărcărilor nodale.

Simbolul încărcării este simbolul încărcării dinamice de culoare galbenă.

Acceleraţie de reazem

Se pot defini funcţii de acceleraţii pentru reazeme. Definirea funcţiei se face similar cu definirea funcţiilor de încărcări dinamice, dar în acest caz se va defini o funcţie timp-acceleraţie.



Acceleraţia în momentul *t* se va determina cu relaţia:

$$a_i(t) = a_i \cdot f(t)$$

valoarea acceleraţiei se va înmulţii cu factorul dependent de timp.

☞ ***Acceleraţia aplicată se va aplica la teren iar acceleraţia nodului va fi diferită în funcţie de rigiditatea reazemului.***

☞ ***Dacă acceleraţia este definită pe un reazem unde deja este o acceleraţie, aceasta se va suprascrie.***

☞ ***Dacă pentru un nod sunt definite mai multe reazeme, acceleraţia va fi aplicată pe fiecare.***

Modificare, ştergere

Modificarea şi ştergerea este similară cu ştergerea încărcărilor nodale.

Simbolul acceleraţiei este simbolul de acceleraţie de reazem în culoare galbenă.

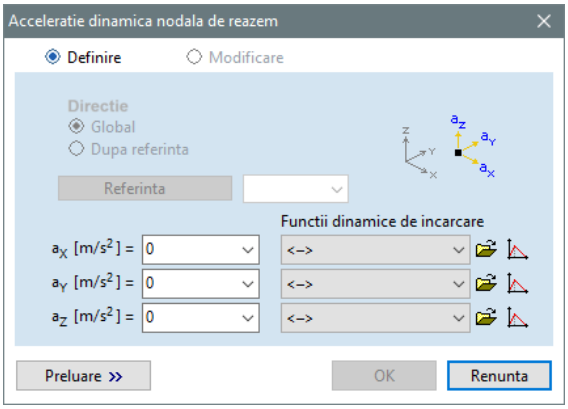
Acceleraţie dinamică nodală

Se pot defini funcţii de acceleraţii pentru noduri. Definirea funcţiei se face similar cu definirea funcţiilor de încărcări dinamice, dar în acest caz se va defini o funcţie timp-acceleraţie.

Acceleraţia în momentul *t* se va determina cu relaţia:

$$a_i(t) = a_i \cdot f(t),$$

valoarea acceleraţiei se va înmulţi cu factorul dependent de timp.



☞ ***Dacă acceleraţia este definită pe un nod unde deja este o acceleraţie, aceasta se va suprascrie.***

☞ ***Pentru analiza seismică se vor defini acceleraţii de reazem.***

Modificare, ştergere

Modificarea şi ştergerea este similară cu ştergerea încărcărilor nodale.

Simbolul acceleraţiei este simbolul acceleraţiei în culoarea galbenă.

4.10.29. Acţiuni asupra elementelor liniare expuse la foc – modul SD8

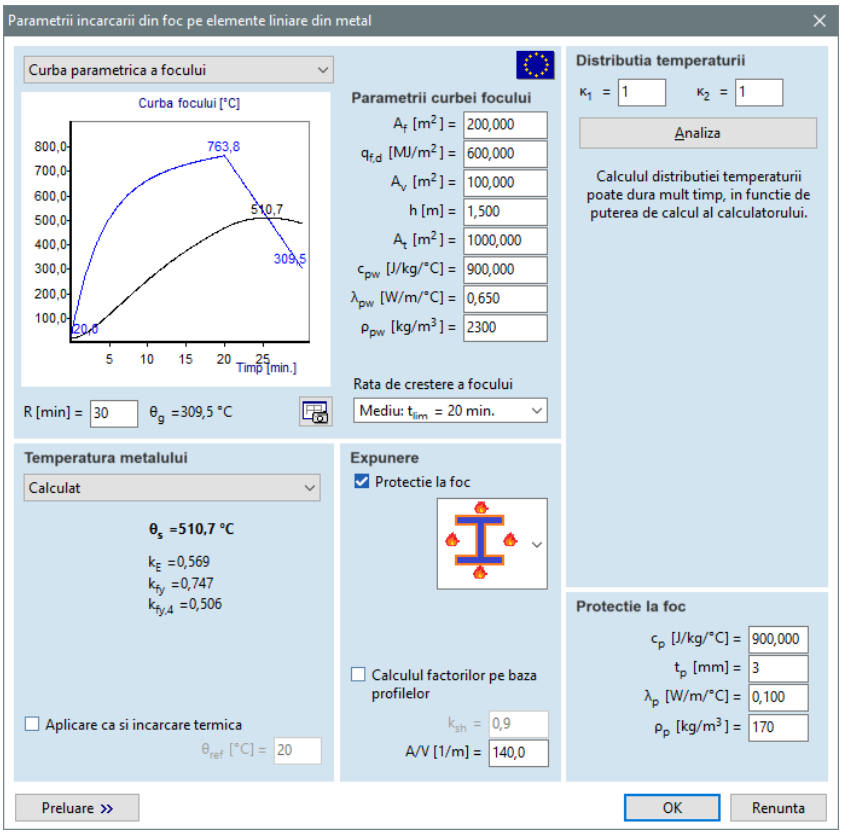
Eurocoduri, standarde

În AxisVM, acţiunile asupra elementelor expuse la foc pot fi generate după mai multe eurocoduri folosite în diferite ţări. În cazul eurocodurilor care nu apar pe lista de mai jos, programul ia în considerare regulile generale conform *EN 1991-1-2 şi EN 1993-1-2*.

Eurocode	*EN 1991-1-2* *Eurocode 1 Action on Structures* *Part 1-2: General actions - Actions on structures exposed to fire* *EN 1993-1-2* *Eurocode 3: Design of steel strucutures* *Part 1-2: Strucutural fire design*
EC nemţesc	*DIN EN 1991-1-2:2010-12 NA* *DIN EN 1993-1-2:2010-12 NA*
EC unguresc	*MSZ EN 1991-1-2:2005 NA* *MSZ EN 1993-1-2:2013 NA*
EC românesc	*SR EN 1991-1-2:2004/NA:2006* *SR EN 1993-1-2:2006/NB:2008*
EC slovac	*STN EN 1991-1-2/NA:2006* *STN EN 1993-1-2/NA:2008*
EC polonez	*PN EN 1991-1-2:2006 NA* *PN EN 1993-1-2 NA*
EC Danez	*DS/EN 1991-1-2 DK NA:2011*
EC englez	*BS EN 1991-1-2:2002 NA* *BS EN 1993-1-2:2005 NA*
EC fin	*SFS-EN 1991-1-2:2002 NA* *SFS-EN 1993-1-2:2005 NA*
EC olandez	*NEN EN 1991-1-2:2002/NB:2011* *NEN EN 1993-1-2+C2:2011/NB:2015*
SIA	*SIA 261: 2014* *SIA 263: 2013*

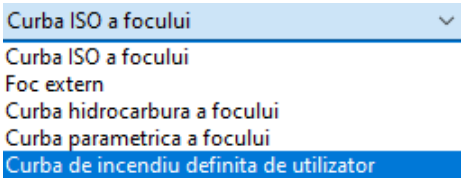
Definirea focului de calcul

Pentru setarea parametrilor trebuie să apăsăm clic pe *Definirea focului de calcul pe elemente liniare* în fereastra de *Încărcări*. Trebuie să selectatăm elementele pentre care dorim să definim efectul focului.



Alegerea unei curbe de foc

Efectul de foc este reprezentat de o curbă de foc care specifică temperatura gazului în compartimentul de incendiu în funcție de timp.



Curba standardizată temperatură-timp (EN 1991-1-2):

$$\theta_g = 20 + 345\log_{10}(8t + 1)$$

Curba de foc exterior (EN 1991-1-2):

$$\theta_g = 660(1 - 0.687e^{-0.32t} - 0.313e^{-3.8t}) + 20$$

Curba hidrocarburilor (EN 1991-1-2):

$$\theta_g = 1080(1 - 0.325e^{-0.167t} - 0.675e^{-2.5t}) + 20$$

Curbe temperatură-timp parametrice:

$$\theta_g = 20 + 1325\left(1 - 0.324e^{-0.2t^*} - 0.204e^{-1.7t^*} - 0.472e^{-19t^*}\right) \quad t^* \le t^*_{max}$$

Curbele de temperatură-timp pentru faza de regresie sunt indicate de:

$$\theta_g = \theta_{max} - 625(t^* - t^*_{max} \cdot x) \quad t^*_{max} \le 0.5$$

$$\theta_g = \theta_{max} - 250(3 - t^*_{max})(t^* - t^*_{max} \cdot x) \quad 0.5 \le t^*_{max} < 2$$

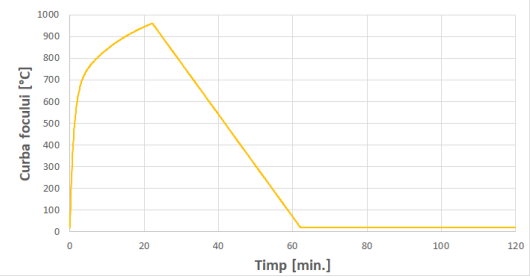
$$\theta_g = \theta_{max} - 250(t^* - t^*_{max} \cdot x) \quad t^*_{max} \ge 2$$

unde

θ_g [°C]	Temperatura gazelor din compartimentul de incendiu
t [min]	timpul
t^* [h]	Parametru de timp modificat

Curbe temperatură-timp parametrice

Față de curba stanardizată, curba de foc exterior și curba hidrocarburilor, curba parametrică are o fază de regresie. Cu folosirea unei curbe parametrice, putem lua în considerare parametrii – mărimea și ventilarea compartimentelor, materialele combustibile existente în compartimente, etc. – care influențează intensitatea și durata focului.



Conform EN 1991-1-2, curbele temperatură-timp parametrice sunt valabile numai pentru o compartimentare cu o suprafață a planșeului de până la 500 mp, fără deschideri în acoperiș și cu o înălțime maximă de 4m.

Parametrii necesari pentru curba temperatură-timp parametrică:

A_f [m^2]	Suprafața planșeului compartimentului
$q_{f,d}$ [MJ/ m^2]	Densitatea sarcinii termice de calcul, raportată la suprafața planșeului A_f
A_v [m^2]	Suprafața totală a deschiderilor verticale din toți pereții
h [m]	Înălțimea ferestrei
A_t [m^2]	Suprafața totală a închiderii (pereți, tavan și pardoseală, inclusiv deschiderile)
c_{pw} [J/kg°C]	Capacitatea calorică specifică a pereților incintei
ρ_{pw} [kg/m^3]	Densitatea pereților incintei
λ_{pw} [W/m°C]	Conductivitatea termică a pereților incintei

☞ ***În cazul pereților incintei cu mai multe straturi de materiale,*** $b = \sqrt{c_{pw}\rho_{pw}\lambda_{pw}}$

Poate fi introdus sub forma următoare:

- ***Dacă b1<b2, atunci b=b1***
- ***Dacă b1>b2, atunci se calculează o grosime minimă slim pentru materialul expus, astfel:***

$s_{lim} = \sqrt{\frac{3600 t_{max} \lambda_t}{c_1 \rho_1}}$ unde t_{max} se calculează cu formula A.7

dacă $s_1 > s_{lim}$ atunci $b = b_1$

dacă $s_1 < s_{lim}$ atunci $b = \frac{s_1}{s_{lim}} b_1 + \left(1 - \frac{s_1}{s_{lim}}\right) b_2$ (A.4b)

unde
indicele 1 reprezintă stratul direct expus la foc, indicele 2 stratul următor

s_1 grosimea stratului 1

$b_i = \sqrt{(\rho_i c_i \lambda_i)}$

ρ_i densitatea stratului *i*
c_i capacitatea calorică specifică a stratului *i*
λ_i conductivitatea termică a stratului *i*

(6) Pentru a ține seama de coeficienții *b* diferiți pentru pereți, tavan, și planșeu este necesar ca acești coeficienți $b = \sqrt{(\rho c \lambda)}$ să fie introduși sub forma:

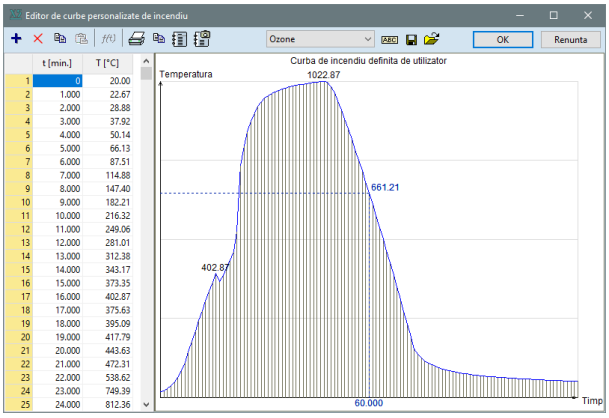
$b = \left(\Sigma (b_j A_j)\right) / \left(A_{t-} - A_v\right)$ (A.5)

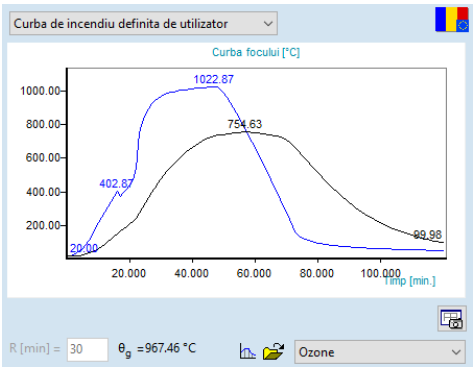
unde
A_j suprafața peretelui *j* a incintei, fără a include și deschiderile
b_j. proprietatea termică a suprafeței incintei *j* conform relațiilor (A.3) și (A.4)

☞ ***În cazul standardului NEN EN, curba parametrică de incendiu nu poate fi selectată, însă este disponibilă o altă curbă prescriptivă de foc, și anume curba de foc a tunelului RWS.***

Curba de foc definită de utilizator

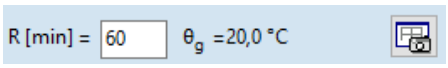
Curba de foc definită de utilizator este de asemenea disponibilă pentru a defini efectul de foc, astfel programul permite realizarea proiectării focului luând în considerare rezultatele testului de simulare sau de foc.
Este important de menționat că calculul temperaturii oțelului bazat pe curbele de foc prescrise utilizează presupunerea că temperatura gazului este identică oriunde în compartimentul de incendiu, iar elementul din oțel este expus radiației de căldură identice din toate direcțiile. În cazul unor incendii reale, în mod obișnuit, temperatura gazului este mai mică comparativ cu de ex. Curba de foc standard ISO. În consecință, dacă calculăm temperatura oțelului cu formula închisă a standardului EN 1993-1-2 din temperaturile gazului înregistrate la un incendiu real, cum ar fi temperaturile gazului din curba ISO a focului, putem subestima temperatura oțelului, deoarece acest calcul subestimează proporția de căldură radiată. Soluția poate fi utilizarea așa-numitei temperaturi a suprafeței adiabatice [U. Wickström, D. Duthinh, K. McGrattan; 2007: temperatura suprafeței adiabatice pentru calculul transferului de căldură la structurile expuse la foc]) (temperatura suprafeței adiabatice poate fi cu 15 - 20% mai mare decât temperatura gazului, conform studiului următor [M. Malendowski, A. Glema, W. Szymkuc; 2015: Performance based coupled CFD-FEM analysis of 3-bay high industrial hall under natural fire in ASFE 2015 proceedings]).
Similar cu spectrul seismic de proiectare personalizat, punctele curbei de foc definite de utilizator pot fi definite în editorul de funcții. Numărul maxim de puncte este de 360.





Evoluția temperaturii oțelului

Temperatura oțelului este calculată automatic pe baza curbei selectate, durata focului. Programul calculează temperatura în funcție de rezistența la foc cerută de utilizator. (R15, R30, R60, etc. – numărul indică timpul în minute). Această temperatură de proiectare este utilizată apoi în timpul proiectării oțelului la incendiu. (**vezi**... 6.6.3 Verificarea barei de oțel la incendiu – modul SD8).
Intervalul maxim este de 180 de minute (R180).



Se POT seta mai mulți parametri (**vezi...** 3.3.8 Unităţi de măsură).
Diagramele pot fi salvate în biblioteca de desene (**vezi...** 3.6.10 Salvare în biblioteca de desene) prin apăsarea pe iconița din stânga, pe partea de jos a desenului. Diagramele salvate pot fi adaugate ulterior la documentație.

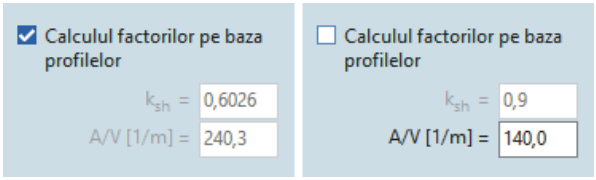
Calculul temperaturii elementelor din oțel neprotejate împotriva incendiilor (EN 1993-1-2; Δt = 5s):

$$\Delta\theta_{a,t} = k_{sh}\frac{A_m/V}{c_a\rho_a}\dot{h}_{net}\Delta t$$

unde

k_{sh} [-]	factor de corecție pentru efectul de umbră (în cazul SIA standard k_{sh} = 1.0)
A/V [1/m]	Factor de secțiune pentru elementtul neprotejat
c_a [J/kgK]	Căldura specifică a oțelului (according to EN 1993-1-2)
ρ_a [kg/m^3]	Densitatea oțelului
$\dot{h}_{net}$ [W/m^2]	Valoarea de calcul a fluxului termic net pe unitatea de suprafață

☞ ***Factorul de corecție pentru efectul de umbră și factorul de secțiune pot fi calculate și automatic, selectând Calculul factorilor pe baza secțiunii transversale a profilului.***



Calculul temperaturii elementelor din oțel protejate împotriva incendiilor (EN 1993-1-2; Δt = 5s):

$$\Delta\theta_{a,t} = \frac{\lambda_p A_p/V}{d_p c_a \rho_a}\frac{(\theta_{g,t} - \theta_{a,t})}{1+\phi/3}\Delta t - (e^{\phi/10} - 1)\Delta\theta_{g,t}$$

$$\phi = \frac{c_p \rho_p}{c_a \rho_a}\lambda_p A_p/V$$

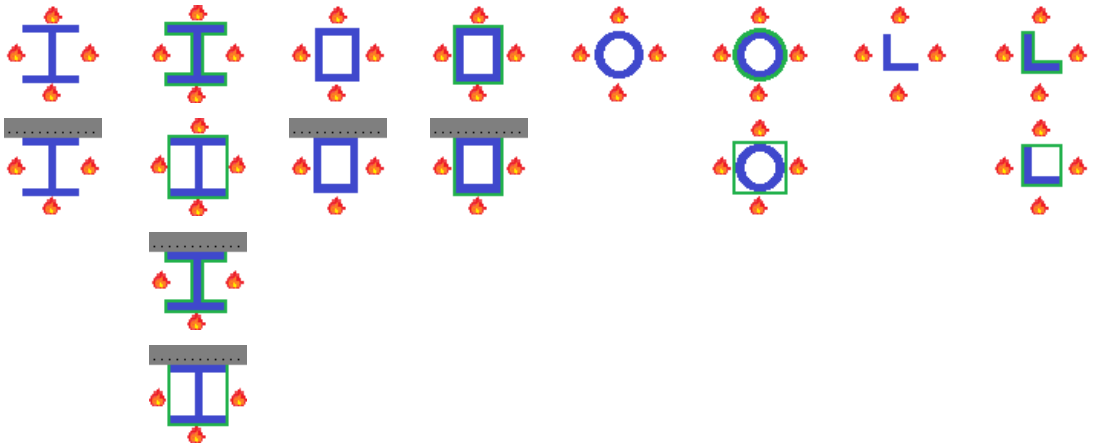
unde

λ_p [W/mK]	Conductivitatea termică a sistemului de protecție la foc
A_p/V [1/m]	Factorul de secțiune pentru elementul de oțel izolat prin materialul de protecție
c_p [J/kgK]	Căldura specifică a materialului de protecție
ρ_p [kg/m^3]	Densitatea materialului de protecție
d_p [m]	Grosimea materialului de protecție

☞ ***Valoarea temperaturii oțelului calculată pe baza curbei și durata focului (în cazul curbei parametrice, temperatura maximă calculată în interval) se poate vedea în fereastra Temperatura oțelului. Se afișează factorul de reducere a rezistenței și factorul de reducere a rigidității, conform EN 1993-1-2.***

Expunere

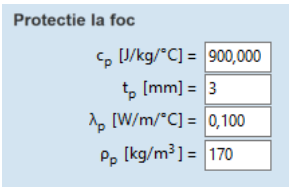
În fereastra de *Expunere* putem seta cum să fie expus elementul la acțiunea focului. Tipul de expunere influențează prin factorul de corecție efectul de umbră și prin factorul de secțiune, ritmul încălzirii elementului. În cazul secțiunilor suportate de program, pot fi alese rmătoarele tipuri de expuneri pentru un element protejat, respectiv neprotejat:



În cazul secțiunilor nesuportate de program, expunerea apare prin factorii k_{sh} și A/V.

Strat de protecție împotriva incendiilor

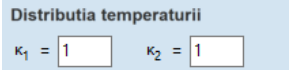
Structurile de oțel, în cele mai multe cazuri, trebuie protejate împotriva incendiilor. Protejarea împotriva incendiilor este activat atunci când butonul *Strat de protecție* este activ. În cazul acesta, parametrii necesari pot fi modificați în colțul de jos din dreapta a ferestrei.



Aplicarea unui strat de protecție influențează tipul de expunere.

Factorul κ1 și κ2

κ_1 și κ_2 sunt factori de adaptare pentru temperatura neuniformă, conform EN 1993-1-2.



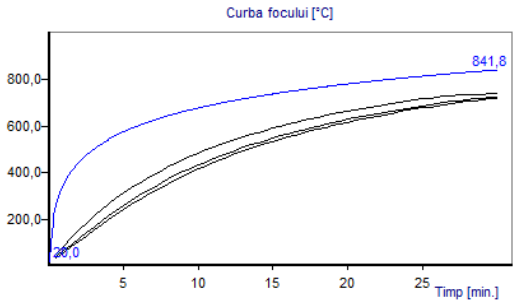
κ_1 - factor de adaptare pentru temperatura neuniformă a oțelului pe secțiunea stransversală

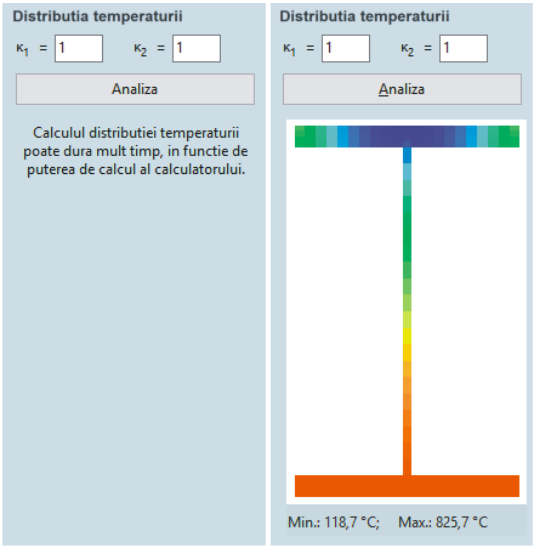
κ_2 - factor de adaptare pentru temperatura neuniformă a oțelului pe lungimea grinzii

Factorii k1 și k2 pot fi setați în fereastra *Distribuția temperaturii.*

Analiza distribuției temperaturii

În cazul profilelor I și a profilelor închise, este posibilă analiza distribuției temperaturii în secțiune transversală, în ferestra *Distibuția temperaturii*. Temperatura este calculată cu discretizarea secțiunii transversale și cu rezolvarea unei probleme de conductivitate termică bidimensională.





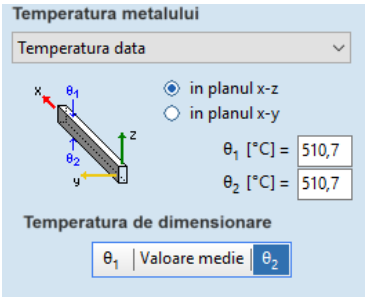
Durata analizei depinde de puterea calculatorului. Ca rezultat al analizei, se afișează distribuția temperaturii pe secțiunile transversale pentru rezistențele la foc selectate conform EN 1993-1-2. Metoda de calcul ia în considerare conductivitatea termică, respectiv căldura specifică a oțelului, conform EN 1993-1-2. Graficul temperaturii oțelului ne arată trei curbe, temparatura maximă, medie și minimă.

Conform Eurocodului, în cazul distribuirii neuniforme a temperaturii în secțiune transversală, trebuie luată în considerare valoarea maximă a temperaturii la dimensionarea elemenentului. Deci dacă rezultatele de distribuție a temperaturii sunt disponibile, programul folosește valoarea maximă a temperaturii pentru calcul.

Factorul κ_1 este calculat automat de program din rezultate, dar poate fi modificat de utilizator. Dacă elementul de oțel se conectează la un planșeu de beton armat, trebuie să setăm grosimea plăcii, respectiv densitatea betonului.

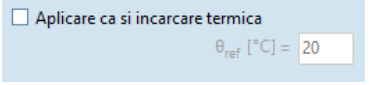
Temperatură dată

Utilizatorul are posibilitatea de a defini o temperatură unică în fereastra *Temperatura oțelului* ce trebuie selectată din lista *Temperatură dată*. Putem defini o temperatură constantă sau liniar variabilă. Temperatura de calcul pot fi selectat ca θ_1, θ_2 sau media lor. Această temperatură de calcul este folosită de program la dimensionarea elementelor (**vezi...** 6.6.2 Verificarea barelor de oţel conform Eurocod 3 – modul SD1).



Aplicare ca încărcare termică

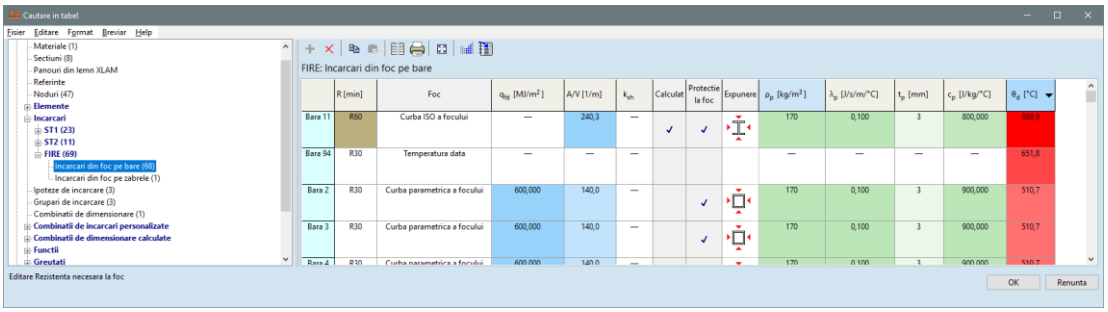
Temperatura oțelului calculată de program și temperatura dată de utilizator pot fi aplicate ca încărcări termice. (**vezi...** 4.10.19 Încărcări date de variaţie de temperatură pe elemente de bară) Trebuie definită valoarea temperaturii de referință, care în cazul dimensionării la foc este temperatura camerei. După calculul static putem analiza solicitările care apar în urma blocării deformațiilor.



☞ ***În cazul folosirii unui model perfect și calculul static, în multe cazuri apar solicitări ireale de mari din cauza că nu ținem cont de pierderea stabilității. Din cauza elementelor care și-au pierdut stabilitatea locală, deformațiile împiedicate pot fi eliberate fără pierderea stabilității globale. Conform Eurocodului, în unele cazuri când elementele sunt dimensionate la foc, încărcările date de variația temepraturii pot fi neglijate.***

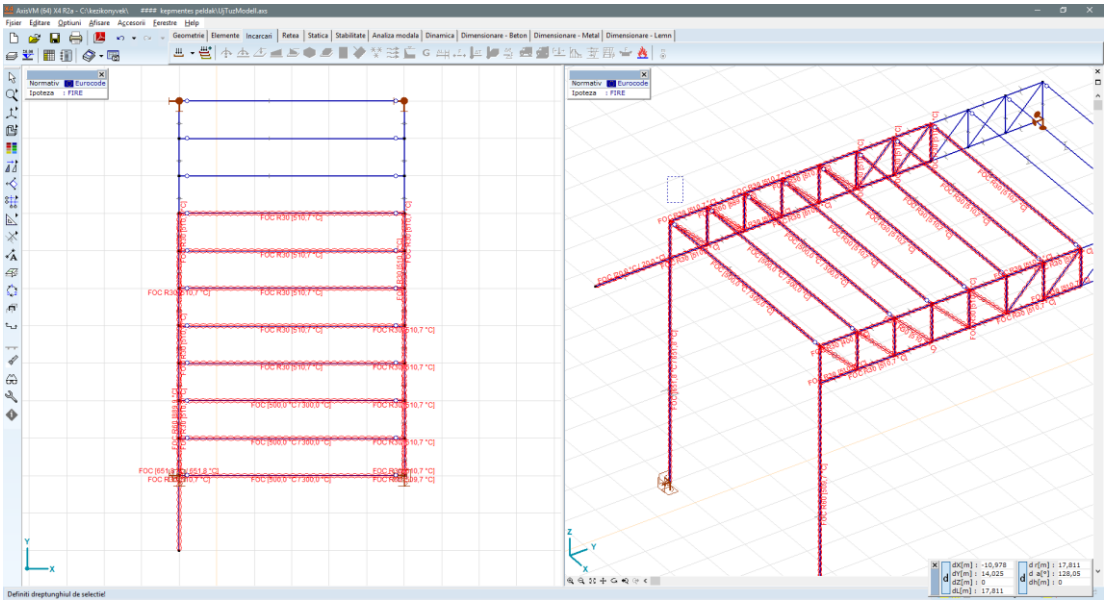
Tabel

Parametrii incendiului pentru cazurile de încărcări se regăsesc și în *Căutare în tabel*, dar nu pot fi modificate. În tabel sunt cuprinse: cerințe de rezistență la foc, tipul curbei de foc, valoarea încărcării de incendiu, factorul de secțiune, factorul de corecție pentru efectul de umbră, tipul de expunere, proprietățile stratului de protecție temperatura de calcul a oțelului. Tabelul poate fi adaugat la documentație.



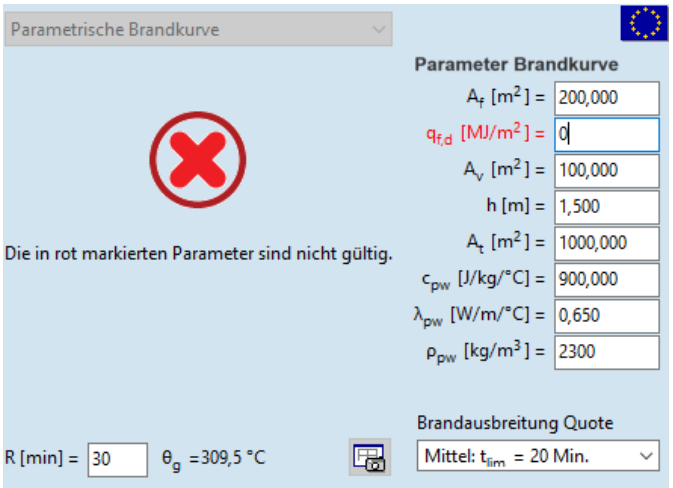
Afișare

Elementele pe care am amplicat încărcări de incendiu sunt afișate cu linie roșie în zig-zag. Culoarea și grosimea liniei pot fi modificate în *Setări de bază/Simboluri grafice*.



Erori

Dacă temperatura gazului, respectiv oțelului nu pot fi calculat, înseamnă că anumiți parametri nu sunt corecți.
În cazul curbelor temperatură timp parametrice, Eurocodul impune restricții pentru parametri de intrare. (De ex. $b = \sqrt{c_{pw}\rho_{pw}\lambda_{pw}}$, suprafața planșeului compartimentului, suprafața totală a deschiderilor verticale din toți pereții, înălțimea ferestrei etc.). Daca parametrii mai sus menționați nu sunt corect introduși, programul afișează un mesaj de eroare.



4.10.30. Efect de foc asupra elementelor din lemn - modul TD8

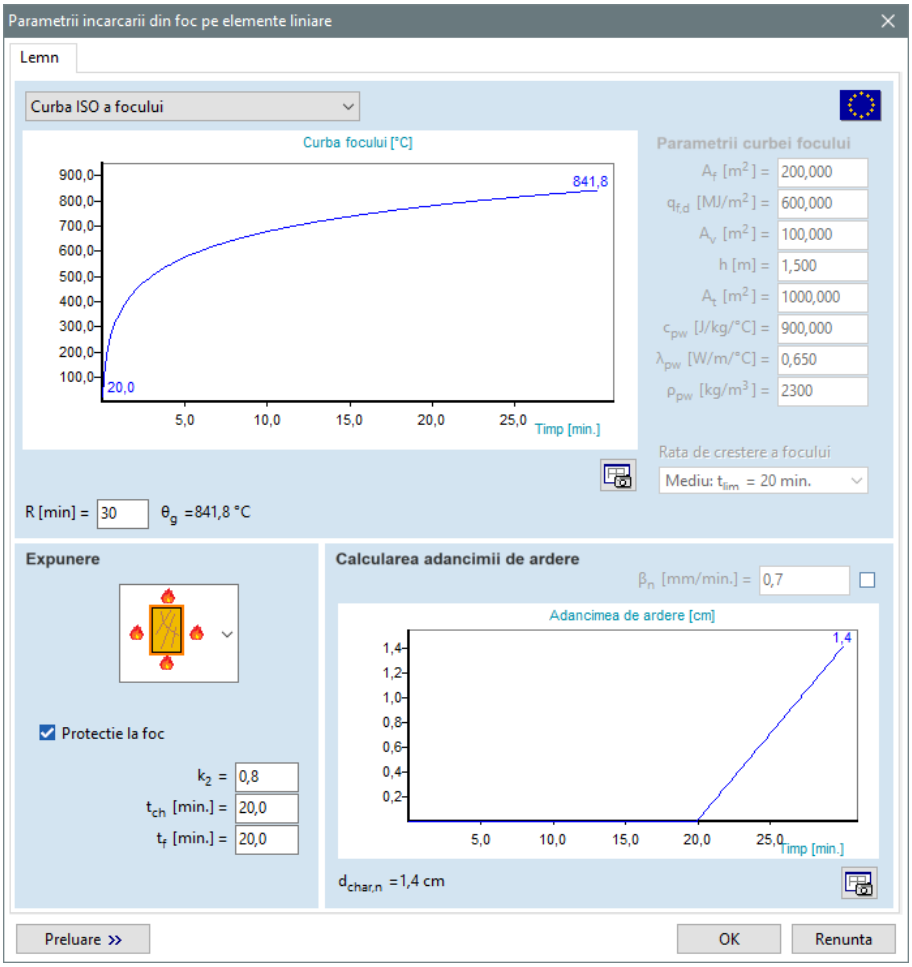
Coduri de proiectare

În AxisVM, efectele de incendiu pot fi generate după diferite coduri naționale. În cazul anexelor naționale ale Eurocodului care nu sunt enumerate mai jos, se aplică regulile generale din EN 1991-1-2 și EN 1993-1-2.

Eurocod	*EN 1991-1-2* *Eurocode 1 Action on Structures* *Part 1-2: General actions - Actions on structures exposed to fire* *EN 1995-1-2* *Eurocode 5: Design of timber strucutures* *Part 1-2: General - Strucutural fire design*
EC German	*DIN EN 1991-1-2:2010-12 NA* *DIN EN 1995-1-2:2010-12 NA*
EC Unguresc	*MSZ EN 1991-1-2:2005 NA* *MSZ EN 1995-1-2:2013 NA*
EC Ceh	*CSN EN 1995-1-2/NA 2011*
EC Slovac	*STN EN 1991-1-2/NA:2006* *STN EN 1995-1-2/NA:2011*
EC Britanic	*BS EN 1991-1-2:2002 NA* *BS EN 1995-1-2:2004 NA*
EC Finlandez	*SFS-EN 1991-1-2:2002 NA* *SFS-EN 1995-1-2:2004 NA*
EC Olandez	*NEN EN 1991-1-2:2002/NB:2011* *NEN EN 1995-1-2 NB*
SIA	*SIA 261: 2014* *SIA 265: 2003*

Definirea efectului de foc

Pentru a defini efectul de foc asupra elementelor de linie, faceți clic pe pictograma Definirea efectului de foc asupra elementelor de linie din bara de instrumente Încărcări.



Curbe de foc

Efectul de foc este reprezentat de curba de foc care specifică temperatura gazului în compartimentul de foc în funcție de timp. În cazul elementelor de lemn, pot fi selectate curbele ISO standard și parametrice. Aceste curbe de foc sunt prezentate și discutate în secțiunea anterioară (**vezi...** 4.10.29 Acțiuni asupra elementelor liniare expuse la foc – modul SD8).

☞ ***În cazul standardului NEN EN, curba de foc parametrică nu poate fi selectată.***

Calculul adâncimii de carbonizare

Adâncimea de carbonizare este calculată automat din curba de incendiu și durata de incendiu/timpul selectat necesar de rezistență la foc (R15, R30, R60, etc. - unde numărul dă timpul în minute). Această adâncime de carbonizare este utilizată apoi în decursul proiectării lemnului la foc (**vezi...** 6.7.2. Proiectarea la foc a grinzilor de lemn – modulul TD8)
Durata maximă a focului este de 180 de minute (R180).
Secțiunile transversale acceptate sunt secțiunile dreptunghi gros, dreptunghi rotunjit și cerc.

Diagramele pot fi salvate în Biblioteca de Desene (**vezi...** 3.6.10 Salvare în biblioteca de desene) făcând clic pe pictograma situată sub diagrama din dreapta. Diagrame salvate pot fi adăugate ulterior la rapoarte.

Adâncimea normată de carbonizare ($d_{char,\ n}$) a elementelor din lemn expuse se calculează după cum urmează:
Curba de foc standard ISO (conform EN 1995-1-2 3.4.2.) - fără protecție împotriva incendiilor:

$$d_{char,n} = \beta_n t$$

β_n [mm/min]	rata de carbonizare normată de proiectare sub expunerea standard la foc
t [min]	timp

Curba de foc parametrică (conform anexei A din EN 1995-1-2) - fără protecție împotriva incendiilor:

$$d_{char,n} = \begin{cases} \beta_{par} t & t \le t_0 \\ \beta_{par}\left(1.5t - \frac{t^2}{4t_0} - \frac{t_0}{4}\right) & t_0 < t \le 3t_0 \\ 2\beta_{par} t_0 & 3t_0 < t \le 5t_0 \end{cases}$$

unde

$t_0 = 0.009 \frac{q_{f,d}}{O}$ $\quad \beta_{par} = 1.5\beta_n \frac{0.2\sqrt{\Gamma} - 0.04}{0.16\sqrt{\Gamma} + 0.08}$ $\quad \Gamma = \frac{(O/b)^2}{(0.04/1160)^2}$ $\quad O = \frac{A_v}{A_t}\sqrt{h}$ $\quad b = \sqrt{\rho_{pw} c_{pw} \lambda_{pw}}$

$q_{f,d}$ [MJ/ m^2]	valoarea de proiectare a densității sarcinii de foc legate de suprafața Af a podelei
A_v [m^2]	suprafața totală a deschiderilor verticale pe toți pereții
h [m]	media ponderată a înălțimilor ferestrelor de pe toți pereții
A_t [m^2]	suprafața totală a incintei (pereți, tavan și podea, inclusiv deschideri)
c_{pw} [J/kg°C]	căldură specifică la limita incintei
ρ_{pw} [kg/m^3]	Densitatea la limia incintei
λ_{pw} [W/m°C]	conductivitatea termică a limitei incintei

☞ ***Dacă limita incintei este alcătuită din straturi diferite, parametrii c_{pw}, ρ_{pw} și λ_{pw} ar trebui să fie dați iar parametrul rezultat $b = \sqrt{c_{pw}\rho_{pw}\lambda_{pw}}$ egal cu $b = \sqrt{c_{pw,1}\rho_{pw,1}\lambda_{pw,1}}\frac{A_1}{\sum A} + \cdots + \sqrt{c_{pw,n}\rho_{pw,n}\lambda_{pw,n}}\frac{A_n}{\sum A}$.***

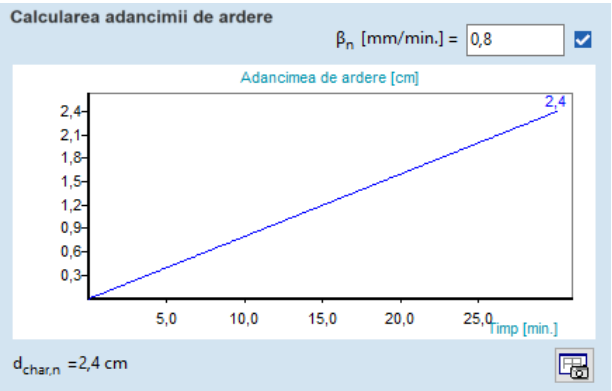
Adâncimea normată de carbonizare a elementelor din lemn protejat poate fi calculată numai pentru curba de foc standard ISO conform secțiunii 3.4.3. din standardul EN 1995-1-2. Următorii parametri sunt necesari:

k_2 [-]	Coeficient de izolare
t_{ch} [min]	ora începerii carbonizării elementelor protejate (întârzierea începerii carbonizării din cauza protecției)
t_f [min]	timpul de eșec al protecției

Acești parametri trebuie specificați pe baza reglementărilor codului, adâncimii și tipului de material de protecție împotriva incendiilor.

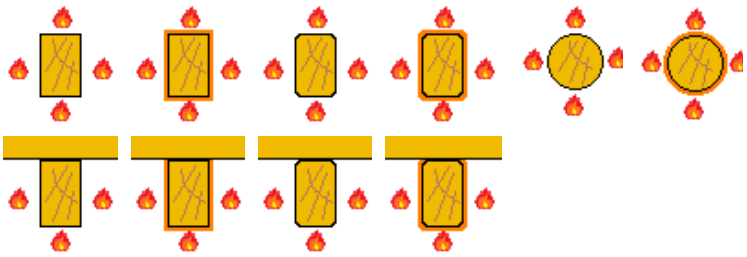
Rata de carbonizare

Software-ul selectează rata de carbonizare normată pe baza parametrilor materialului lemnos al membrului selectat, cu toate acestea, valoarea poate fi specificată de utilizator.



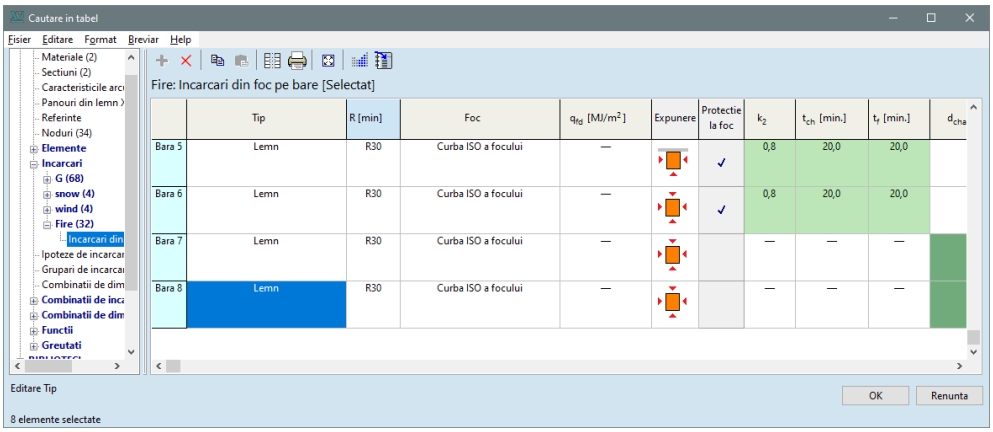
Expunere

Pe panoul *Expunere* este posibil să setați modul în care membrul este expus la foc. Tipul expunerii influențează numai calculul secțiunii reduse în timpul proiectării la foc (**vezi...** 6.7.2. Proiectarea la foc a grinzilor de lemn – modulul TD8). În cazul tipurilor de secțiuni acceptate, următoarele tipuri de expunere sunt disponibile pentru membrii protejați/neprotejați::



Tabel

Parametrii efectului de incendiu pentru fiecare caz de încărcare a focului pot fi verificați în Browserul de tabel. Parametrii enumerați sunt: timpul necesar rezistenței la foc, tipul curbei de incendiu, densitatea încărcării la foc, tipul de expunere, proprietățile protecției împotriva incendiilor și adâncimea normată de carbonizare calculată. Tabelele pot fi adăugate la rapoarte.



Simboluri grafice în fereastra principală

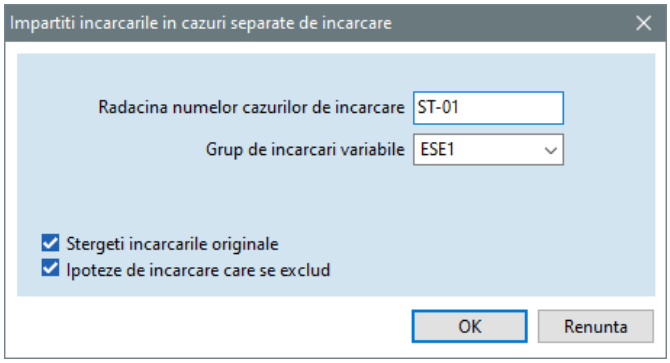
Efectele de incendiu sunt prezentate în fereastra principală sub formă de linii în zig-zag roșu în mod similar cu elementele din oțel (**vezi...** 4.10.29 Acțiuni asupra elementelor liniare expuse la foc – modul SD8)). Proprietățile simbolului (grosime, culoare) pot fi setate în fereastra *Preferințe/Simboluri grafice*.

Erori

Dacă nu se poate calcula temperatura gazului sau adâncimea normată de carbonizare din cauza valorilor necorespunzătoare ai parametrilor, apare un mesaj de eroare. EN 1991-1-2 impune mai multe restricții cu privire la parametrii inițiali ai curbelor de foc parametrice (factor de deschidere, $b = \sqrt{c_{pw}\rho_{pw}\lambda_{pw}}$, suprafața podelei, înălțime, etc.).

4.10.31. Împarte încărcările în cazuri de încărcare separate

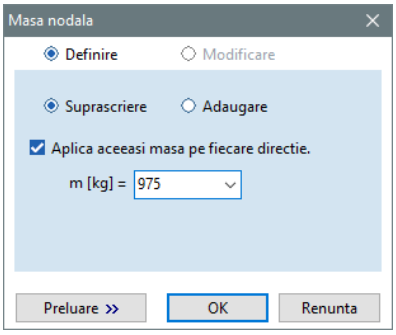
Această funcție copiază sau mută încărcările selectate în cazuri de încărcare separate (create automat în cadrul unui grup de încărcare variabilă). Fiecare încărcare va intra într-un caz de încărcare separată.



Rădăcina numelor de cazuri de încărcare determină ca numele de încărcare să fie numite Root1, Root2, Root3 etc.
Selectați grupul de încărcare variabilă dintre grupurile de variabile existente sau introduceți un nume nou pentru a crea un grup nou

Bifați *Ștergeți* încărcările originale pentru a muta încărcările în noile cazuri de încărcare. În caz contrar, încărcările vor fi copiate.

4.10.32. Mase nodale



Pentru analiza modală I/II masele care nu sunt introduse în ipotezele de încărcare se pot lua în considerare ca mase concentrate în noduri.

Pentru analiza modală II masele nodale se pot lua în considerare ca şi încărcări statice care prin efectul de ordinul II afectează rezultatele.

În cazul analizei dinamice, din produsul maselor nodale şi a acceleraţiilor nodale se nasc încărcări dinamice.
Din aceste încărcări se nasc deplasări şi forţe.

Pentru nodurile selectate se pot defini mase concentrate m_x, m_y, m_z [kg] pe cele trei direcţii globale.
În cazul în care masele sunt egale pe cele trei directii este suficientă definirea unei singure mase (***Aplică aceeaşi masă pe fiecare direcţie***).

Masele nodale sunt vizualizate cu un cerc dublu de culoare roşie închisă.

4.10.33. Modificare

Modificarea încărcărilor deja definite.

Modificarea se poate face astfel:

1. Se ţine apăsată tasta **[Shift]** şi se selectează cu cursorul elementele a căror încărcare se modifică. Pentru selectare se poate utiliza şi fereastra sau bara de selectare.
2. Se dă un clic pe butonul încărcării.
3. În rândul datei de modificat se comută butonul de modificare.
4. Se modifică data (datele).
5. Cu butonul **OK** se închide fereastra de dialog**.**

Modificare rapidă: făcând clic pe elementul finit încărcat se afişează fereastra de dialog aferentă încărcării.

Dacă sunt selectate mai multe elemente finite, printr-un clic pe unul dintre acestea se pot modifica încărcările pentru toate elementele deodată. Dacă sunt selectate elemente finite şi se dă clic pe un element care nu este ales, selectarea se anulează iar modificarea se poate face numai pentru acest element.

Dacă elementul este încărcat cu mai multe încărcări, se poate modifica numai o încărcare. În acest caz se poate modifica încărcarea concentrată sau distribuită care este mai aproape de punctul unde s-a dat clic.

Modificarea încărcărilor se face în mod asemănător cu definirea, diferenţa fiind numai în aspectul că la modificare se poate schimba şi o caracteristică a încărcării. Caracteristicile încărcării elementelor selectate care nu au fost modificate în fereastră rămân neschimbate.
Dacă sunt selectate elemente a căror încărcare nu se poate modifica prin funcţia apelată, acestea rămân neschimbate.

4.10.34. Ştergere

[Del] **Vezi detaliat**... 3.2.9 Ştergere

4.11. Reţea

Generare reţele pe elemente de linie, domenii, îndesire locală reţea şi verificarea geometriei elementelor finite.

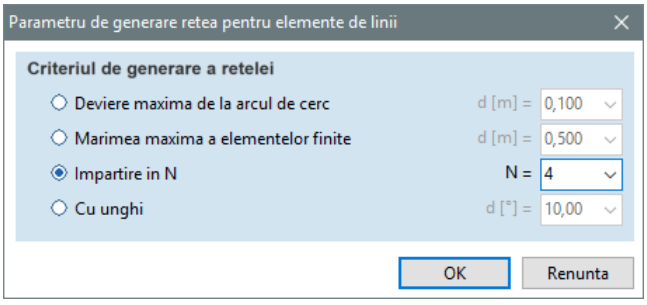
4.11.1. Generare reţea

La generarea reţelei recunoaşterea liniilor care se intersectează şi care se suprapun are ca efect diminuarea erorilor de editare a modelului.
Utilizarea procesoarelor cu mai multe nuclee reduce considerabil durata generării reţelei.

4.11.1.1. Generare reţea pentru elementele liniare

Barele şi nervurile curbe la analize sunt considerate elemente cu axe drepte. Pentru elementele curbe este necesară definirea unui poligon cu densitatea corespunzătoare. În mod similar se procedează şi pentru barele cu secţiune variabilă, pentru că aceste elemente sunt considerate cu secţiune constantă între două noduri. Precizia rezultatelor depinde de densitatea reţelei de elemente finite.
Reţeaua de elemente finite – similar cu reţeaua pentru domenii – se poate şterge sau modifica. Proprietăţiile şi încărcările definite pe aceste elemente nu se şterg la ştergerea reţelei.
Reţeaua de elemente finite se poate defini şi pentru elemente liniare. Această posibilitate se poate utiliza eficient pentru analizele neliniare şi dinamice, unde pentru o precizie mai mare este necesară împărţirea barelor în mai multe segmente.

Parametri de generare reţea pentru elemente de tip bară



Generarea reţelei este posibilă în modurile următoare:

Deviere maximă de la arcul de cerc

Reţeaua se va genera la densitatea pentru care înălţimea corzii nu este mai mare decât valoarea definită.

Mărimea maximă al elementului

Reţeaua se va genera în aşa fel încât lungimea liniilor să nu fie mai mare decât valoarea definită.

Împărţire în N

Elementul de linie va fi împărţit în N părţi egale.

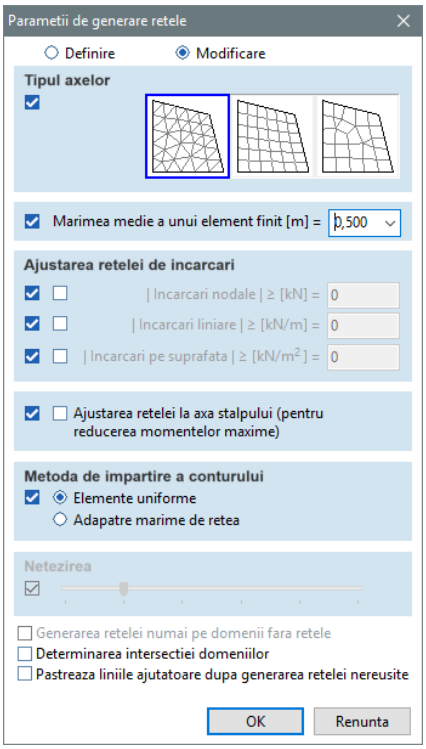
Cu unghi

Unghiul central corespunzător reţelei nu va fi mai mare decât valoarea definită.

4.11.1.2. Generare reţea pentru domenii

Generează o reţea de elemente finite triunghiulare având lungimea laturilor cea setată în fereastra de dialog de mai jos. Reţeaua generată ia în considerare toate golurile, punctele şi liniile interioare ale domeniului.
Se poate defini ca la generarea reţelei să se ieie în considerare încărcările, respectiv pentru netezirea momentelor maxime, să ieie în considerare stâlpii conectaţi la planşeu.

Parametri de generare reţele pe domenii



Tipul reţelei

Reţeaua poate fi din elemente finite triunghiulare, dreptunghiulare sau din elemente finite mixte predominant dreptunghiulare şi pe alocuri triunghiulare.

Reţea dreptunghiulară parametrică

Dacă utilizaţi reţeaua dreptunghiulară şi conturul domeniului poate fi împărţit în dreptunghiuri, se utilizează reţeaua dreptunghiulară parametrică, deoarece asigură o reţea mai precisă şi simetrică.

Dimensiune reţea

Se poate defini *mărimea medie* a elementelor finite. În urma generării pot rezulta elemente mai mici şi mai mari.

Ajustarea reţelei la încărcări

Cu aceste opţiuni se poate seta la ce tipuri şi mărimi de încărcări să fie ajustată reţeaua. Pentru încărcările concentrate se vor genera noduri iar pentru încărcările liniare, linii.
Cu ajutorul casetelor se poate seta pentru ce tip de încărcări şi pentru e intensitate să considere programul o îndesire a discretizării.

Netezirea momentelor maxime

Pentru netezirea corectă a momentelor maxime în zona stâlpilor, reţeaua din acea zonă trebuie să fie mai fină. La activarea acestei opţiuni la generarea reţelei, programul va netezi reţeaua în jurul stâlpilor conectaţi la planşeu.
Programul consideră stâlp orice element conectat la placă la un unghi mai mic de 45°.
Vezi... 6.1.12 Eforturi în elemente de suprafaţă

Netezire automată în jurul stâlpilor

Pentru a putea aplica tăierea vârfurilor extreme a momentelor incovoietoare la elementele de suprafaţă trebuie să avem un reţea de elemente finite cu o discretizare cât mai fină.
Programul consideră că este stâlp fiecare element liniar care este legat de un element finit de suprafaţă intr-un unghi mai mic de 45°.

Ajustarea reţelei la axa stâlpului

Pentru a putea aplica tăierea vârfurilor extreme a momentelor incovoietoare la elementele de suprafaţă trebuie să avem o reţea de elemente finite cu o discretizare cât mai fină. La activarea acestei opţiuni la generarea reţelei, programul va netezi reţeaua în jurul stâlpilor conectaţi la planşeu.
Programul consideră că este stâlp fiecare element liniar care este legat de un element finit de suprafaţă intr-un unghi mai mic de 45°.
Utilizarea acestei opţiuni este importantă la rezultate la opţiunea Netezirea momentelor maxime deasupra stâlpilor. **Vezi...** 6.1.12 Eforturi în elemente de suprafaţă

Metoda de împărţire a conturului

Elemente uniforme

La generarea reţelei conturul domeniilor şi liniile interioare vor fi impărţite pe baza mărimii medie a unui element finit. Cu această opţiune elementele finite triunghiulare vor fi aproximativ de aceeaşi dimensiune.

Adaptare mărime de reţea

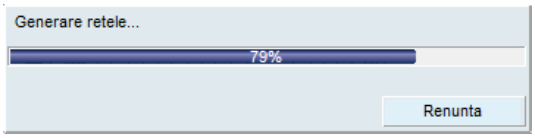
Programul ţinând cont de forma domeniului generează reţeaua optimă. Unde dimensiunea reţelei definită de utilizator este corespunzătore, se va genera această reţea iar unde nu este corespunzătore se va genera automat o reţea mai densă.

Finețea rețelei

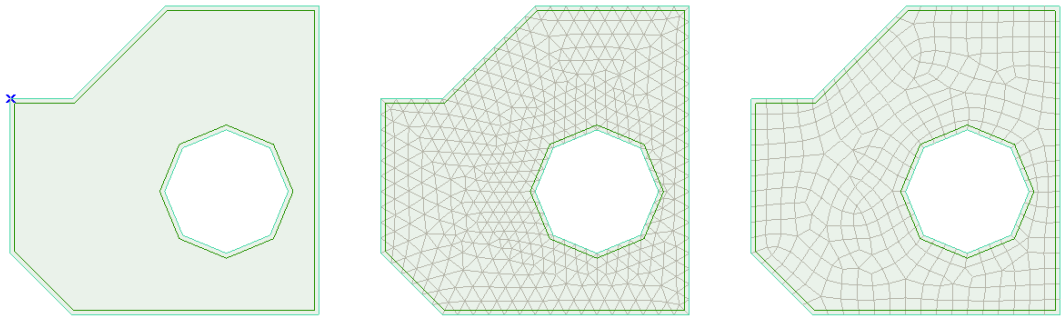
Cu ajutorul barei de setare putem modifica finețea tețelei şi indirect viteza generării reţelei. În poziţia din stânga reţeaua este mai puţin fină, generându-se rapid iar în partea dreptă generarea este mai lentă dar finețea reţelei este considerabil mai mare. Rezultatul fineței depinde de forma domeniului dar şi de parametrii de generare a reţelei, astfel o finețe mai mare nu conduce întotdeauna la o calitate mai mare a reţelei.

Dacă opţiunea ***Generare reţea numai pe domenii fără reţele*** este activată se vor genera reţele numai pe domeniile care nu au reţea definită.
Dacă optiunea ***Determinarea intersecţiei domeniilor*** este activată, linia de intersecţie a domeniilor se va determina automat.

Generarea reţelei poate fi urmărită într-o fereastră separată în care făcând clic pe butonul *Renunţă* se poate opri generarea reţelei.



La generarea reţelei în cazul unor elemente finite tip bară care sunt incluse total sau parţial în domeniu, programul ia în considerare numai nodurile de la capetele de bară, nu şi liniile aferente acestora.
Dacă în interiorul domeniului se găsesc elemente patrulatere sau triunghiulare pe care deja au fost generate reţele, programul le include fără modificări şi pe acestea în reţeaua nouă.



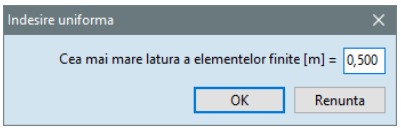
Înaintea generării reţelei — După generarea reţelei

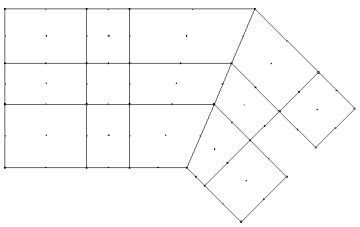
☞ ***Generarea unei reţele noi pe un domeniu pe care anterior s-a generat o reţea are ca efect schimbarea reţelei domeniului în cel nou.***

4.11.2. Îndesirea reţelei de elemente finite

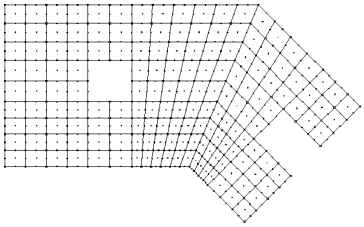
Cu aceste funcţii se poate mări fineţea de discretizare în elemente finite. În urma aplicării funcţiilor, elementele finite noi moştenesc proprietăţile (material, grosime, referinţe, ...), rezemarea şi încărcările elementelor finite originale. Se poate alege dintre următoarele posibilităţi de îndesire:

Uniformă

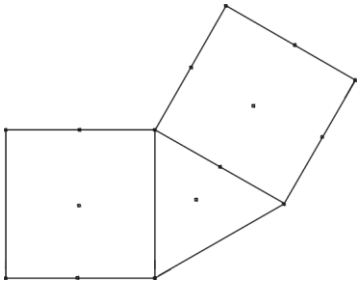




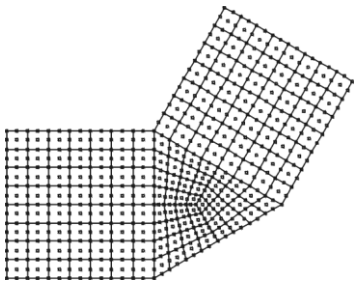
înainte de îndesire



după îndesire



înainte de îndesire

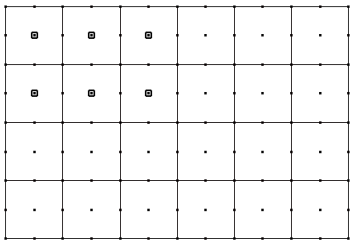


după îndesire

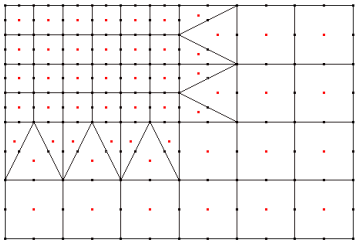
Se dă lungimea maximă a laturii unui element finit din reţeaua îndesită. Funcţia realizează îndesirea reţelei astfel încât fiecare element va avea laturile de lungime mai mică decât valoarea dată.

Îndesirea unei zone

Se face o îndesire uniformă pe elementele selectate.

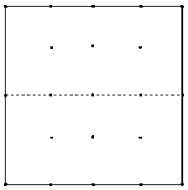


înainte de îndesire

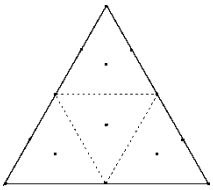


după îndesire

Elementele selectate sunt împărţite în felul următor:

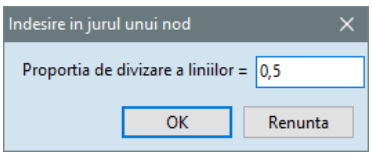


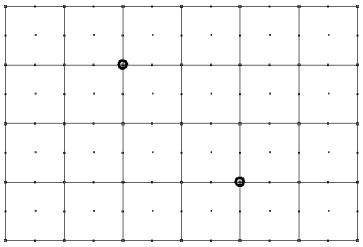
element dreptunghiular



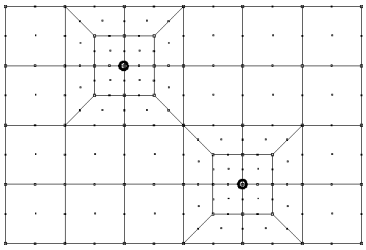
element triunghiular

Îndesire în jurul unui nod





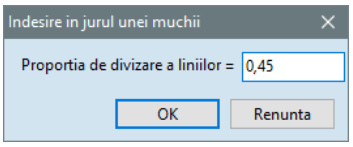
înainte de îndesire

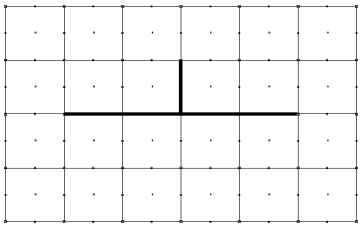


după îndesire

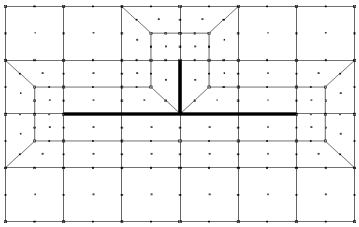
Trebuie selectate nodurile în jurul cărora se doreşte îndesirea reţelei (ex.: rezemările pe stâlpi ale plăcilor). Trebuie dat un raport de împărţire. Reţeaua din jurul nodurilor selectate va fi generată astfel încât să împartă liniile de reţea după raportul dat. Acest raport poate avea valori între 0.2-0.8.

Îndesire în jurul unei muchii





înainte de îndesire



după îndesire

Trebuie selectate liniile (muchiile) în jurul cărora se cere îndesirea reţelei (ex.: rezemări pe muchie, încărcări distribuite) şi definit un raport de împărţire. Reţeaua (din jurul liniilor marcate) va fi generată astfel încât să împartă liniile legate la liniile marcate după raportul dat. Raportul poate avea valori între 0.2-0.8.

4.11.3. Verificare reţea

☞ Programul verifică unghiul (α) cel mai mic al elementelor finite.
Elementul finit se consideră deformat dacă
- $\alpha \leq 15$ pentru triunghiuri
- $\alpha \leq 30$ pentru dreptunghi.

4.11.4. Ștergerea rețelei

Ștergerea tuturor rețelelor de pe elemente liniare

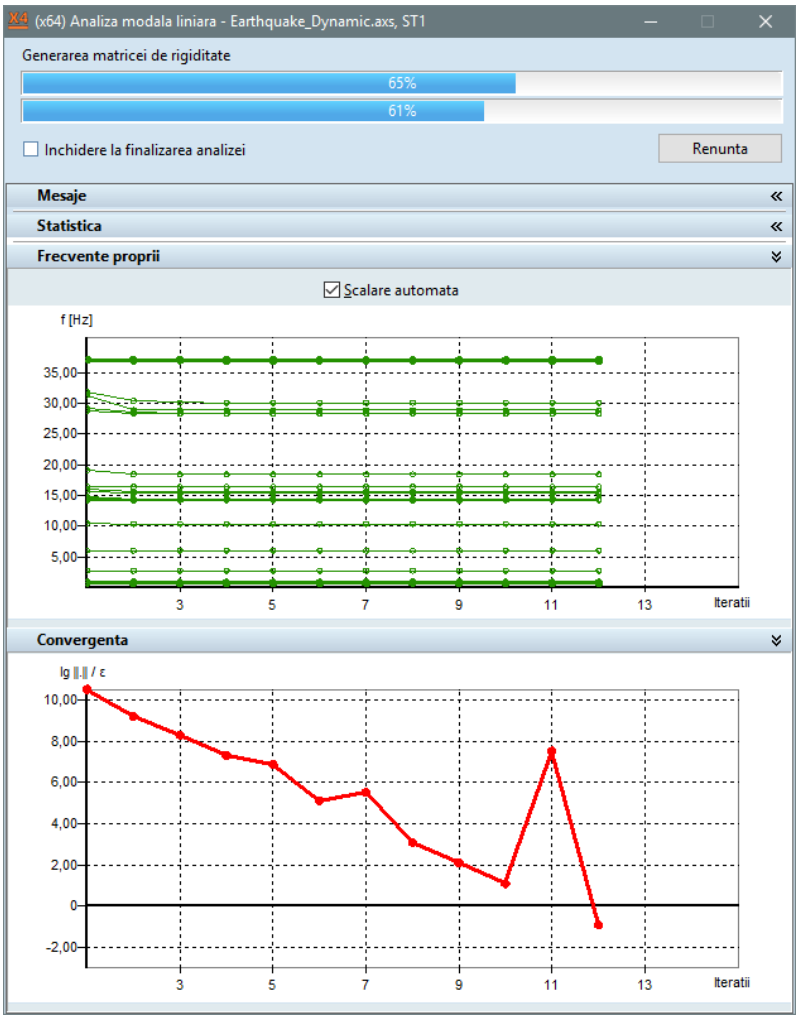
Ștergerea tuturor rețelelor de pe domenii

Ștergerea tuturor rețelelor de pe elemente liniare și domenii

5. Analiză

Cu acest program se pot efectua analize statice de ordinul I şi II, dinamice liniare şi neliniare, modale de ordinul I şi II şi de stabilitate. În sistemul de programe AxisVM, analiza structurilor se bazează pe metoda elementului finit. Metoda elementului finit este prezentată detaliat în bibliografia manualului de utilizare. Condiţia utilizării sistemului de programe este cunoaşterea metodei elementului finit aferent programului şi experienţă în utilizarea acestuia.

Analizele se vor efectua în etapele următoare:



1. Optimizarea sistemului de ecuaţii
2. Pregătirea datelor pentru analiză
3. Efectuarea analizei (în funcţie de tipul analizei)
4. Prelucrarea rezultatelor pentru vizualizare

Detalii despre jurnalul analizei se regăsesc la *Mesaje*, panoul *Detalii* include informaţii despre memoria utilizată, date despre sistem, detalii despre model şi durata analizei.
Categorii speciale:
Analiza neliniară: Panoul *Urmărire* prezintă deplasările nodului urmărit. Panoul *Convergenţă* prezintă convergenţa procesului de iteraţie.
Analiza modală: Panoul *Frecvenţe prezintă* convergenţa frecvenţelor. Panoul *Convergenţă* prezintă procesul de convergenţă.
Analiza de stabilitate: Panoul *Valori proprii* prezintă convergenţa valorilor proprii. Panoul *Convergenţă* prezintă procesul de convergenţă.
Analiza dinamică: Panoul *Paşi de timp* prezintă deplasarea nodului urmărit. Panoul *Convergenţă* prezintă procesul de convergenţă.
Vezi... 2.16.20 Informaţii/Parametrii analizei

Optimizare Pentru a reduce timpul efectuării calculului şi spaţiului ocupat, AxisVM optimizează ordinea nodurilor. Dacă numărul total al gradelor de libertate depăşeşte 1000, programul creează un grafic tridimensional intern al geometriei structurii şi începe partiţionarea sistemului de ecuaţii utilizând metoda substructurii. Sistemul de acuaţii este stocat ca un *sparse matrix*. Parametrii sistemului de ecuaţii optimizat apar doar la sfârşitul procesului. Acest proces asigură o utilizare redusă a memoriei şi un calcul mai rapid dar presupune ca cel mai mare bloc de ecuaţii începe în memorie. În cazul în care nu începe, programul stochează sistemul ca şi un *band matrix* şi începe reducerea lăţimii de bandă a sistemului de ecuaţii prin numerotarea iterativă a nodurilor. Dacă cele mai lungi două rânduri încap în memoria disponibilă, sistemul de ecuaţii poate fi rezolvat. Schimbările memoriei necesare pentru *band matrix* sunt reprezentate instant. Durata procesului de optimizare şi cantitatea de memorie utilizată depind de dimensiunea sistemului de ecuaţii şi de memoria disponibilă.

☞ ***Rezolvarea este mai eficientă dacă sistemul de ecuaţii încape în memoria RAM. Dacă în memorie nu încape tot sistemul de ecuaţii, dar încape cel mai mare bloc din sistemul de ecuaţii, viteza de rezolvare poate fi corespunzătoare.***
Dacă cel mai mare bloc nu încape în memorie, analiza se poate efectua cu operaţii suplimentare pe disc cu o viteză satisfăcătoare.

Pregătirea datelor pentru analiză În cadrul pregătirii datelor, programul verifică datele de intrare şi avertizează utilizatorul dacă acestea nu sunt corecte. În funcţie de tipul erorii, analiza este întreruptă sau se poate continua sau întrerupe în funcţie de opţiunea utilizatorului.

Analiza Etapele analizei sunt afişate în fereastra analizei.
Sistemul simetric liniar de ecuaţii este rezolvat cu metoda Cholesky modificată, în cazul analizelor statice, şi prin iterare în subspaţiu, în cazul analizei modale şi de stabilitate.
În cadrul analizelor erorile de rezolvare a sistemului de ecuaţii provenite din rotunjiri şi de rezemare a modelului, se determină în toate cazurile şi sunt afişate în fereastra de **Info** ca *Eeq*. Dacă această valoare este mai mare de 0.00001 precizia rezultatelor nu este satisfăcătoare deoarece sistemul de ecuaţii nu este bine condiţionat. Precizia deplasărilor obţinute va fi asemănătoare.
Fiecare nod al modelului poate avea şase grade de libertate nodale. Matricea de rigiditate a structurii şi matricea maselor se generează în funcţie de aceste grade de libertate nodale. În acest mod se obţine un randament asemănător pentru structuri plane şi spaţiale.

Eroarea rezolvării Programul calculează ordinul de mărime a rezolvării sistemului de ecuaţiit (pa baza unei ipoteze de încărcare la care se cunoaşte soluţia exactă). Erorile pentru celelalte ipoteze de încărcare vor fi de acelaşi ordin de mărime.
Eroarea rezolvării E(EQ) este afişată în fereastra de informaţii.
Dacă această valoare este mai mare decât 0.00001 soluţia sistemului de ecuaţii nu este corepunzătoare din cauza sistemului de ecuaţii slab condiţionate.

Prelucrarea rezultatelor pentru vizualizare La prelucrarea datelor, rezultatele sunt ordonate în funcţie de numerotarea iniţială a nodurilor şi pregătite pentru vizualizare grafică.

Parametrii necesari pentru diferitele tipuri de analiză sunt prezentaţi în continuare.

5.1. Statică

Liniară

În cadrul analizei liniare, diagrama forţă-deplasare este liniară.
La apelarea funcţiei, analiza se efectuează imediat pentru toate ipotezele de încărcare.

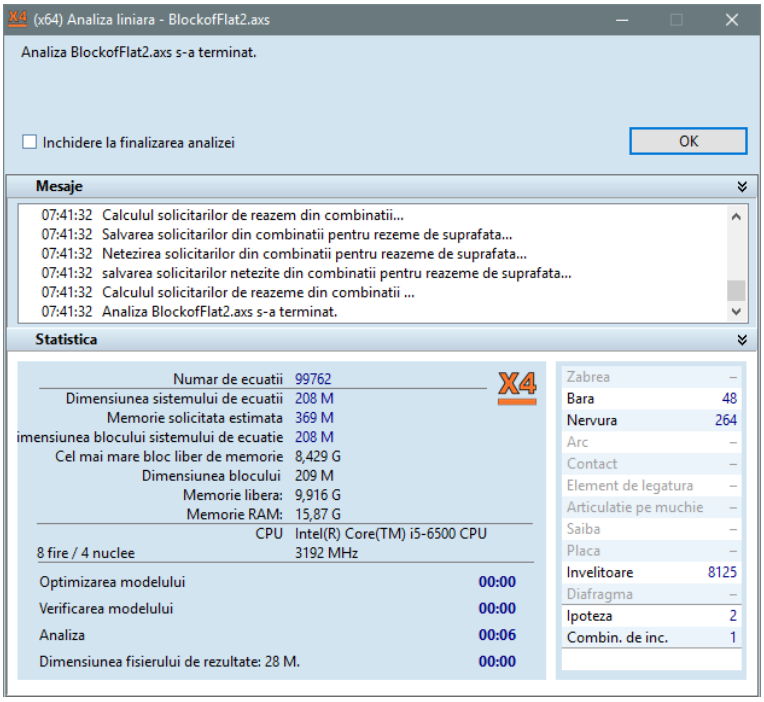
Comportarea geometric liniară a structurii presupune că deplasările structurii sunt mici, iar materialul utilizat este izotrop sau anizotrop şi se comportă liniar (legea lui Hooke).

☞ ***Vezi descrierea elementelor contact, arc şi utilizarea acestora în analiza liniară statică.***

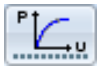
Erorile de calcul apar la sfârşitul procesului de iterare în fereastra Info.

E(U): eroarea relativă a convergenţei deplasării
E(P): eroarea relativă a convergenţei forţei
E(W): eroarea relativa a convergenţei lucrului mecanic
E(ER): condiţionarea sistemului de ecuaţii

Sunt reprezentate în roşu valorile care indică instabilitate.

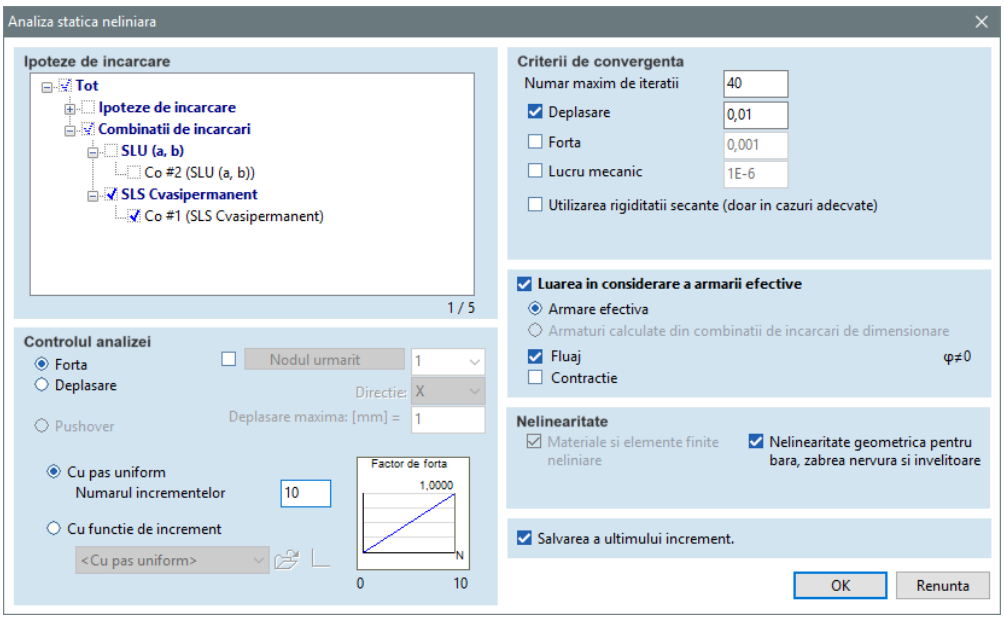


Neliniară



Realizează o analiză statică neliniară. Termenul neliniar înseamnă că răspunsul calculat (deplasare, forţă internă) este în mod neliniar legat de sarcina aplicată. Acest lucru se poate datora utilizării, de ex. elemente de tip gap, de tip link, elemente de suport neliniare, elemente de tip linie/suprafaţă cu metariale neliniare sau luând în considerare neliniaritatea geometrică.
Selectaţi cazuri sau combinaţii de încărcare în vizualizarea de tip arbore.

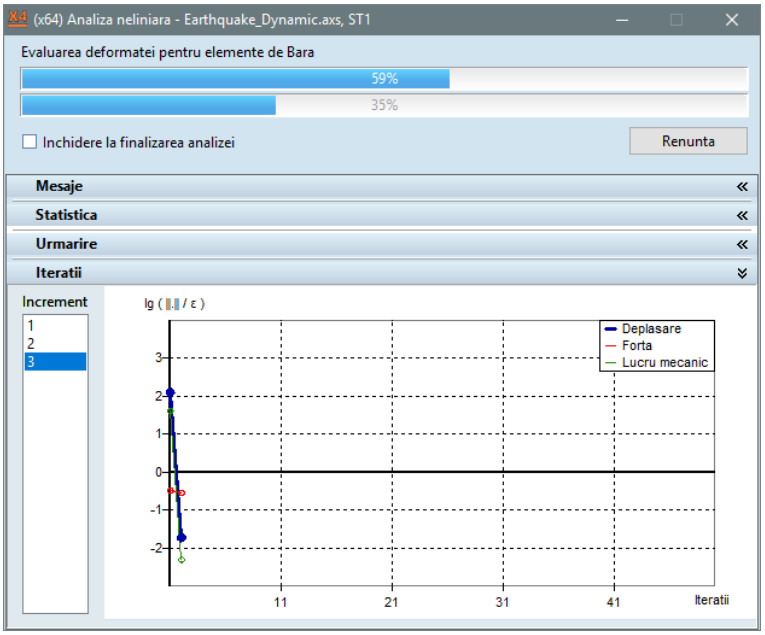
La apelarea analizei neliniare apare fereastra cu parametrii necesari ai analizei:



Parametri de rezolvare

Aici se pot defini parametrii analizei:

În listă se pot selecta ipotezele şi combinaţiile de încărcări pentru care se va executa analiza. Programul va efectua analiza pentru toate ipotezele şi combinaţiile de încărcări, cu parametrii setaţi. Informaţiile după analiză se pot vizualiza într-o listă.



Parametrii analizei

Se dau parametrii pentru analiza incrementală:

Tot în această fereastră se definesc parametrii de control (forţă/deplasare) pentru analiza neliniară:

Forţă

În cazul controlului de forţă incrementele sunt definite ca şi increment de forţe uniforme. În acest caz modelul va fi încărcat cu forţa multiplicată, cu un singur factor, în paşi uniformi. Este posibilă urmărirea unui nod înintr-o direcţie dată. Diagrama acestei deplasări va fi reprezentată în timpul analizei.

Deplasare

În cazul controlului de deplasare, incrementele sunt definite ca şi increment de deplasări uniforme. În acest caz în direcţia gradului de libertate selectat, pentru nodul selectat, se va aplica deplasarea în paşi uniformi.
Modelul va fi încărcat cu forţa multiplicată cu un singur factor, în paşi uniformi.

Pushover Opţiunea Pushover este o analiză bazată pe controlul deplasării. În această analiză, pe lângă o ipoteza de încărcare parametrică mărită treptat, se poate defini şi o ipoteză de încărcare constantă. Această configuraţie este necesară pentru modelarea efectului P-Δ.
După selectarea opţiunii, la partea superioară a ferestrei din listă se poate selecta ipoteza de încărcare parametrică şi cea constantă. Definirea încărcarilor pushover şi parametrii analizei **Vezi** la 4.10.24 Încărcări Pushover – modul SE2

Nodul urmărit Acesta este nodul urmărit în analiza pushover sau de deplasare. Mişcarea acestui nod poate fi urmărită în panoul **Urmărire.**

Direcţia Gradul de libertate al nodului urmărit în analiza pushover sau de deplasare. Deplasarea poate fi urmărită în panoul **Urmărire.**

Deplasare maximă Deplasarea maximă a nodului urmărit în direcţia gradului de libertate definit.

Numărul incrementelor Incrementele se pot defini în două moduri:

1. Se va defini numărul paşilor pentru rezolvare cu incremente. Valoarea de bază este 10, dar pentru structuri cu o comportare puternic neliniară este posibil să fie necesari mai mulţi paşi incrementali pentru atingerea convergenţei numerice.
2. Cu utilizarea funcţiei de increment se poate dispune ca pe zonele liniare sa fie folosiţi mai puţini paşi, iar în zonele neliniare mai mulţi. În acest caz încărcarea creste neliniar la fiecare pas cu funcţia; se poate descrie cu cât să crească încărcarea.

☞ ***Funcţia de increment poate fi numai monoton crescătoare (nu este posibilă reducerea încărcării).***

Criterii de convergenţă Analiza convergenţei asigură precizia rezultatelor analizei neliniare. Este foarte important ca parametrii convergenţei să fie daţi corespunzător. În procesul de iterare, valoarea incrementului deplasării şi vectorul forţelor neechilibrate trebuie să se anuleze (să tindă către zero).

Numărul maxim de iteraţii Se alege în funcţie de neliniaritatea structurii şi parametrii analizei folosite. Valoarea implicită este 20. În cazul în care criteriile de convergenţă nu sunt îndeplinite în numărul maxim de iteraţii, programul nu dă rezultate.

Deplasare/ Încărcare/Lucrul mecanic Criterii multiple de convergenţă se pot exprima în deplasări, forţă sau lucrul mecanic (este obligatoriu cel puţin un criteriu). În majoritatea cazurilor, criteriul exprimat cu ajutorul lucrului mecanic este suficient. În anumite situaţii, pentru o eroare mare a incrementului de deplasare, corespunde o forţă mică neechilibrată sau invers. Valorile implicite pentru parametrii de convergenţă sunt următoarele: deplasare 0.001, forţă 0.0001 lucrul mecanic 0.0000001.
După analiză valorile factorilor de convergenţă (erori relative la sfârşitul iteraţiei) se vor afişa în fereastra de Info.

E(U): eroarea relativă a convergenţei deplasării
E(P): eroarea relativă a convergenţei forţei
E(W): eroarea relativă a convergenţei lucrului mecanic

Utilizarea rigidităţii secante (doar în cazuri adecvate) Dacă este selectată această opțiune, articulațiile barelor vor fi reprezentate de rigiditatea lor secantă în locul rigidității tangente. Acest lucru îmbunătățește convergența dar reduce considerabil viteza de calcul. Se recomandă utilizarea acestei opțiuni doar dacă nu se poate ajunge la o convergență prin creșterea numărului de incremente și iterații.

Luarea în considerare a armării În cazul placilor de beton armat există posibilitatea efectuării analizei ținand cont de armătura calculată cu analiză liniară sau armătura efectivă a plăcii.
Programul determină deformațiile şi eforturile în placa de beton armat pe baza diagramei moment-curbură. Deformațiile astfel obținute reprezintă deformația exactă a plăcii. Eforturile obținute reprezintă o eventuală redistribuție a lor în placa. (**Vezi ...**6.5.6 Analiza neliniară a plăcilor din beton armat).

Programul poate calcula eforturile compatibile cu forma deformată a elementelor, luând în considerare comportarea neliniară a betonului și armăturilor. Aceste calcule sunt realizare pe baza punctelor Gauss, pe curburile axelor locale y și z ale elementelor și axul central prin prelungirea axelor centrale.
Vezi detaliat... 6.5.5 Analiza neliniară a grinzilor și stâlpilor din beton armat

Analiza se poate efectua și cu luarea în considerare fluajului / contracției.
Informații suplimentare referitoare la analiza fluajului și a contracției pot fi găsite în secțiunile menționate mai sus.

Neliniaritate

Comportament neliniar a materialelor şi a elementelor finite

Este activă această opțiune, dacă modelul conține elemente cu un comportament neliniar (ex.: zăbrele care preiau doar întindere sau reazeme care preiau doar compresiune) sau elemente cu proprietăți de materiale neliniare (zăbrele, bare, nervuri, șaibe, plăci, învelitoare). Dacă este lăsată opțiunea nebifată toate elementele se vor comporta liniar.

Neliniaritate geometrică pentru bare

Pentru această opţiune programul determină echilibrul structurii deformate. În funcţie de mărimea deplasărilor programul efectuează o analiză de ordinul I sau II.
Programul ţine cont de neliniaritatea geometrică numai pentru elementele zăbrea, bară şi nervură. Încărcările sunt acoperitoare (conservatoare), acestea îşi păstrează direcţia iniţială pe durata deformării.

Dacă în model nu sunt elemente neliniare (contact, arc), se activează doar opţiunea *Neliniaritate geometrică*.
Dacă în model sunt elemente neliniare, atunci în analiză se ia în considerare neliniaritatea acestor elemente (contact, arc). prin activarea opţiunii *Neliniaritatea geometrică pentru bare* se poate ţine cont şi de neliniaritatea elementelor de bară şi zăbrea.

Mesaj de atenționare pentru probleme de stabilitate

În cazul calculului geometric neliniar, în unele creșteri pot apărea probleme de stabilitate, cum ar fi pierderea stabilității locale, globale, fenomenul de snap-through. Valoarea critică a lui Euler poate fi depășită în unele bare. În cazul acesta trebuie urmăriți pașii de mai jos:

- verificarea modelului deformat.
- compararea valorilor parametrilor de încărcări critice obținute în urma analizei de pierdere a stabilității cu factorii de încărcări existenți în incrementul problematic.

Creșterile din cauză le putem verifica în Paleta de informații, **vezi...** 2.18.1 Paleta de Informaţii

☞ ***Barele trebuie împărţite în cel puţin patru segmente.***

Luarea în considerare a armării efective

În cazul plăcilor de beton armat este posibilă efectuarea analizei cu armarea efectivă. În acest caz deplasările şi eforturile în placă sunt determinate pe baza diagramei de moment-curbură. Deplasările şi eforturile (redistribuţia eforturilor) determinate în acest fel ţin cont de comportarea neliniară a betonului armat.

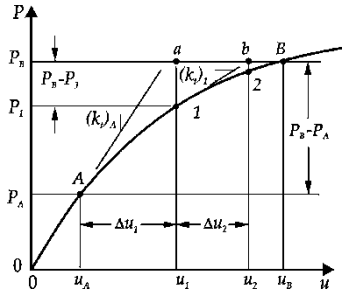
Salvarea ultimului increment

Dacă analiza neliniară se efectuează cu mai multe incremente de încărcare, programul determină deplasările şi eforturile pentru fiecare increment de încărcare. În majoritatea cazurilor este suficientă salvarea doar a ultimului increment. În acest caz se selectează opţiunea respectivă.

☞ ***În cazul în care se salvează doar ultimul increment, comportarea structurii în fazele intermediare nu se poate urmări.***

Observaţie

În această analiză programul foloseşte o metodă iterativă de tip Newton-Raphson. Metoda este cunoscută în mai multe variante, care diferă între ele prin modul de corectare a matricei de rigiditate.

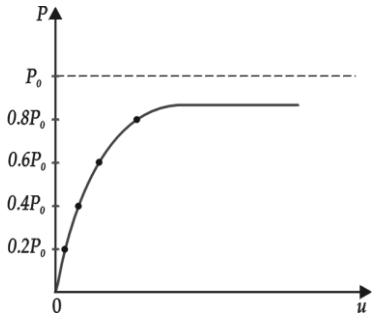


Din AxisVM n=1 (valoarea implicită), atunci rigidităţile se corectează în fiecare iteraţie şi metoda de iterare se numeşte metoda Newton-Raphson obişnuită.

Comportările cu palier *snap-through* nu se pot analiza cu control în forţe. În acest caz, soluţia este utilizarea controlului în deplasări.

Control de forţă/deplasare

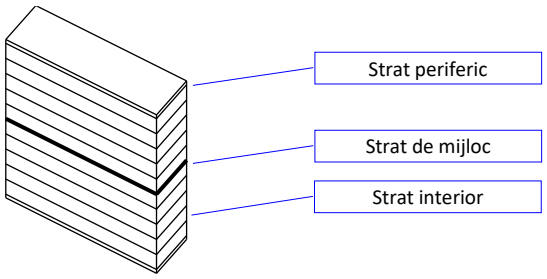
În figură este prezentată, cu linie continuă, o soluţie cu control de forţă pentru o structură cu o caracteristică forţă-deplasare care, la valoarea P_0 a forţei, dă eroare deoarece structura are deplasări foarte mari. În acest caz structura se poate analiza fără probleme cu controlul deplasării.



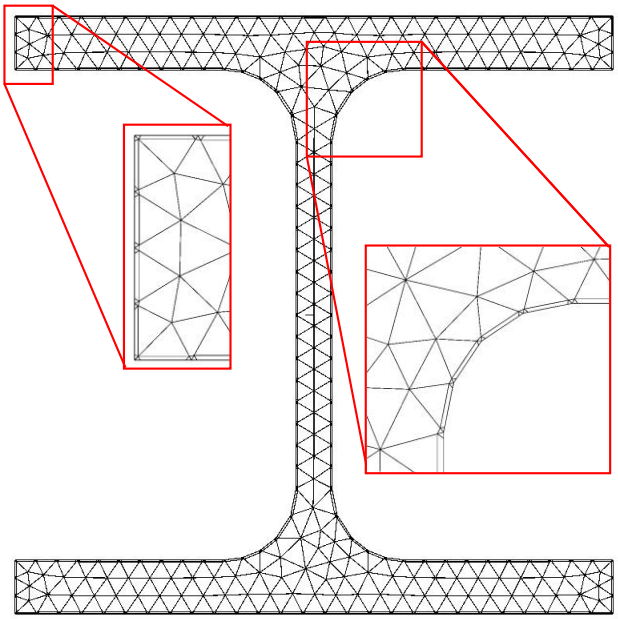
Elemente finite cu material neliniar

Elementele de tip bară, nervură și suprafață din materiale neliniare (elastic sau plastic) sunt modelate cu un model se secțiune discretizată. Plăcile și învelitoarele sunt reprezentate cu folii cu aceeași gosime, secțiunile barelor și nervurilor sunt discretizate. Distribuția eforturilor este determinată utilizând ipoteza lui Navier (secțiunile plane rămân plane) și aplicând modelul material neliniar pe fiecare sub-element. Componentele eforturilor sunt aceleași ca în modelul matrial liniar. Pentru elementele plane sunt determinate rezultatele în planul superior, inferior și median, iar pentru secțiunile barelor și nervurilor în punctele de tensiune și pe conturul elementului.

Pentru obținearea rezultatelor precise, în fibra extremă grosimile straturilor nu sunt egale. În cazul plăcilor și învelitoarelor sunt utilizate două straturi periferice, a căror grosime este o zecime a stratului interior. Numărul straturilor interioare este de zece. Discretizarea secțiunilor barelor și nervurilor conține deasemenea un strat periferic al cărui grosime este o zecime a lungimii elementelor interioare. Eforturile rezultate pe contur sunt obținute direct din elementele periferice.

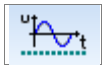


Element de suprafață stratificat



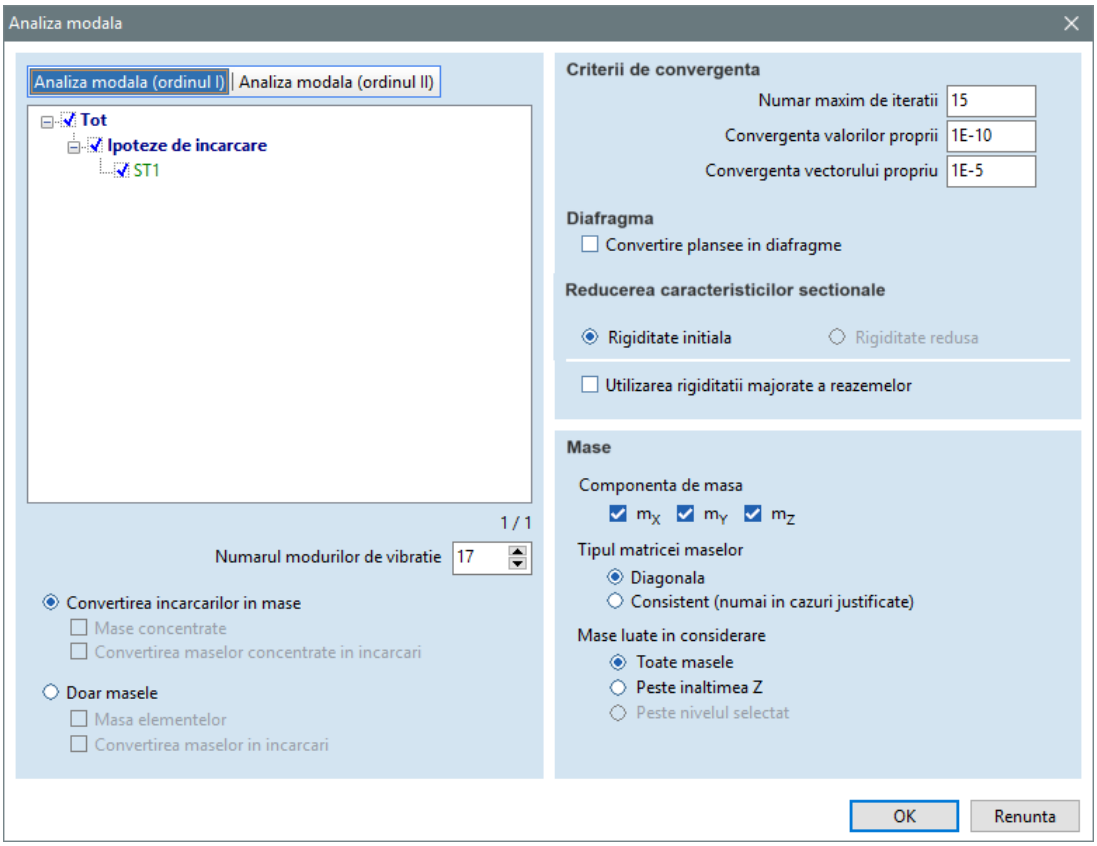
Discretizarea secțiunii

5.2. Analiza modală



În cadrul analizei modale programul determină primele *n* valori proprii cerute şi vectorii proprii aferenţi. Analiza este o rezolvare a unei probleme generale de valori proprii (programul foloseşte metoda iterării în subspaţii). Programul verifică dacă au fost determinate cele mai mici valori proprii.
La analiză, programul foloseşte matricea diagonală a maselor, aceasta conţinând doar mase de translaţie.

☞ ***În cadrul analizei structurii, programul determină numai valori proprii pozitive. Valorile proprii apropiate de zero nu se pot determina.***



Parametrii analizei Se poate selecta ca pentru care ipoteză sau combinaţie de încărcări să fie lansată analiza modală.

Se definesc parametrii analizei modale:

Ordinul I Efectul forţelor de întindere/compresiune asupra rigidităţii elementelor nu este luat în calcul în timpul analizei pentru determinarea modurilor de vibraţie.

Ordinul II În cadrul analizei sunt luate în calcul efectele forţelor axiale asupra rigidităţii elementelor.
În analiza modală de ordinul II forţele de întindere măresc rigiditatea elementelor iar forţele de compresiune scad rigiditatea. Acest fenomen influenţează rezultatele analizei modale. În toate cazurile, la acest tip de analiză se folosesc rezultatele de la o ipoteză statică.

Numărul modurilor de vibraţie Se defineşte numărul modurilor de vibraţie care se determină în cadrul analizei. Valoarea implicită este 9, valoare maximă nu există.Numărul modurilor cerute nu poate fi mai mare decât numărul gradelor de libertate dinamice ale structurii.

Ipoteză Se poate selecta ipoteza de încărcare sau doar masa care să se ia în considerare în cadrul analizei (numai o singură ipoteză sau combinaţie).
În cadrul analizei modale de ordinul I şi II încărcările pot fi convertite în mase. La analiza modală de ordinul II programul foloseşte rezultatele de la o ipoteză statică.

Convertirea încărcărilor în mase

Se poate opta pentru convertirea încărcărilor paralele cu direcția gravitațională în mase, din ipoteza de încărcare selectată. Masele nodale generate pot fi vizualizate în *Tabel* (Rezultate / Vibrații / [ipoteza de încărcare sau numele combinației] / Mase nodale).
Mase concentrate: Dacă au fost definite mase nodale (**vezi...** 4.10.32 Mase nodale**)**, acestea pot fi incluse sau excluse din analiză.
Convertirea maselor concentrare în încărcări: În cazul acesta masele nodale sunt aplicate ca și încărcări pe structură.

Doar masele se iau în considerare

Programul efectueaza analiza numai cu masele concentrate definite. Este posibil să se ia în considerare masa elementelor (greutate structurală), iar masele pot fi transformate în încărcări.

Componenta de masă

Se poate seta ce componentă de masă să fie utilizată pentru analiză. Opțiuniile se pot utiliza pentru determinarea formelor de vibrație pentru diferite direcții.

Tipul matricei maselor

Matricea poate fi diagonală sau consistentă (consistentă în cazuri justificate).

Luarea în considerare și a maselor

Se pot seta ce mase să ia în considerare analiza modală. În cazul setării *Toate masele,* analiza modală se efectuează luând în considerare masa totală a structurii. Putem defini o înălțime Z, și în cazul acesta, programul va lua în considerare doar masele peste această înălțime. Dacă modelul conține niveluri, cu ajutorul opțiunii *Peste nivelul setat*, putem defini peste ce nivel să ia în considerare masele în cazul analizei modale.

Diafragmă

Cu activarea *Convertirea planşeelor în diafragme,* programul în analiza modală înlocuieşte elementele finite plane cu o diafragmă. Cu această setare se reduce timpul analizei dacă modelul conţine numai stâlpi şi planşee. În cazul în care modelul conţine şi pereţi, numărul ecuaţiilor se reduce, dar lăţimea semibenzii matricei de rigiditate creşte considerabil şi implicit creşte şi timpul analizei.

Reducerea rigidității pentru analiza spectrului de răspuns

Informații suplimentare în capitolul 3.3.10 Reducerea rigidităţii

Analiză cu rigiditate de rezemare sporită

Cu activarea opțiunii, rigiditatea rezemării a nodurilor, elementelor liniare, elementelor de suprafață, (în vederea modelării reale) se consideră cu valoarea de bază (rigidă) în timpul analizei modale, deci cu rigidități de 10^{10} kN/m, 10^{7} kN/m/m, respectiv 10^{4} kN/m^2.

Criterii de convergenţă

Analizele de convergenţă asigură precizia rezultatelor analizei modale, din acest motiv este foarte importantă alegerea parametrilor de convergenţă.

Numărul maxim de iteraţii

Numărul maxim al iteraţiilor se alege în funcţie de modurile de vibraţie care se determină (valoare mai mare pentru număr mai mare de valori proprii). Valoarea implicită este 30. Dacă nu sunt îndeplinite criteriile de convergenţă cu parametrii de convergenţă aleşi, programul nu dă rezultate.

Convergenţa valorilor proprii

Se determină convergenţa relativă a valorii proprii. Valoarea implicită este de 1.0E-10.

Convergenţa vectorilor proprii

Valoarea de referinţă implicită este de 0.00001. Valoarea erorilor cu care au fost determinaţi vectorii proprii este comparată cu această valoare de referinţă. Dacă eroarea este mai mare decât valoarea de referinţă, atunci aceasta va apărea în paleta de informaţii cu culoarea roşie.

☞ ***În analiză, programul implicit foloseşte matricea diagonală a maselor. În consecinţă, pentru o modelare corespunzătoare a distribuţiei maselor în model este necesară împărţirea barelor în mai multe segmente şi discretizarea corespunzătoare în cazul elementelor finite plane. Precizia rezultatelor este suficient de mare dacă pentru fiecare semiundă elementele sunt împărţite în patru segmente (în cazul elementelor de suprafaţă pe ambele direcţii).***

Formele de vibraţii sunt normalizate în raport cu matricea maselor:

$$\{U\}^T \cdot [M] \cdot \{U\} = 1$$

5.2.1. Analiza vibrațiilor cauzate de pași

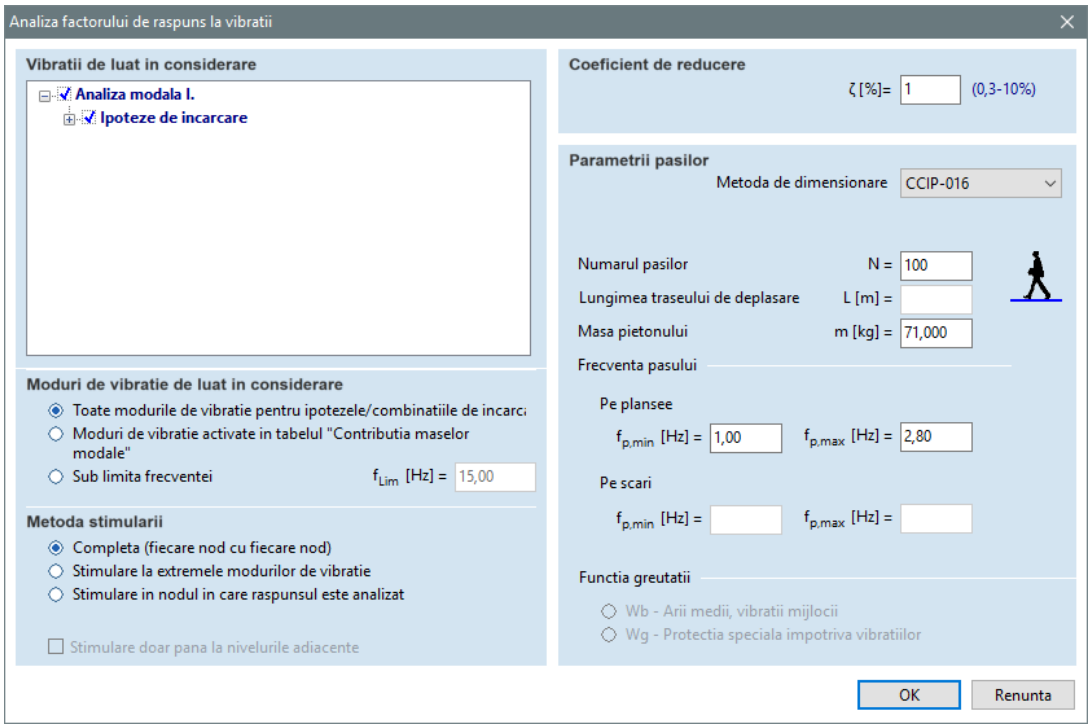
Împreună cu dezvoltarea structurilor mai eficiente și ușoare trebuie să ținem cont de vibrațiile cauzate de oameni, deoarece aceste vibrații pot fi neplăcute, iar în cazul clădirilor în care sunt laboratoare, săli de operație, trebuie reduse la minimul posibil. Programul consideră pașii ca excitație externă, și determină factorii de răspuns pe planșeu, care sunt proporționale cu accelerația maximă în punctul respectiv. Analiza vibrațiilor cauzate de pași este accesibilă doar dacă configurația programului include modulul FFA.

Modelul trebuie să îndeplinească două condiții în vederea rularii analiza FFA. Unghiul dintre normala planșeului și direcția gravitațională trebuie să fie mai mică decât 10°. Unghiul dintre normala rampei și direcția gravitațională trebuie să fie mai mică decât 70°. Elementele cu unghi mai mare decât 70° dintre normala și direcția gravitațională sunt considerate pereți. Nodurile pereților nu sunt excitate și nici calculate în timpul analizei, deoarece vibrarea pereților nu cauzează discomfort.

Ipoteze de încărcări

A doua condiție este că modelul trebuie să conțină rezultate de vibrații prime sau secundare. În fereastra de dialog putem selecta rezultatele de vibrații pe care vrem să le luăm în considerare (ipotezele de încărcări sau combinațiile de încărcări la care intervalul de frecvență a formei modale calculate este insuficientă în vederea efectuării unei analize corecte, apar cu roșu).

Putem selecta modul de excitație, factorul de amoritizare și parametrii pașilor. Rezultatul analizei este un factor de răspuns (R) care apare pe planșee și rampe.



Deasemenea, condițiile de limită și de continuitate trebuie să fie stabilite astfel încât să reflecte comportamentul rigid al structurilor pentru sarcini dinamice (**vezi...** 5.2 Analiza modală, *Analiză cu rigiditate de rezemare sporită*). Mai mult, în timpul calculării formelor modale se propune luarea în considerare a încărcăriilor cu o combinație cvasi-permanentă (ψ_2), care influențează rezultatele favorabil datorită creșterii semnificative a masei modale a structurii.

Forme modale

Dacă selectăm *Toate formele modale pentru cazurile de încărcare / combinații,* vor fi luate în considerare toate formele, valorile proprii.

Este posibilă dezactitivarea formelor modale selectate în tabelul *Factorilor de masă modală* (**vezi...** 4.10.23.1 Calculul încărcării seismice conform Eurocod 8):

Limita de frecvență inferioară permite utilizatorului să stabilească o limită pentru frecvențele, care vor apărea în calcul. Vor fi luate în considerare numai modurile cu o frecvență mai mică.

Modul de excitație Există trei metode de excitație. Fiecare dintre ele creează o componentă separată a rezultatului R.
General: Toate nodurile de plăci sau scări pot excita orice alt nod (R gen).
Excitația la extremele formelor modale: Excizia are loc numai la cele două extremități globale ale formelor modale (R extr.).
Excitare la nodul analizat: Nodul analizat este excitat doar de el însuși (R auto).
Dacă ați efectuat anterior o analiză cu același model de calcul, dar cu excitație diferită, rezultatele sale rămân.

Excitare numai până la nivelurile adiacente: Această opțiune este activată dacă modelul conține cel puțin trei niveluri. În cazul acesta, nodul analizat poate fi excitat numai de noduri pe același nivel, sau de noduri pe niveluri adiacente.

Amortizare Se poate seta raportul critic de amortizare al structurii analizate. Sugestiile pot fi găsite în Bibliografie [33], [34].

Parametrii vibrațiilor cauzate de pași

Model de calcul Există două abordări: CCIP-016 [33] și SCI P354 [34]. Algoritmii lor sunt descriși în Ghidul FFA (**vezi...** Ajutor/FFA Ghid). Modificarea modelului de calcul elimină rezultatele anterioare.

Numărul pașiilor (CCIP-016) Metoda de calcul CCIP-016 permite reducerea accelerațiilor rezonante datorită faptului că rezonanța are nevoie de timp pentru a se dezvolta. Deci, numărul de pași (durata excitației) are efect asupra rezultatelor.

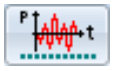
Lungimea căii pietonale (SCI P354) SCI P354 ia în considerare același efect, dar parametrul relevant este lungimea căii pietonale. În această abordare ar trebui acordată cea mai nefavorabilă lungime.

Masa pietonului Ambele metode permit modificarea masei predefinite a pietonului.

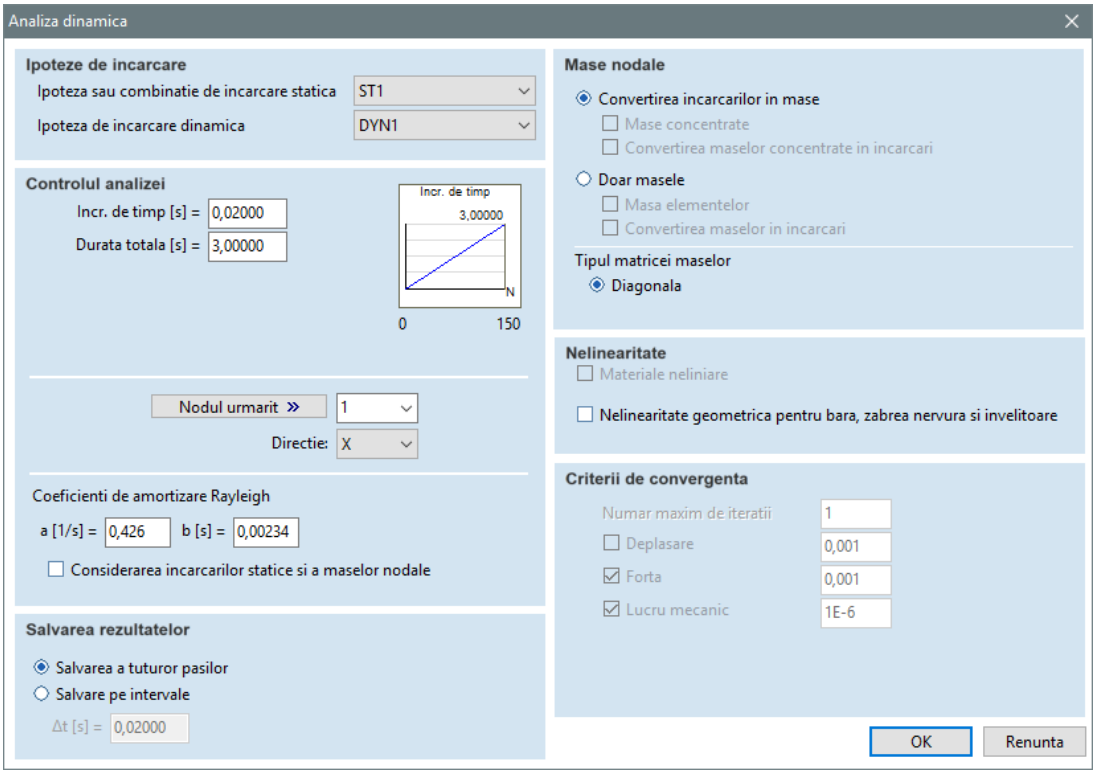
Frecvența pașiilor AxisVM analizează efectul pașiilor la mai multe frecvențe diferite într-un anumit interval. Limita inferioară și superioară a domeniului de frecvență poate fi setată aici.

Curbe de ponderare SCI P354 permite utilizarea diferitelor curbe de ponderare. Aceste curbe iau în considerare faptul că percepția umană a vibrațiilor variază în funcție de frecvență.
Wb - zone generale, nivel mediu de vibrații
Wg - protecție specială împotriva vibrațiilor
In modul de calcul CCIP-016 este eaplicat doar o singură metodă de ponderare.
Pentru mai multe detalii consultați Ajutor / FFA Ghid.

5.3. Dinamică



În cadrul analizei dinamice pentru ipotezele de încărcare dinamice, programul determină deplasările şi solicitările.
Analiza poate fi liniară sau neliniară.
Încărcarea dinamică poate fi o încărcare dinamică nodală sau o acceleraţie aplicată pe reazem.



Ipoteze de încărcare

Ipoteza sau combinaţia de încărcări statice

Se poate alege ipoteza de încărcare sau combinaţia de încărcare de care se va ţine cont în timpul analizei dinamice.

Dacă se doreşte analiză dinamică fără încărcări statice, atunci se va selecta opţiunea “Nu este”.

Ipoteza de încărcare dinamică

Se poate selecta ipoteza de încărcare dinamică având încărcări dinamice.

Opţiuni de rezolvare

Increment de timp

Analiza se va efectua în aceste intervale de timp.

Durata totală

Durata totală a analizei

Nodul urmărit

Deplasarea/rotirea nodului urmărit în direcţia definită poate fi urmărită pe diagrame în timpul analizei.

Coeficienţii de amortizare Rayleigh (a, b)

Matricea de amortizare se va determina conform relaţiilor de mai jos:

$$\mathbf{M}\underline{\ddot{u}} + \mathbf{C}\underline{\dot{u}} + \mathbf{K}\underline{u} = P(t)$$
$$\mathbf{C} = a\mathbf{M} + b\mathbf{K}$$

Dacă opţiunea *Considerarea încărcarilor şi a maselor* este activată, la matricea M se vor aduna masele din încărcări şi masele nodale.

Analiza se va efectua pe durata definită cu pasul de timp uniform şi cu incrementul dat.
Având în vedere că rezultatele ocupă mult spaţiu pe hard disc, există posibilitatea salvării tuturor paşilor sau salvarea paşilor la un interval de timp.

Salvarea rezultatelor

Din cauza mărimii fişierului de rezultate a fost introdusă opțiunea salvării rezultatelor. Activând *Salvarea tuturor paşilor*, toate rezultatele vor fi salvate iar activând *Salvare la interval* se vor salva rezultatele la intervalele de timp date.

Mase nodale

Masele concentrate sunt considerate ca şi la analiza modală.

Tipul matricei maselor

În cazul analizei dinamice se poate utiliza doar matricea diagonală a maselor.

Neliniaritate

Luarea în considerare neliniaritatea materialelor și a elementelor finite.

Dacă modelul conţine elemente cu neliniaritate materială (zăbrea care lucrează numai la întindere), se poate activa ca programul în timpul analizei să ţină cont de aceste proprietăţi.
Dacă opţiunea nu este activată, toate elementele o să aibă comportare neliniară.

Neliniaritate geometrică

Dacă opţiunea este activată se va ţine cont şi de neliniaritatea geometrică, echilibrul se va scrie pe structura deformată.

Criterii de convergenţă

Dacă este activată opţiunea ***Iterare pentru fiecare element,*** trebuiesc setate criteriile de convergenţă şi vor fi luate în considerare ca şi în cazul analizei statice neliniare. În caz contrar valorile E(U), E(P) şi E(W) actuale (valorile lor finale apar în fereastra *Info*) sunt comparate cu valorile de referinţă definite.

Metoda de rezolvare

Ecuaţia de echilibru se rezolvă cu metoda Newmark-beta. Δt este pasul de timp în momentul $t+\Delta t$:

$$\mathbf{M}\underline{\ddot{u}}_{t+\Delta t} + \mathbf{C}\underline{\dot{u}}_{t+\Delta t} + \mathbf{K}\underline{u}_{t+\Delta t} = P(t)$$

unde $\underline{\underline{C}}$ este matricea de amortizare, $\underline{\underline{M}}$ este matricea maselor, iar $\underline{\underline{K}}$ matricea de rigiditate.

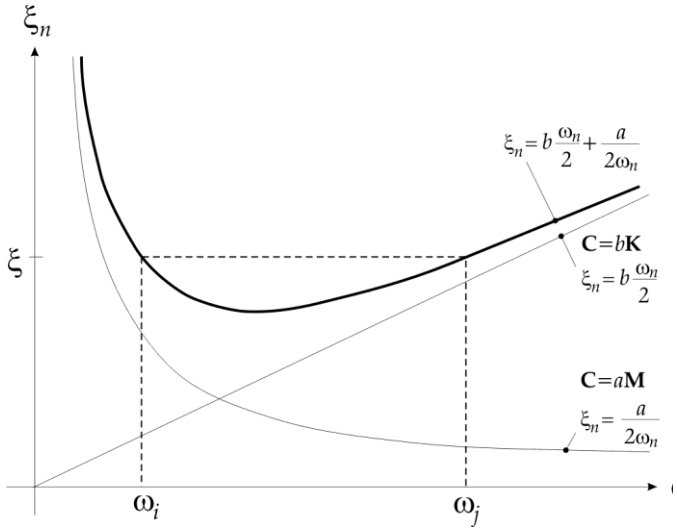
$$\underline{U}_{t+\Delta t} = \underline{U}_t + \Delta t \cdot \underline{\dot{U}}_t + \frac{\Delta t^2}{2}\left[(1-2\beta)\underline{\ddot{U}}_t + 2\beta\underline{\ddot{U}}_{t+\Delta t}\right]$$

$$\underline{\dot{U}}_{t+\Delta t} = \underline{\dot{U}}_t + \Delta t\left[(1-\gamma)\underline{\ddot{U}}_t + \gamma\underline{\ddot{U}}_{t+\Delta t}\right]$$

În program β = 1/4, γ = 1/2.
Ecuaţia diferenţială a mişcării se rezolvă cu metoda acceleraţiei medii constante. Această metodă este precisă şi stabilă. Programul presupune că în momentul *t=0* nu există încărcare dinamică. Încărcările dinamice pot acţiona în momentul *t>0*.

Matricea $\underline{\underline{C}}$ se calculează cu ajutorul coeficienţilor de amortizare Rayleigh: $\underline{\underline{C}} = a \cdot \underline{\underline{M}} + b \cdot \underline{\underline{K}}$,

unde valorile a şi b se vor determina în funcţie de domeniul de frecvenţa (între f_i și f_j) şi raportul de amortizare, conform figurii de mai jos:



$$a = \xi\frac{2\omega_i\omega_j}{\omega_i+\omega_j}$$

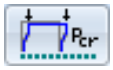
$$b = \xi\frac{2}{\omega_i+\omega_j}$$

unde ω_i și ω_j sunt fercvențe unghiulare în funcție de f_i și f_j:

$$\omega_i = 2\pi f_i$$

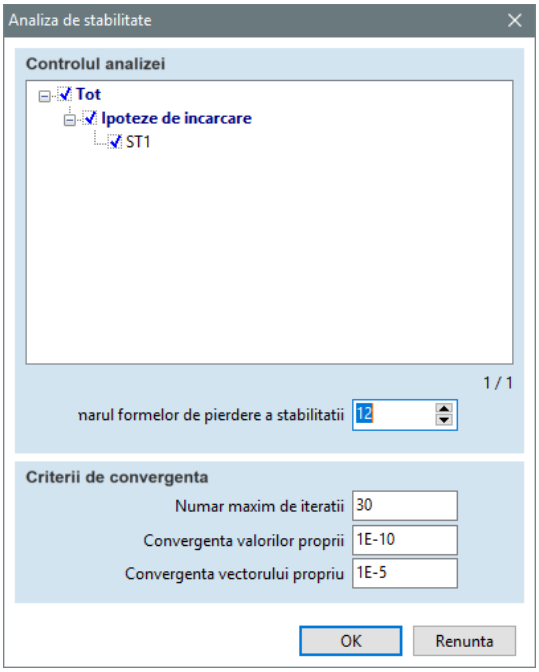
$$\omega_j = 2\pi f_j$$

5.4. Stabilitate



În cadrul analizei de stabilitate programul determină numărul cerut de parametri critici de încărcare minimă şi formele de pierdere a stabilităţii aferente. Analiza este o rezolvare a unei probleme generale de valori proprii (programul foloseşte metoda iterării pe subspaţii). Programul verifică dacă au fost determinate cele mai mici valori proprii.

☞ ***În cadrul analizei structurii, programul determină numai valori proprii pozitive. Valorile proprii apropiate de zero nu se pot determina.***



Controlul analizei

Se poate selecta ca pentru care ipoteză sau combinaţie de încărcări să fie lansată analiza de stabilitate. Programul va rula o analiză statică liniară pentru ipoteza sau combinaţia selectată înaintea analizei de stabilitate.
Se dau parametrii analizei:

Numărul formelor de pierdere a stabilităţii

Se dau numărul formelor de pierdere a stabilităţii dorite. Valoarea implicită este 6. Numai valoarea cea mai mică are semnificaţie fizică (această valoare dă parametrul critic al încărcării).

Criterii de convergenţă

Vezi capitolul Analiza modală

Flambajul barelor

Prin flambajul barelor se înţelege flambaj într-un plan (axa deformată a barei este o curbă plană şi secţiunea barei nu se roteşte în jurul axei x locale). Secţiunea barei trebuie să aibă una sau două axe de simetrie (dacă încărcările acţionează în planurile de simetrie) sau trebuiesc definite cu momentele de inerţie principale I_1 şi I_2.

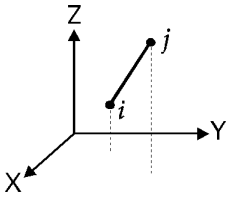
☞ ***Barele trebuie împărţite în cel puţin patru segmente.***

$\lambda_{kr} < 0$ Dacă , pierderea stabilităţii are loc pentru încărcarea cu semnul opus, iar parametrul critic al încărcării aferente ipotezei este $\lambda_{cr}^{eff} \geq |\lambda_{kr}|$.

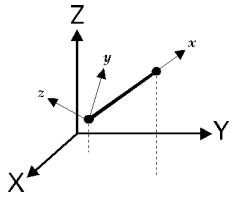
În cazul structurilor care conţin elemente de zăbrea, programul determină parametrul critic al încărcării aferente pierderii globale a stabilităţii. Programul nu analizează flambajul zăbrelelor.

5.5. Elemente finite

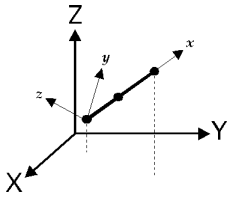
Structurile analizate pot conţine diferite elemente structurale. Pentru modelarea acestor elemente programul dispune de numeroase elemente finite.
Toate tipurile de elemente finite se pot utiliza în analizele statice de ordinul I, modale de ordinul I şi de stabilitate. Analiza statică geometric neliniară şi analiza modală de ordinul II se pot efectua numai pentru structurile alcătuite din bare.



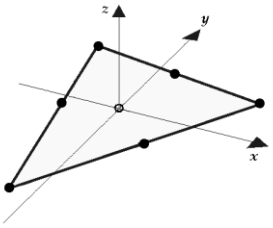
Zăbrea



Bară

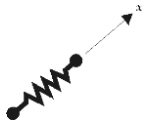


Nervură



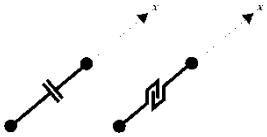
Element finit patrulater de şaibă, placă, învelitoare

Element finit triunghiular de şaibă, placă, învelitoare

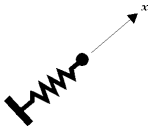


Arc

(numai o singură componentă este reprezentată)



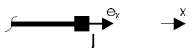
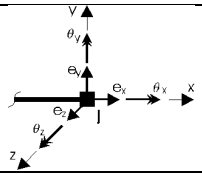
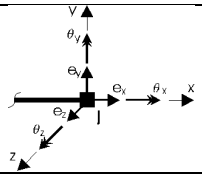
Contact

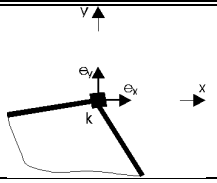
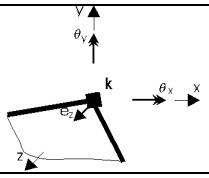
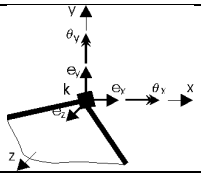
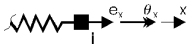
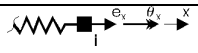
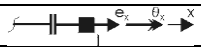
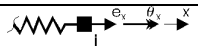


Reazem

(numai o singură componentă este reprezentată)

Deplasările nodale ale elementelor finite în sistemul local de coordonate sunt prezentate în tabelul următor:

Element finit	**e_x u**	**e_y v**	**e_z w**	**θ_x**	**θ_y**	**θ_z**	**Figura**
Zăbrea	*						
	Element liniar izoparametric cu două noduri						
Bară	*	*	*	*	*	*	
	Element cubic Hermit de tip Euler-Bernoulli-Navier cu două noduri						
Nervură	*	*	*	*	*	*	
	Element izoparametric Thimosenko cu trei noduri având câmp cuadratic de deplasări						

Element finit	e_x u	e_y v	e_z w	θ_x	θ_y	θ_z	Figura
Şaibă	*	*					
	Element cuadratic izoparametric de tip Serendipity cu opt noduri, element cuadratic izoparametric cu şase noduri						
Placă			*	*	*		
	Element cuadratic izoparametric de tip Hughes cu nouă noduri (Mindlin), element cuadratic izoparametric cu şase noduri (Mindlin)						
Învelitoare	*	*	*		*		
	Element combinat din elementele şaibă şi placă						
Reazem	*	*	*	*	*	*	 *(numai două componente)*
Arc	*	*	*	*	*	*	 *(numai două componente)*
Contact	*						
Corp rigid							
Element de legătură	*	*	*	*	*	*	 *(numai două componente)*

Unde:

u, v, w translaţii în direcţia axelor locale ***x***, ***y***, ***z***
θx, θy, θz rotiri în direcţia axelor locale ***x***, ***y***, ***z***
(*) rigiditate în direcţia dată

Eforturi **Eforturile în elementele finite în sistemul local de referinţă:**

Element finit	Solicitare							
Zăbrea	*Nx*							
Bară	*Nx*	*Vy*	*Vz*	*Tx*	*My*	*Mz*		
Nervură	*Nx*	*Vy*	*Vz*	*Tx*	*My*	*Mz*		
Şaibă	*nx*	*ny*	*nxy*					
Placă				*mx*	*my*	*mxy*	*vx*	*vy*
Învelitoare	*nx*	*ny*	*nxy*	*mx*	*my*	*mxy*	*vx*	*vy*
Arc	*Nx*	*Ny*	*Nz*	*Mx*	*My*	*Mz*		
Contact	*Nx*							
Reazem	*Nx*	*Ny*	*Nz*	*Mx*	*My*	*Mz*		
Corp rigid								
Element de legătură N-N	*Nx*	*Ny*	*Nz*	*Mx*	*My*	*Mz*		
Element de legătură L-L	*nx*	*ny*	*nxy*	*mx*	*my*	*mz*		

5.6. Etapele unei analize

Analiza unei structuri cu metoda elementului finit are următoarele etape:

Etapele unei analize

1. Determinarea proprietăţilor geometrice, de elasticitate, de rezemare şi a încărcărilor pe structură.
2. Determinarea modului de preluare a încărcărilor (efectul de şaibă, placă, învelitoare, grindă).
3. Definirea discontinuităţilor locale (rigidizări, goluri).
4. Alegerea tipurilor de elemente finite pentru modelarea structurii. În această etapă, materialul elementelor şi proprietăţile de rigiditate se concentrează în axa elementelor.
5. Discretizarea structurii. Fineţea discretizării trebuie să fie în concordanţă cu precizia dorită de calcul şi hardware-ul disponibil.
6. Pregătirea datelor conform punctul 5.:
   a.) Caracteristici geometrice
   b.) Caracteristici de rigiditate
   c.) Topologia elementelor
   d.) Caracteristici de rezemare
   e.) Încărcări (statică), mase (analiza modală).
7. Verificarea datelor de intrare (precizie, compatibilitate).
8. Analiza structurii.
9. Alegerea rezultatelor caracteristice.
10. Verificarea rezultatelor după criteriile:
    a.) Corectitudinea şi precizia rezultatelor (convergenţa).
    b.) Compatibilitatea rezultatelor având condiţiile definite în punctul 6.d.
    c.) În cazul structurilor speciale, analiza cu altă metodă sau program pentru compararea şi analiza rezultatelor.
11. Reluarea analizei. Dacă în punctul 10. nu este satisfăcută o condiţie se reia parcurgerea punctelor 1.-6. cu modificările necesare.
12. Extragerea rezultatelor caracteristice sub formă tabelară sau diagrame. Concluzii finale privind rezistenţa şi stabilitatea structurii cu respectarea criteriilor de rezistenţă şi stabilitate.

Modelare

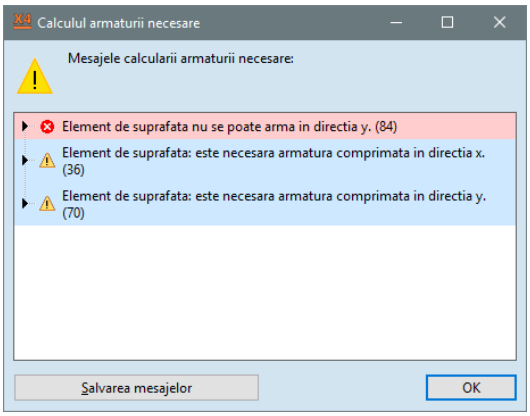
Construirea modelului de calcul al structurii înseamnă acceptarea unor ipoteze (simplificatoare), a căror efecte asupra rezultatelor trebuie luate în considerare (la dimensionare). La elementele de suprafaţă, la baza împărţirii în elemente finite trebuie să fie o analiză atentă a stării de tensiune şi deformaţie a structurii, luând în considerare forma, materialele, încărcările şi rezemările efective.

Poziţia nodurilor şi a liniilor (topologia împărţirii în elemente finite) de reţea depind şi de discontinuităţile apărute în geometrie (linii de contur neregulate, reazeme intermediare) şi încărcările (forţe concentrate sau distribuite variabile) structurii.
În locurile care au concentrări de tensiuni (unghiuri ascuţite) este indicată o discretizare mai fină. Evitarea singularităţilor, cauzate de efecte concentrate, se face prin aplicarea acestora pe suprafeţe mici dar finite.
Contururile curbe pot fi aproximate cu un număr corespunzător de segmente drepte. Pentru a mări precizia rezultatelor este necesară îndesirea reţelei de elemente finite. În fiecare caz reţeaua cu o împărţire mai fină trebuie să conţină împărţirea anterioară.

5.7. Mesaje de eroare

Mesaje

Mesajele de eroare multiple sunt organizate într-o structură arborescentă.



Matricea de rigiditate nu este pozitivă
Determinantul matricii de rigiditate este zero sau negativ, din cauza unei modelări greşite.

Matrice singulară Jacobi
Matricea de rigiditate Jacobi a unui element finit este singulară (geometrie deformată).

Nodurile nu au grad de libertate liber
Toate gradele de libertate sunt blocate.

Deformaţie foarte mare în incrementul actual
Elementul a suferit deformaţii foarte mari în incrementul actual.

Incrementul de rotire este foarte mare
Incrementul de rotire al elementului depăşeşte π/4 rad (90°). Pentru o soluţie corectă trebuie majorat numărul treptelor de forţă.

Componentă de deplasare necorespunzătoare
Componenta controlului în deplasări este aleasă pe direcţia unui grad de libertate blocat

Criteriile de convergenţă nu au fost îndeplinite
Numărul iteraţiilor nu este suficient.

Divergenţă în iteraţia actuală
În procesul de iterare a apărut divergenţă. Paşii de incrementare sunt prea mari sau criteriile de convergenţă nu sunt suficient de restrictive.

Prea multe valori proprii
Rangul matricii maselor este mai mic decât a modurilor de vibraţie cerute.

Nu s-a găsit nici o valoare proprie
Criteriile de convergenţă nu au fost îndeplinite pentru nici o valoare proprie.

Aceasta nu este valoarea proprie minimă (xx)
Există xx valori proprii mai mici decât cea calculată.

Modelul conţine elemente denaturate (foarte deformate). Modificaţi reţeaua!
Modificaţi geometria elementelor finite denaturate.

Elementul finit a suferit deformaţii excesive în timpul analizei
Măriţi numărul incrementelor de încărcare.

Rezultatele nu sunt convergente nici după numărul maxim de iteraţii
Măriţi numărul maxim de iteraţii.

Nodul ... pe direcţia ... nu are rigiditate.
Verificaţi rezemarea pe direcţia respectivă şi gradele de libertate nodale.

Alte mesaje de eroare (de sistem)

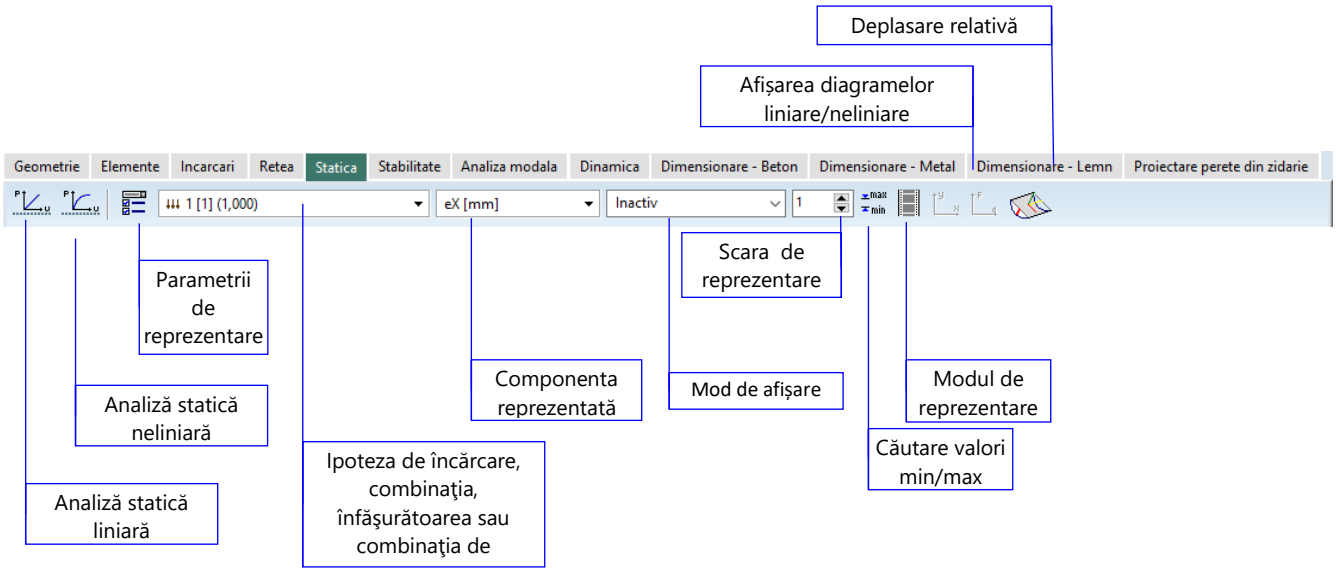
În unele cazuri, alte tipuri de mesaje de eroare pot apărea. Bazat pe codul erorilor de sistem, mai multe informaţii despre eroare pot fi date la următoarea legătură (link):

http://docwiki.embarcadero.com/RADStudio/Tokyo/en/Input-Output_Errors

6. Rezultate

6.1. Statică

De pe pagina Statică se poate efectua analiza statică de ordinul I şi II. Vizualizarea rezultatelor obţinute.



Lățimea casetelor combo și câmpul de editare a factorului de scalare a rezultatelor pot fi reglate separat pe fiecare filă postprocesor. Plasați mouse-ul între control și următorul control al barei de instrumente. Cursorul se va schimba în ⟺ și puteți ajusta lățimea controlului. Pentru a restabili dimensiunile implicite, faceți clic pe Setări/Bare de instrumente în poziția implicită. **Vezi** și 3.3.15 Bare de instrumente în pozitia implicită

Analiză statică liniară

Analiza statică liniară **Vezi detaliat...** 5.1 Statică

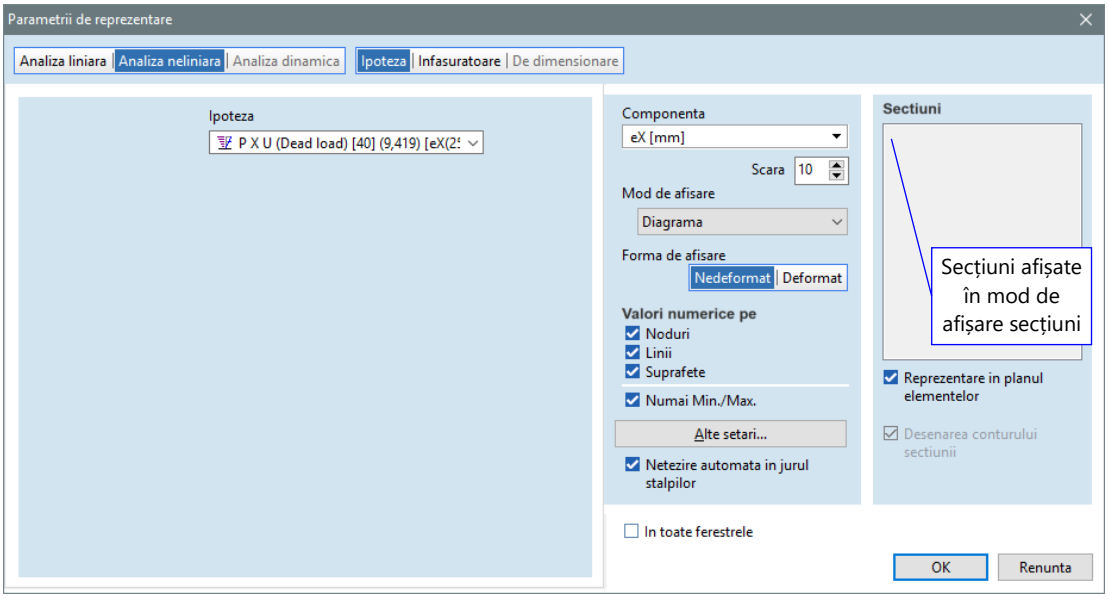
Analiză statică neliniară

Analiza statică neliniară **Vezi detaliat...** 5.1 Statică

Parametrii de reprezentare

Modul grafic şi parametrii de reprezentare a rezultatelor. Se poate selecta ipoteza de încărcare, combinaţia, înfăşurătoarea sau combinaţia de dimensionare.

Ipoteza



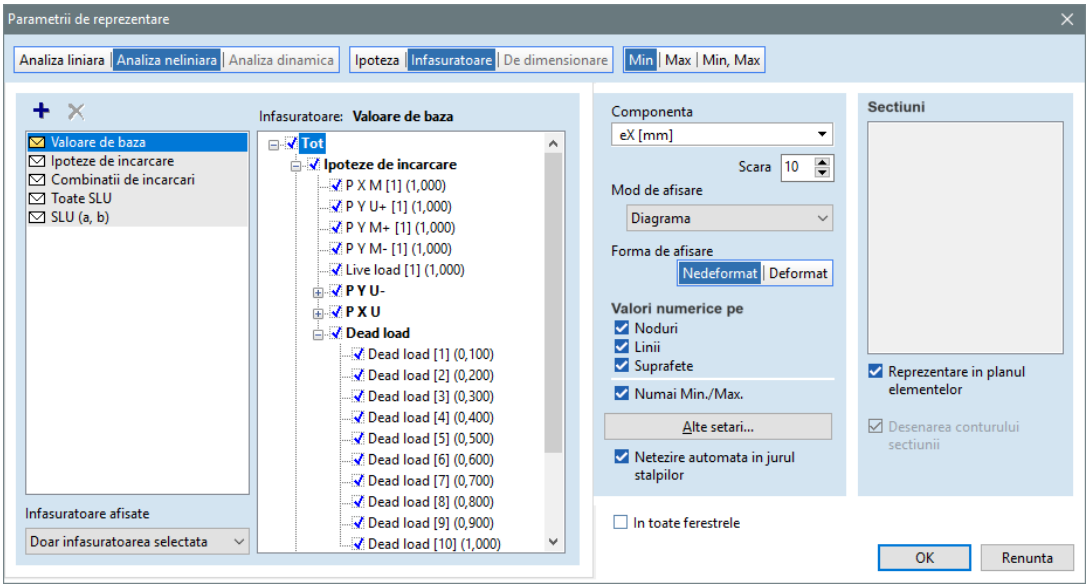
Semnificaţiile parametrilor de reprezentare din fereastra de dialog sunt următoarele:

În funcţie de analiza efectuată se poate selecta din rezultatele liniare sau neliniare. Pentru aceste rezultate se pot alege două sau trei tipuri de rezultate:

1. Rezultatele pentru o ipoteză sau combinaţie de încărcare.
2. Diagrama înfăşurătoare din ipoteze şi/sau combinaţii de încărcări. Programul, din ipotezele selectate, alege valorile minime şi maxime şi le vizualizează.
3. În cazul analizei liniare programul generează combinaţii de dimensionare folosind gruparea încărcărilor.

În cazul diagramelor înfăşurătoare şi de dimensionare se pot alege din opţiunile:

Înfăşurăroare



AxisVM permite definirea şi utilizarea diferitor înfăşurătoare cu nume. În partea stângă este afişată o listă cu înfăşurătoarele disponibile. Sunt generate automat anumite înfăşurătoare de bază (înfăşurătoarea tuturor ipotezelor de încărcări, toate combinaţiile sau doar anumite tipuri de combinaţii ULS, SLS Cvasipermanente). Conţinutul înfăşurătoarei selectate este afişat în arborele ipotezelor şi combinaţiilor de încărcări. Schimbând conţinutul unei înfăşurătoare rezultă în crearea unei înfăşurătoare personalizate. Selectând o înfăşurătoare personalizată, printr-un clic pe numele ei devine editabil.
Dacă fereastra principală AxisVM este divizată în ferestre, se poate selecta înfăşurătoare separată pentru fiecare fereastră. Numele înfăşurătoarei selectate apare în fereastra de stare. Desenele şi tabelele breviarului conţine de asemenea informaţii despre înfăşurătoare.

Crează a înfăşurătoare personalizată nouă

Şterge o înfăşurătoare personalizată (pot fi şterse doar înfăşurătoare personalizate)

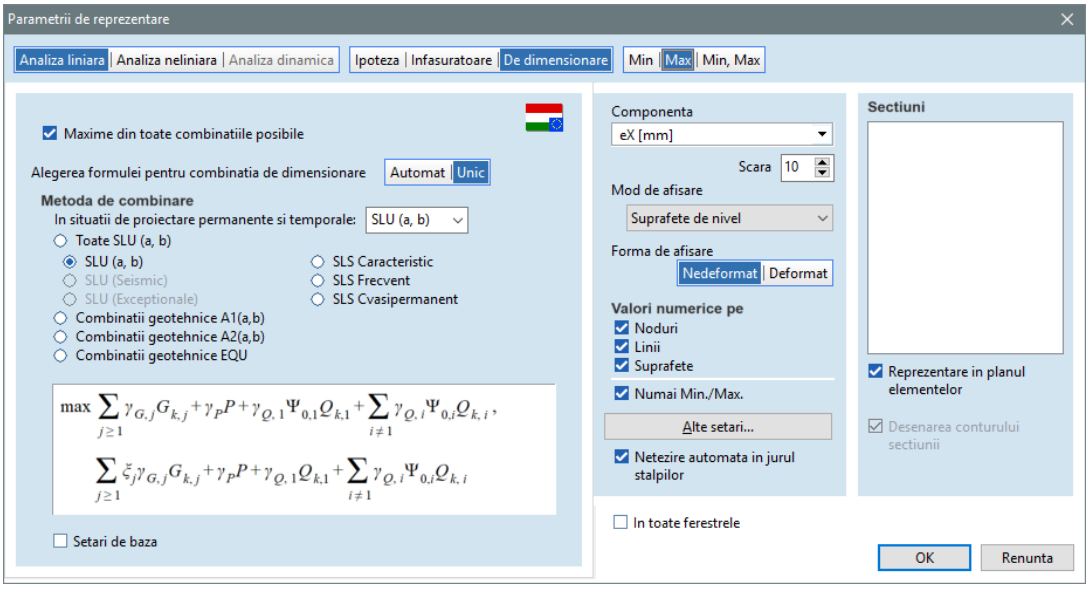
☞ ***Este posibilă selecţia multiplă în arborele încărcărilor şi combinaţiilor. Pentru a selecta sau a deselecta un şir de ipoteze, daţi clic pe prima ipoteză din şir pe urmă Shift+clic pe ultima ipoteză din şir.***

Înfăşurătoare afişate

Selectaţi înfăşurătoarele afişate din listă. În acest caz puteţi controla ce înfăşurătoare să fie afişate la evaluarea rezultatelor în lista combinaţiilor şi ipotezelor de încărcări.

Doar înfăşurătoarea selectată	Doar o singură înfăşurătoare va fi disponibilă, cea selectată.
Doar înfăşurătoarele personalizate	For fi afişate toate înfăşurătoarele personalizate.
Toate înfăşurătoarele	Toate înfăşurătoarele (de bază şi personalizate) vor fi afişate.

De dimensionare

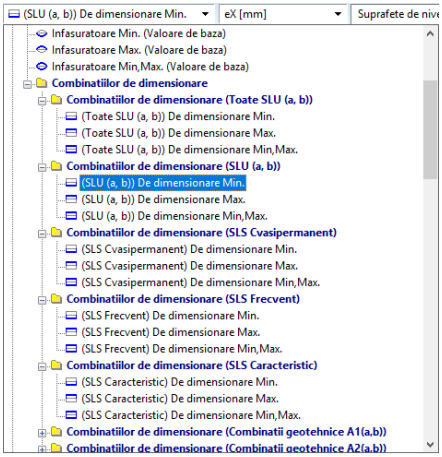


Determinarea maximelor pe baza tuturor combinaţiilor

Dacă opţiunea nu este activată (setare de bază), atunci programul ţine cont de combinaţiile care într-o componentă dau rezultate minime sau maxime. Pentru anumite metode de dimensionare este posibil să fie mai defavorabilă o combinaţie de dimensionare în care nu rezulta extreme.
Dacă opţiunea este activată programul generează toate combinaţiile posibile şi execută analizele prevazute în standarde. Având în vedere că numărul combinaţiilor poate fi foarte mare, metoda este recomandată numai modelelor de dimensiune şi cu ipoteze de încărcare redusă.

Selectarea formulelor pentru combinaţii de dimensioanre

Dacă opţiunea *Automat* este selectată, în funcţie de componenta rezultatelor programul determină dacă se generează combinaţiile **SLU (stări limite ultime)** sau **SLS (stari limite de serviciu)**. Pentru Unic se poate opta pentru orice formulă. Combinaţiile de dimensionare calculate se pot accesa din structura arborescentă a ipotezelor de încărcare.
Dacă este selectată opţiunea *Auto*, toate calculele de dimensionare vor alege formula adecvată (ex.: SLS Frecvent pentru calculul fisurilor conform EC-RO, SLS Caracteristic pentru deplasările unei structuri din lemn, ULS pentru eforturi).



Valori afişate

Min, Max	Concomitentă a valorilor maxime şi minime.
Min	Vizualizarea numai a valorilor minime (valoarea cu semnul -).
Max	Vizualizarea numai a valorilor maxime (valoarea cu semnul +).

Metoda de combinare

Pentru Eurocod şi standardele care se bazeaza pe Eurocod, se poate seta metoda de combinare.

Forma de afişare

Nedeformat

Reprezentarea structurii şi în forma nedeformată.

Deformat

Structura este vizualizată numai în forma deformată.

Mod de afişare

Diagramă

Componenta rezultatelor selectate este reprezentată sub formă de diagramă. Pe diagrame se poate afişa şi valoarea solicitărilor.

Diagramă umplută

Similar cu diagrama, dar o umple într-un mod personalizabil (vezi simbolurile grafice, 3.3.11 Preferinţe)

Secţiune

Componenta rezultatelor selectate este reprezentată pe secţiune cu sau fără afişarea valorilor solicitărilor. Sunt reprezentate secţiunile deja definite şi selectate.

Secţiune umplută

Similar cu secţiunii, dar o umple într-un mod personalizabil vezi simbolurile grafice, 3.3.11 Preferinţe)

Secţiune şi valoare medie

Pentru aceasta metodă se poate opta numai la reprezentarea componentelor reacţiunilor reazemelor liniare. În acest caz pentru toate reazemele liniare se va afişa valoarea medie pentru componenta de reacţiune.

La determinarea valorii medii, lungimea segmentelor se va determina automat. Programul consideră o rezemare continuă până unde nu se modifică rigiditatea sau unghiul nu depăşeşte o anumită valoare între segmente.

Izolinie

Este un mod de reprezentare a componentei solicitării. Intervalul valorilor minime şi maxime este împărţit în subintervale ale căror limite sunt reprezentate cu linii de culori diferite. Valorile solicitărilor corespunzătoare culorilor sunt afişate în Fereastra de scară a culorilor. Detaliile pentru setarea ferestrei de scară a culorilor. **Vezi...** 2.18 Palete de informaţii

Suprafaţă de nivel

Este un mod de reprezentare a componentei solicitării. Intervalul valorilor minime şi maxime este împărţit în subintervale care sunt reprezentate cu suprafeţe de culori diferite. Valorile solicitărilor corespunzătoare limitelor culorilor sunt afişate în *Fereastra de scară a culorilor*. Detaliile pentru setarea ferestrei de scară a culorilor. **Vezi...** 2.18 Palete de informaţii
Valorile numerice sunt afişate dacă este activată o opţiune ***Arata valoarea*. Vezi...** 2.18.4 Paleta de culori

Inactiv

Este dezactivată reprezentarea grafică.

Secţiuni Se poate activa reprezentarea secţiunilor deja definite. Dacă pentru modul de reprezentare se alege opţiunea **Secţiuni**, atunci diagramele sunt afişate numai în secţiunile selectate. Dacă există secţiune definită printr-un plan de secţiune, afişarea conturului dreptunghiular al acesteia se poate seta prin opţiunea *Desenarea conturului secţiunii*.
Cu opţiunea *Afişarea în planul elementelor* se poate modifica reprezentarea tuturor diagramelor. Pentru diagramele individuale setările se pot accesa din fereastra de dialog a secţiunilor **Vezi...** 2.16.15 Secţiuni

Componenta Se poate alege componenta de reprezentat.

Scara Scara de reprezentare a diagramelor. Valoarea implicită este de 1.00 pentru care valoarea maximă din diagramă va fi 50 de pixeli. Scara se poate modifica după preferinţă.

Valori numerice pe... **Noduri**

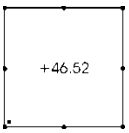
Afişarea valorii componentei pe noduri sau pe reazeme nodale.

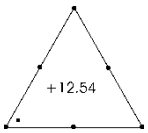
Bare

Afişarea valorii componentei rezultatelor pe bare, nervuri, secţiuni, reazeme de muchie, elemente de contact şi arce.

Suprafeţe

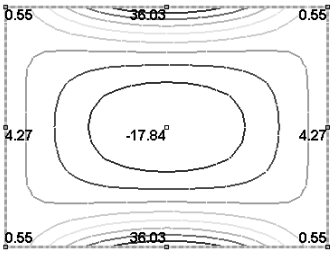
Afişarea valorii componentei rezultatelor pe elemente de suprafaţă şi reazeme de suprafaţă. Rezultatele pe elemente de suprafaţă sunt date în şapte sau nouă noduri. Programul determină valoarea maximă absolută pe elementul finit şi o afişează numai pe aceasta. Punctul cu valoarea maximă este marcat cu un punct negru pe ecran.



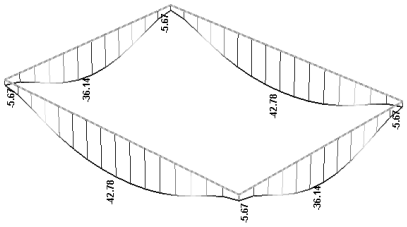


Numai Min./Max.

Valorile afişate pe noduri, linii sau suprafeţe vor fi minimele şi maximele locale.



Componenta m_y a momentului încovoietor



Componenta R_z a reacţiunii

☞ *În cazul în care etichetele se suprapun, desenul poate fi clarificat prin verificarea împiedicării suprapunerii etichetelor* (2.16.18 Opţiuni de reprezentare)

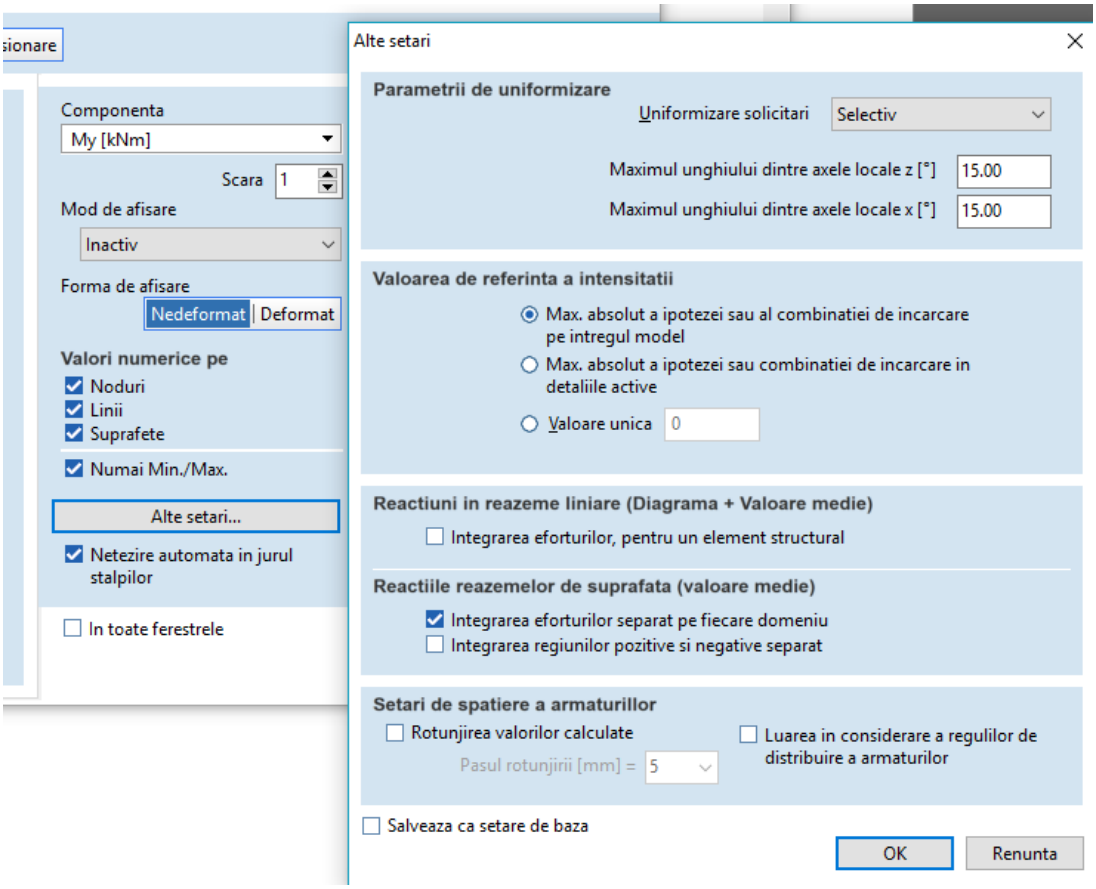
Cu butonul *Alte setari ...* se poate opta pentru urmatoarele opţiuni:

Tăierea momentelor maxime deasupra stâlpilor

Dacă la generarea reţelei de elemente finite a fost activată opţiunea *Ajustarea reţelei la axa stâlpului*, *activând această opţiune programul va netezi momentele din plansee deasupra stâlpilor.*
Vezi... 6.1.12 Eforturi în elemente de suprafaţă

Alte setări

Dacă faceţi clic pe *Alte setări ...* următorii parametrii pot fi setaţ:



Netezirea solicitărilor

Fără netezire

Programul nu netezește valorile forțelor interne ale elementelor de suprafață calculate la noduri (rezultatele legate de nodurile comune sau marginile elementelor finite de conectare pot diferi).

Selectiv

Solicitările obţinute în noduri sunt netezite în funcţie de sistemul local de coordonate a elementelor care sunt legate în nodul respectiv şi încărcările aferente elementelor.
Programul recunoaște cazurile tipice, când se așteaptă un salt în forțele interne datorate sarcinilor și condițiilor de sprijin (de exemplu, schimbarea forțelor interne de forfecare la suportul liniei interne). La aceste noduri, programul nu continuă netezirea.
Dacă sistemele locale de coordonate al elementelor conectate sunt diferite, se efectuează netezirea la nodurile numai dacă unghiul dintre axele locale x sau z nu este mai mare decât valorile specificate în setări. Se poate seta criteriul de netezire solicitărilor sistemelor locale ale suprafețelor de contact. Se poate seta abaterea după care se face netezirea solicitărilor sistemelor locale ale suprafețelor de contact.

Netezire totală

Solicitările obţinute în noduri sunt netezite fără a se lua în considerare caracteristicile elementelor conectate, încărcările pe acestea și condițiile de rezemare.

Reacțiuni din reazeme liniare

Vezi... 6.1.13 Reacţiuni

Reacțiuni din reazeme de suprafață

Vezi... 6.1.13 Reacţiuni

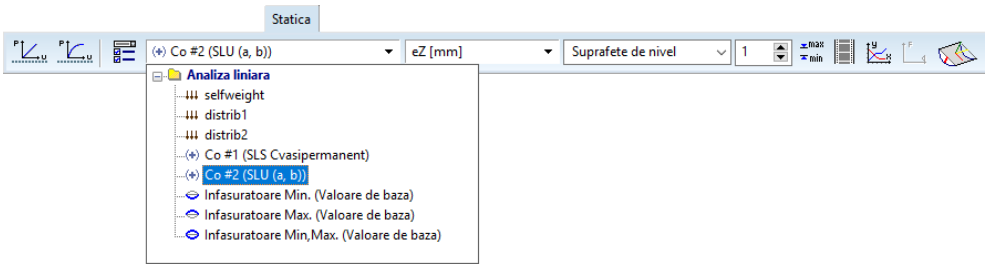
Setarea distanței dintre bare

Puteți stabili dacă valoarea distanței calculată să fie rotunjită de program și cu ce precizie și dacă vreți să luați în considerare sau nu regulile de editare a distanței.

Variaţia intensităţii

Setarea parametrilor de intensitate.
Variația intensității componentei forței interne a suprafeței curente este afișată ca procent din valoarea de referință stabilită aici.
Vezi... 6.1.12 Eforturi în elemente de suprafaţă

Ipoteza de încărcare, combinaţia, înfăşurătoare sau combinaţia de dimensionare

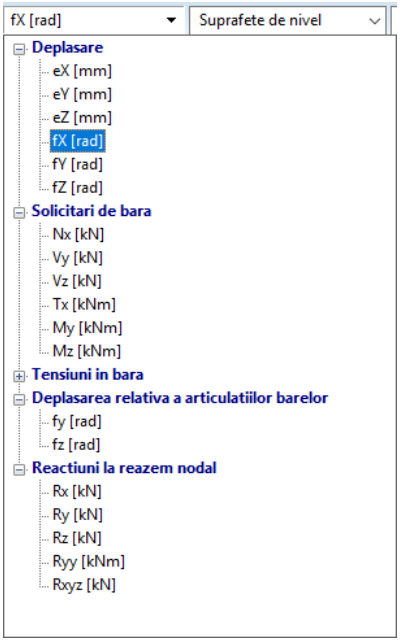


Din lista de selecţie se poate alege:

Ipoteza sau combinaţia de încărcări
Pasul analizei neliniare
Înfăşurătoarea
Combinaţia de dimensionare

Componenta reprezentată

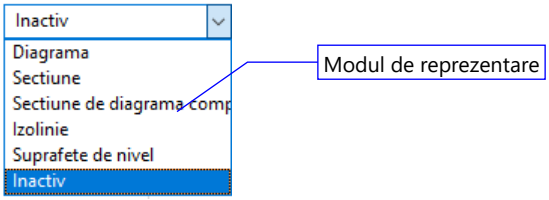
Din lista de selecţie se poate alege componenta de:



Deplasări *(ex, ey, ez fX, fY, fZ,eR, fR)*
Solicitări pe bare *(Nx, Vy, Vz, Tx, My, Mz, MyD *)*
Eforturi unitare în bare *(Smin, Smax,Ty, Tz)*
Eforturi pe suprafeţe *(nx, ny, mx, my, mxy, vx, vy, qR, n1, n2, αn, m1, m2, αm, nxD, nyD, mxD, myD*
Deplasarea relativă a articulației la capătul barei *(ex, ez, ez, fx, fy, fz, eR, fR)*
Variaţia intensităţii *(dnx, dny, dnxy, dmx, dmy, dmxy, dvx, dvy)*
Eforturi unitare pe suprafeţe *(Sxx, Syy, Sxy, Sxz, Syz, So, S1, S2)*
Solicitări de calcul de armare *(nxD, nyD, mxD+, mxD-, myD+, myD-)*
Cantintăţi de armături *(axa, aya, axf, ayf)*
Grosimi de fisurare *(wk(a), wk(f), wk2(a), wk2(f), wR(a), wR(f))*
Reacţiuni pe reazeme nodale *(Rx, Ry, Rz, Rxx, Ryy, Rzz)*
Reacţiuni pe reazeme pe muchie *(Rx, Ry, Rz, Rxx, Ryy, Rzz)*
Reacţiuni pe reazeme de suprafaţă *(Rx, Ry, Rz)*
Solicitări pe arce *(Rx, Ry, Rz, Rxx, Ryy, Rzz)*
Solicitare pe contact *(Nx)*
Solicitări pe element de legătură nod-nod *(Rx, Ry, Rz, Rxx, Ryy, Rzz)*
Solicitări pe element de legătură linie-linie și pe articulație pe muchie *(nx, ny, nz, mx, my, mz)*

* *Componenta MyD* este calculată doar în anumite cazuri, **vezi...** 6.1.10 Solicitări pe nervură

Modul de reprezentare



Din lista de selecţie se poate alege modul de reprezentare a componentei rezultatelor:

Diagramă
Diagramă umplută
Secţiune
Secţiune umplută
Izolinie
Suprafaţă de nivel
Inactiv

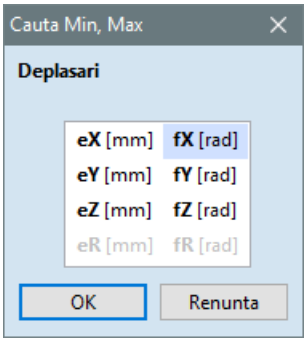
☞ ***La reprezentarea componentelor rezultatelor înfăşurătoare Min, Max şi combinaţii de dimensionare Min, Max, modul de reprezentare cu Izolinie şi Suprafeţe de nivel nu se poate folosi***

Scara reprezentării

Cu scara reprezentării se poate modifica scara diagramelor.

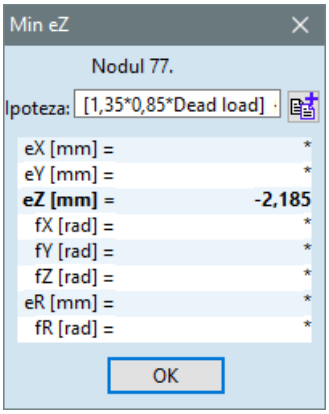
6.1.1. Valori minime şi maxime

Caută valoarea minimă şi maximă al componentei selectate din modelul reprezentat. În cazul în care valori minime şi/sau maxime se regăsesc în mai multe elemente, se vor selecta toate aceste elemente.

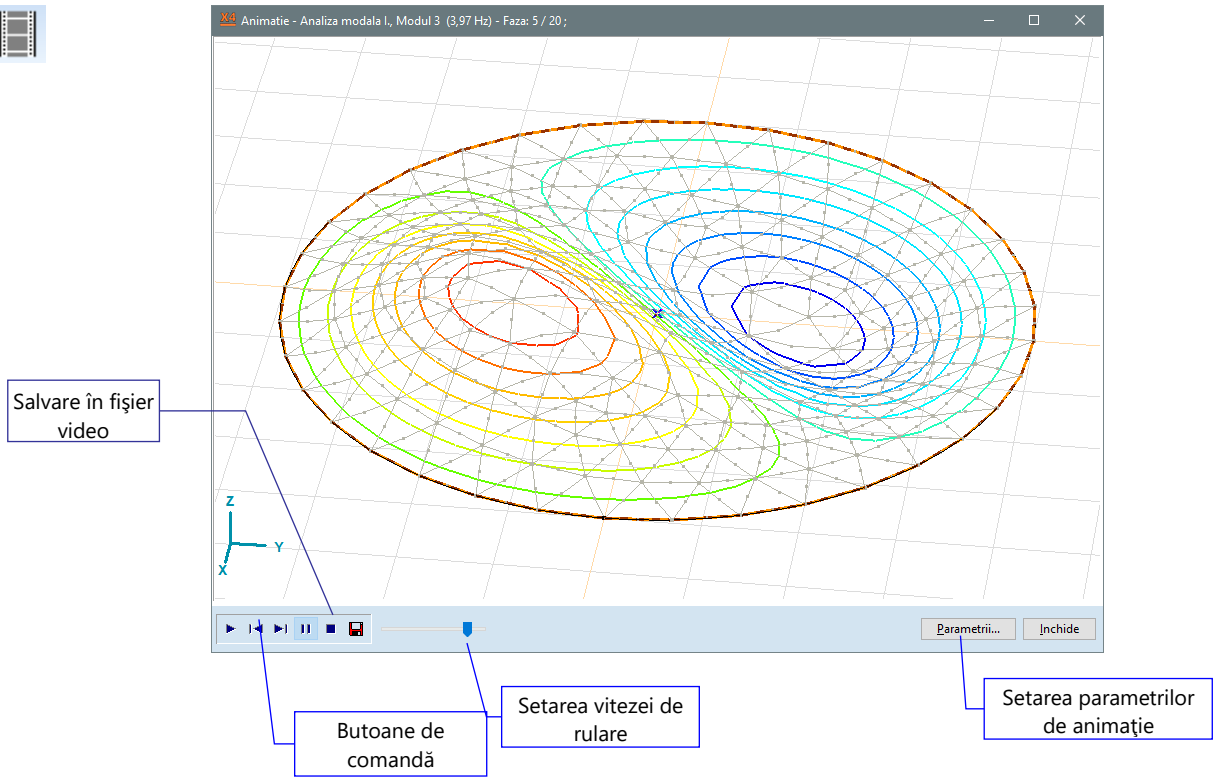


☞ ***Dacă sunt selectate detalii, valorile minime şi maxime vor fi prezentate doar pentru acestea.***

Cu această comandă se poate copia combinația de încărcări care generează valorile maxime ale componentei selectate. Aceste combinații pot fi inserate în fereastra combinațiilor.
Vezi... 4.10.2 Combinaţii de încărcări



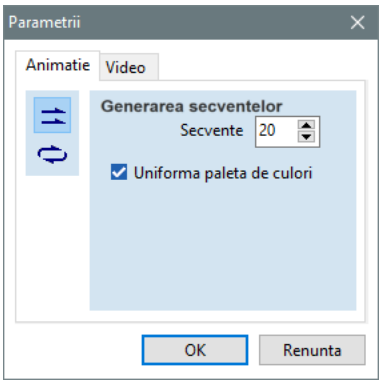
6.1.2. Animaţie



Se pot vizualiza deplasările, eforturile, formele de vibraţii şi de pierdere a stabilităţii cu faze de mişcare. Dacă alegem *Modelul deformat* ca formă de afișare în opțiunile de *Afișare a rezultatelor*, animația ajută la vizualizarea deformațiilor. Procesul de generare poate fi oprit apăsând tasta **Esc.**

Parametri

Animaţie



Derulare

Unidirecţional
Derulare de la zero până la valoarea maximă.

Bidirecţional
Derulare de la zero până la valoarea maximă şi invers.

Generare faze

Secvenţe
Numărul cadrelor folosite pentru animaţie între 3-99.

Recalculare culori
Culorile sunt schimbate în fiecare fază conform valorilor zero şi maxime setate în Fereastra de scară a culorilor.

Fişier video

Realizare fişier video: Făcând clic pe butonul roşu (*Video*), putem salva animaţia sub numele *numefişier.avi*, care ulterior poate fi vizualizat cu orice program de vizualizare formate video (ex.: Windows Media Player).

Programul generează în fişierul video un număr de secvenţe care se poate seta la Parametri.... Aceste filme au durata setată în fereastra *Durata cadrelor*. O durată mai scurtă rezultă într-o cantitate mai mare de cadre. Implicit această valoare este de 100 ms, ceea ce înseamnă o viteză de 10 poze/sec.

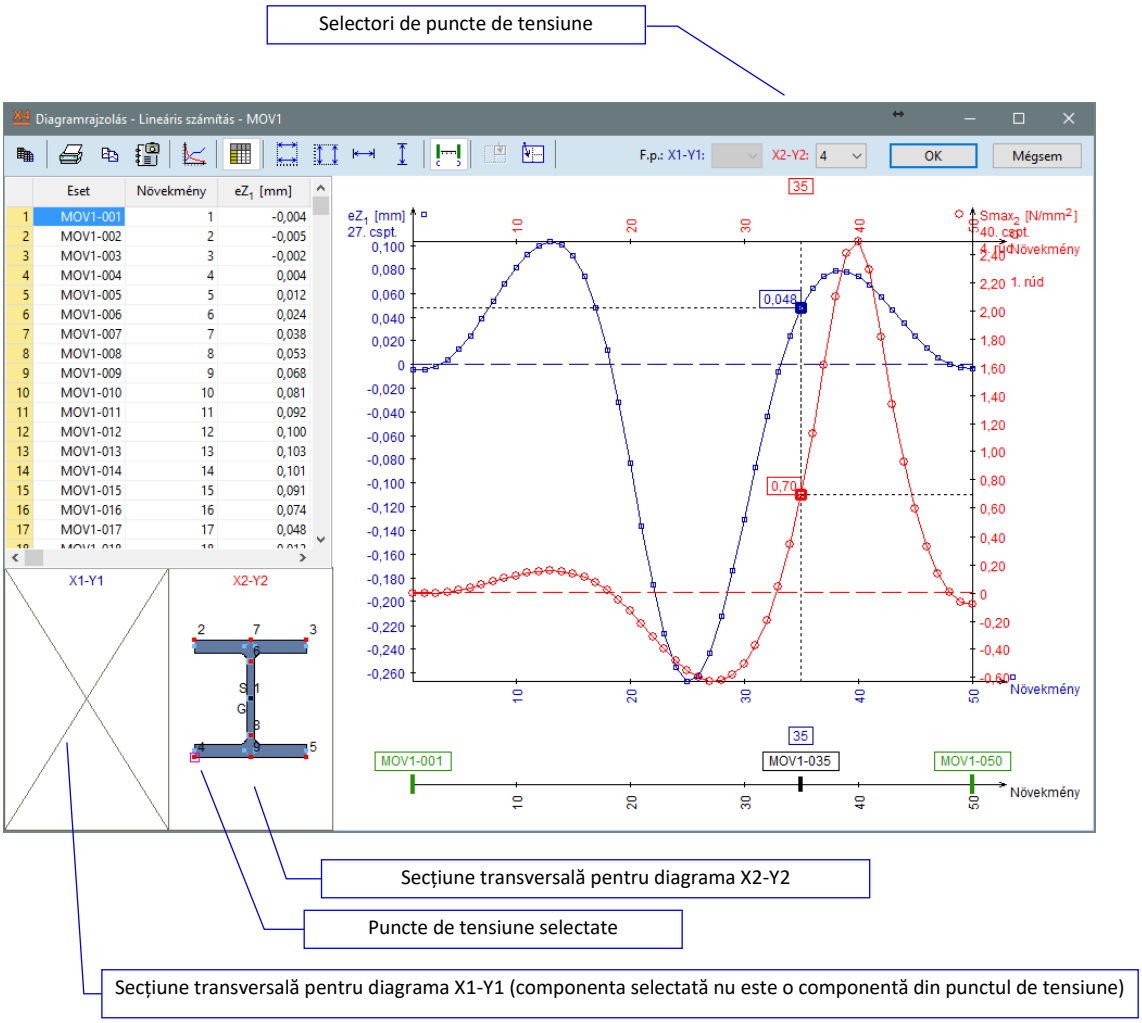
(.avi, *.gif)*

Puteți crea un fișier video, *nume.avi* sau *nume.gif*. Ultimul este un fișier animat GIF. Majoritatea browserelor web acceptă afișarea unor astfel de fișiere.
Faceți clic pe butonul Salvare pentru a salva parametrii fișierului video.

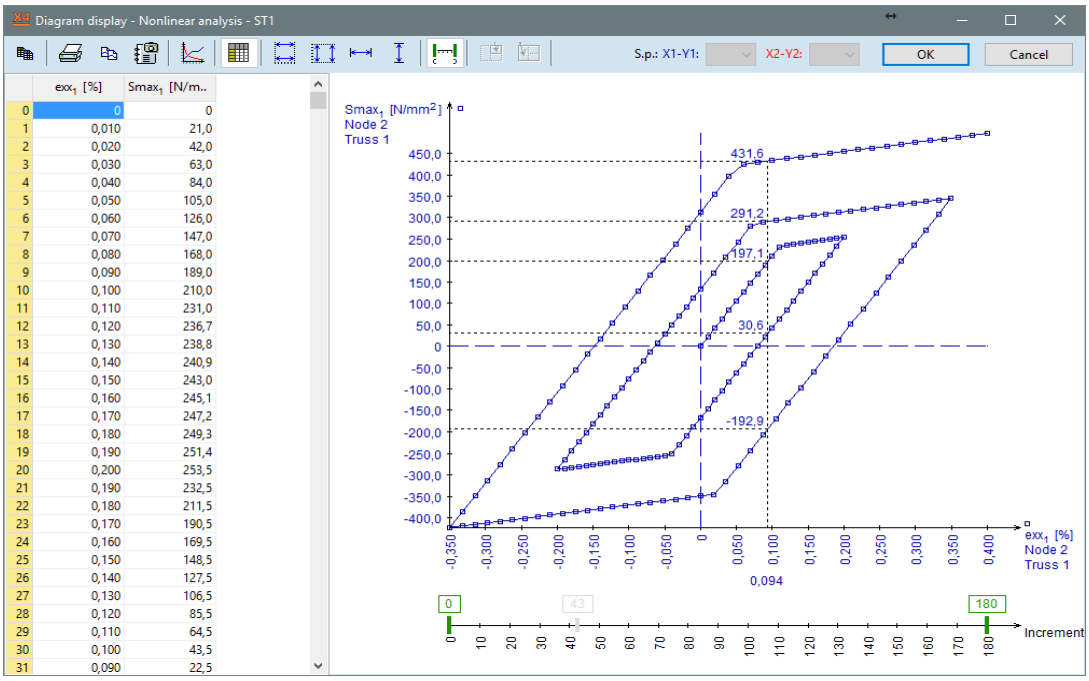
6.1.3. Reprezentare diagrame

Cu această funcţie se pot reprezenta rezultatele analizelor liniare, neliniare şi dinamice. Se pot reprezenta simultan două diagrame. Pentru fiecare diagramă trebuie definită câte o componentă pentru axele X şi Y. Punctele curente de pe diagrame se se pot deplasa cu ajutorul cursorului de pe scala inferioară a ferestrei. Valorile de pe diagrame se pot afişa sub formă de tabel (tabelul se poate copia în Excel).

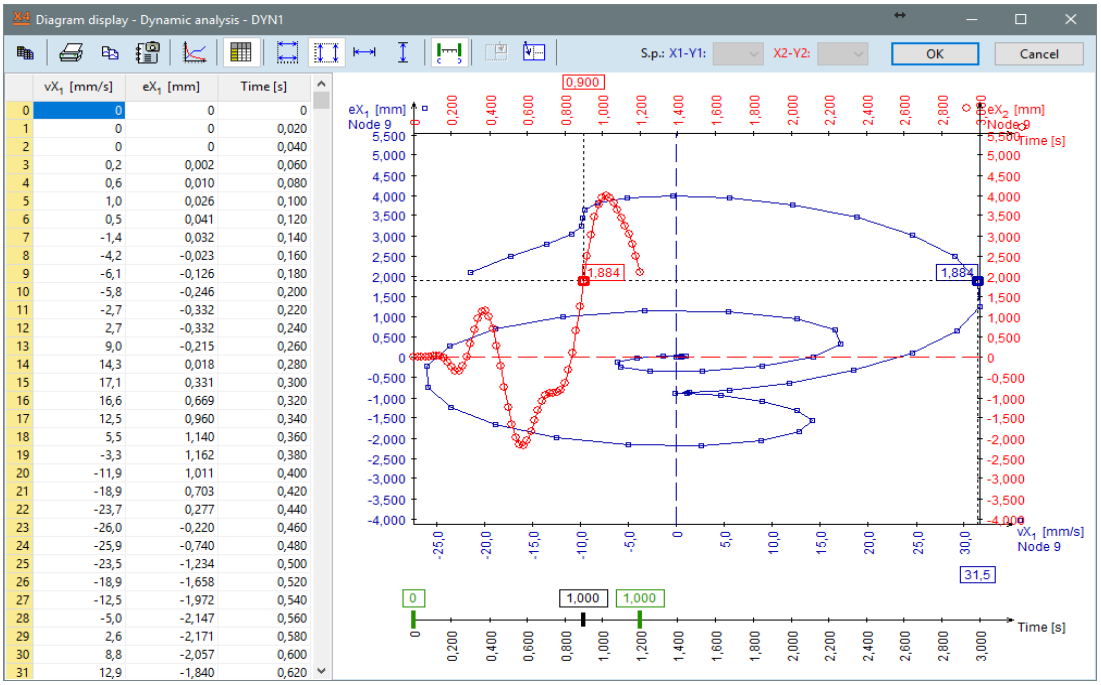
Pentru calculul liniar, toate ipotezele de încărcări, toate combinațiile, toate fazele unei încărcături în mișcare sau toți membrii unui ansamblu de placare vor fi afișate în funcție de încărcătura afișată în fereastra principală.



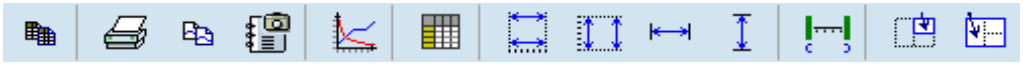
În cazul analizei neliniare, pot fi afișate toate incrementările unei analize sau toți membrii unei înfășurătoare.



În cazul analizei dinamice pe scala inferioară este afişat timpul.



Bara de instrumente



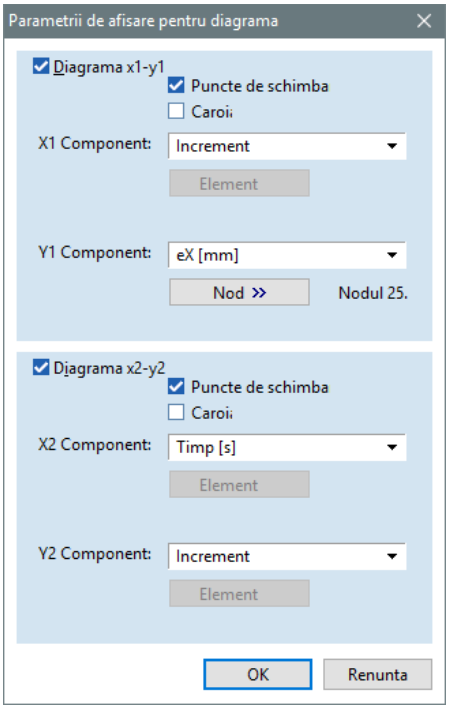
Copierea căsuţelor marcate în memoria rapidă
La afişarea tabelului, căsuţele marcate sunt copiate în memoria rapidă.

Imprimare
Imprimă diagrama sau tabelul afişat.

Copiere în memoria rapidă
Diagrama este copiată în memoria rapidă.

Salvarea diagramei în biblioteca de imagini
Diagrama va fi salvată în biblioteca de desene.

Parametrii diagramei
Componentele se pot selecta din listele afişate.
La selectarea unei componente de rezultat, cu butonul Nod se poate selecta nodul pentru care se va trasa diagrama.
Diagrama *x1-y1* se va trasa cu culoarea albastră iar inscripţiile se vor afişa pe axele din stânga şi de jos.
Diagrama *x2-y2* se va trasa cu culoarea roşie iar inscripţiile se vor afişa pe axele din dreapta şi de sus.



Tabel
Se poate activa afişarea tabelului.

Scări identice pe direcţia X
Dacă sunt reprezentate două diagrame cu aceleaşi cantităţi pe axa X, scările de reprezentare vor fi identice.

Scări identice pe direcţia Y
Dacă sunt reprezentate două diagrame cu aceleaşi cantităţi pe axa Y, scările de reprezentare vor fi identice.

Scalare automată pe direcţia X
Intervalul de reprezentare pe orizontală va fi între valorile minime şi maxime pentru X.

Scalare automată pe direcţia Y
Intervalul de reprezentare pe verticală va fi între valorile minime şi maxime pentru Y.

Reglare interval
Pe axele incrementului şi a timpului se vor afişa limitele intervalului cu culoarea verde. Aceste limite se pot deplasa cu ajutorul mausului.

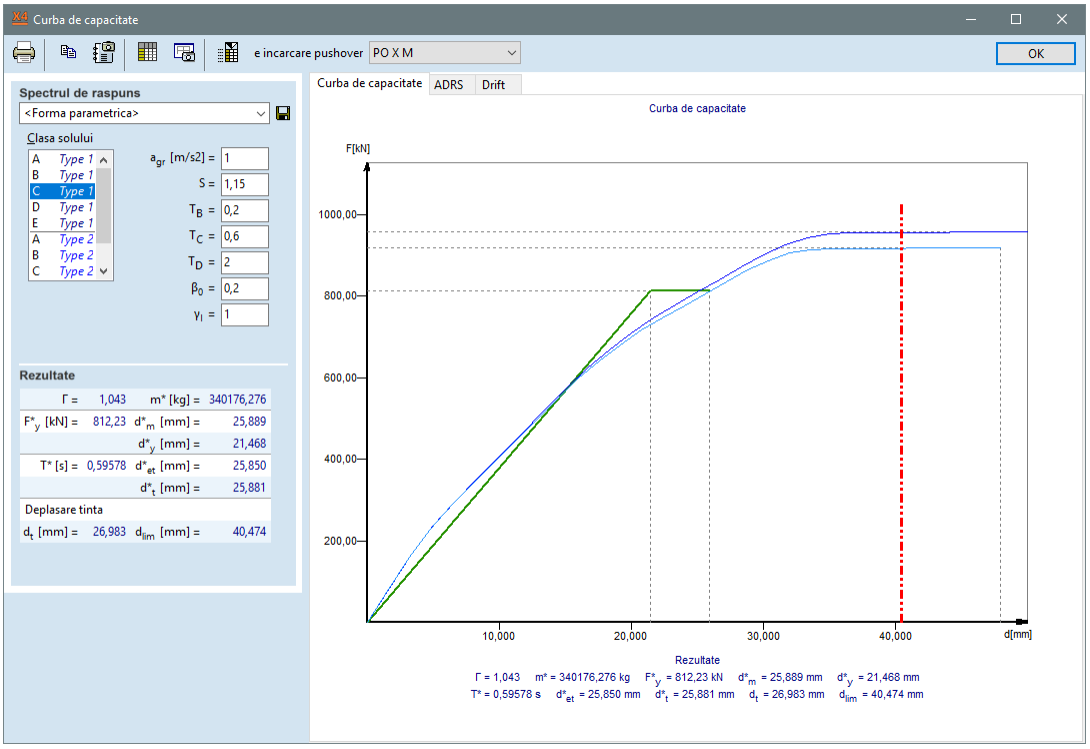
Încărcarea unui desen selectat în fereastra activă (suprafață de lucru divizată)

Încărcarea unui desen selectat pe întreaga suprafață de lucru

6.1.4. Curbe de capacitate Pushover

Această funcţie se poate folosi numai dacă este rulată o analiză Pushover. Cu funcţia aceasta se pot determina curbele de capacitate Pushover caracteristice şi deplasările maxime pentru încărcările seismice.
Din lista afişată pe partea superioară a ferestrei se poate alege ipoteza de încărcare Pushover. Rezultatele se vor calcula pe baza răspunsului spectral dat parametric. Aceşti parametri sunt identici cu cei de la analiza seismică (**vezi...** 4.10.23 Calculul seismului – modul SE1). Rezultatele analizei sunt afişate pe partea stângă a ferestrei şi sub diagrame.
Implicit programul trasează curbele de capacitate pentru structura analizată şi structura echivalentă cu un singur grad de libertate.
Pe această diagramă se va trasa cu culoare albastră şi curba biliniară forţă-deplasare pentru sistemul cu un grad de libertate.
Forma este identică cu forma curbei pentru sistemele cu mai multe grade de libertate. Punctele caracteristice sunt determinate prin impărţirea punctelor caracteristice a curbei, pentru sistemele cu mai multe grade de libertate, cu Γ. Curba biliniară forţă-deplasare aferentă sistemului cu un singur grad de libertate este trasată cu culoarea verde.
Capătul curbelor de capacitate coincid cu deplasarea maximă pentru analiza neliniară (pentru sistemul cu un singur grad de libertate valoarea împărţită cu Γ).

Pe figura de mai jos se vede, capacitatea de deformare a structurii este mai mare fiindcă la creşterea deplasării creste şi forţa tăietoare de bază. Maximul forţei tăietoare de bază se poate determina cu un alt calcul unde deplasarea ţintă este mai mare.



Instrumente

Imprimare
Imprimarea diagramei selectate.

Copiere în memoria rapidă
Diagrama selectată este copiată în memoria rapidă.

Salvarea diagramei în biblioteca de imagini
Diagrama selectată este salvată în biblioteca de imagini unde se poate accesa ulterior.

Tabel
Se poate activa afişarea tabelului cu rezultate.

Salvarea diagramei în biblioteca de imagini
Diagrama selectată este salvată în biblioteca de miagini unde se poate accesa ulterior.

Parametri seismici
Putem vizualiza tabelar informaţiile legate de deplasările apsolute şi relative ale nivelelor.

6.1.4.1. Curbe de capacitate conform Eurocode 8

Rezultatele sunt calculate cu metoda N2 (vezi 11.32) pe care este bazată şi anexa B din Eurocodul 8. Curba biliniară forţă-deplasare aferentă sistemului cu un singur grad de libertate este trasată cu culoarea verde.

Pe curba de capacitate deplasarea ţintă (dt*) aferentă solicitărilor de curgere (Fy*) şi deplasarea aferentă (dy*) curgerii se determină cu condiţia ca energia de deformaţie pentru legătura biliniară şi energia de deformaţie aferentă curbei de capacitate să fie egale.

Valoarea aferentă a 150% din deplasarea ţintă (vezi . Eurocode 8, 4.3.3.4.2.3) se va reprezenta cu o linie roşie verticală. În cazul în care capacitatea de deformare a structurii este mai mare (linie punctată), cerinţele sunt satisfăcute iar dacă este mai mică (linie continuă), cerinţele nu sunt satisfăcute.

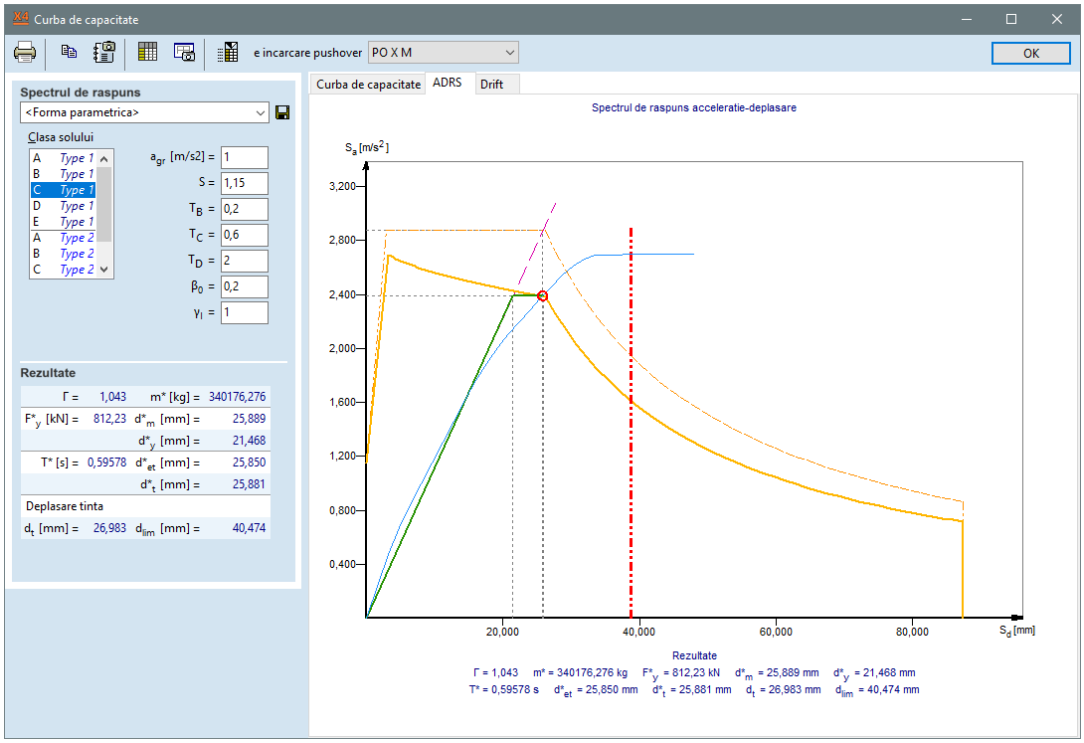
Rezultate

Cantităţile notate cu steluţă (*) se referă la sistemul cu un singur grad de libertate iar cele fără steluţă la sistemul cu mai multe grade de liberate.

Γ	Factor de transformare pentru calculul caracteristicilor sistemului cu un singur grad de libertate
m^*	Masa sistemului echivalent cu un singur grad de libertate
F_y^*	Forţa tăietoare de bază aferentă deplasării d_m^* a sistemului cu un singur grad de libertate sau forţa aferentă curgerii sistemului idealizat elastic-perfect plastic
d_m^*	Deplasarea sistemului idealizat biliniar plastic (rezultă din iteraţiile metodei N2 şi nu este neapărat egală cu deplasarea plastică a sistemului cu un sigur grad de libertate)
d_y^*	Deplasarea aferentă curgerii a sistemului idealizat biliniar
T^*	Perioada proprie a sistemului echivalent cu sistemul cu un sigur grad de libertate
d_{et}^*	Deplasarea ţintă a sistemului echivalent cu sistemul perfect elastic cu un singur grad de liberate cu perioada proprie T^*
d_t^*	Deplasarea ţintă a sistemului echivalent plastic cu sistemul cu un singur grad de liberate Capătul curbei biliniare de culoare verde
d_t	Deplasarea ţintă a sistemului cu mai multe grade de libertate având comportare plastică

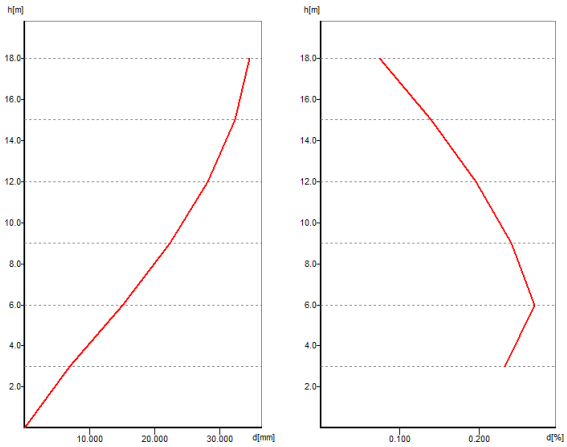
6.1.4.2. Spectrul de răspuns acceleraţie-deplasare (ADRS)

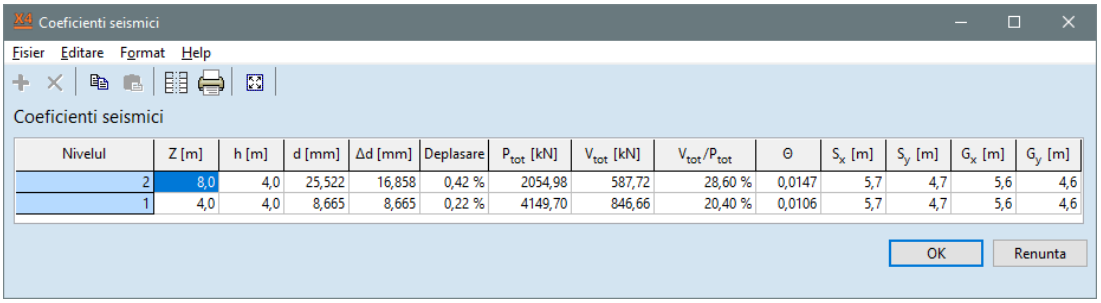
Fereastra cu spectrul de răspuns acceleraţie-deplasare (Acceleration-Displacement Response Spectrum – ADRS) se poate accesa pe pagina ADRS. Pe această pagină este reprezentată spectrul ADRS elastic (linie galbenă întreruptă), plastic (linie galbenă) şi curba biliniară (linie verde) pentru sistemul cu un grad de libertate (linie albastră). Intersecţia spectrului de răspuns şi a curbei biliniare, marcată cu un cerc de culoare roşie, dă valoarea deplasării ţintă. Linie întreruptă mov reprezintă aproximarea elastică bazată pe rigiditatea inițială a curbei de capacitate biliniară.



6.1.4.3. Deplasările de nivel

Activând butonul deplasarile nivelelor programul pentru deplasarea presetată a structurii reprezintă raportul dintre deplasarile apsolute şi relative de nivel.
Pe diagrama deplasarilor apsolute programul reprezinta deplasarile gentrelor de greutate a nivelelor fata de reazemele structurii.
Pe diagrama raportului dintre deplasari se văd deplasarile relative de nivele în fucţie de inalţimile de nivel în procente.
Informaţiile reprezentate pe diagrame se regăsect şi în formă tabelară.
Tabelul de mai jos ajută la respectarea cerinţelor din Eurocod 8 pentru limitarea pagubelor materiale.





Nivelul	Z [m]	h [m]	d [mm]	Δd [mm]	Deplasare	P_{tot} [kN]	V_{tot} [kN]	V_{tot}/P_{tot}	Θ	S_x [m]	S_y [m]	G_x [m]	G_y [m]
2	8,0	4,0	25,522	16,858	0,42 %	2054,98	587,72	28,60 %	0,0147	5,7	4,7	5,6	4,6
1	4,0	4,0	8,665	8,665	0,22 %	4149,70	846,66	20,40 %	0,0106	5,7	4,7	5,6	4,6

6.1.5. Tabele cu rezultate

În tabele sunt afişate valorile rezultatelor. Dacă o parte din elementele structurii sunt selectate, în tabel se afişează numai rezultatele pe aceste elemente. După preferinţă, se pot selecta şi alte criterii de filtrare pentru afişarea tabelară a rezultatelor (de ex. în funcţie de tipul de secţiune). Conţinutul tabelului, cu ajutorul memoriei temporare (Clipboard), se poate transfera în alte programe (de ex.: Excel, Word). **Vezi...** 2.9 Tabele

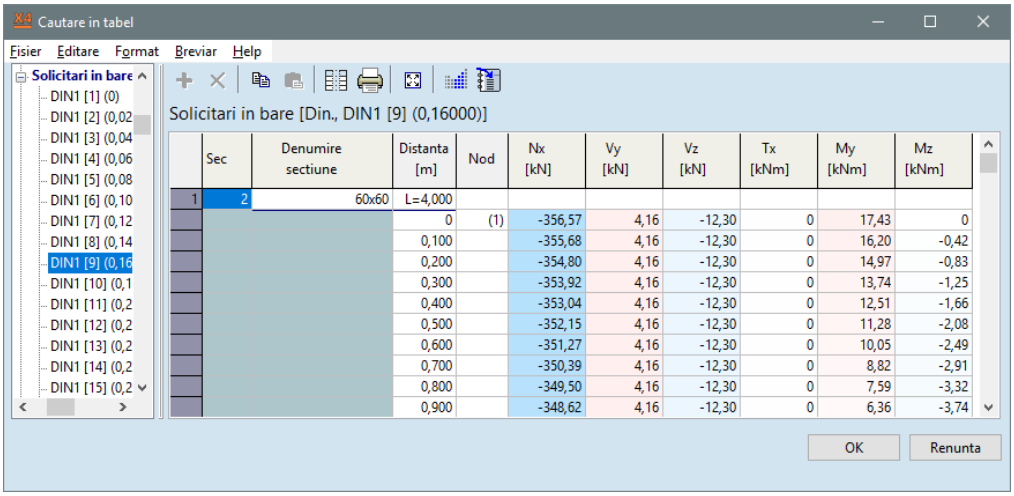
Opţiuni de reprezentare **[CTRL]+[R]**

Se poate opta ca tabelul afişat să conţină toate rezultatele sau/şi un extras din rezultate. Tot în această fereastră de dialog se poate selecta componenta de rezultat care este afisată în tabel. Funcţia se poate accesa şi din meniul *Format/Afişarea rezultatelor...*.

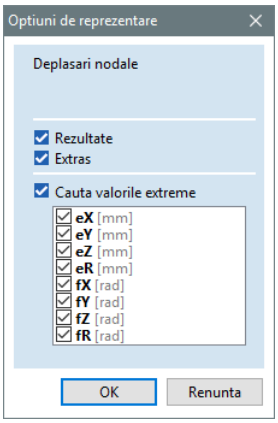
În tabelul *Combinaţii de dimensionare* (**vezi...** 4.10.2 Combinaţii de încărcări), în afară de valorile componentelor min/max, sunt afişate datele ipotezelor participante în aceste combinaţii cu notaţiile următoare:

Setarea ***Opţiuni de reprezentare / Etichete / Utilizare numerotare elemente finite*** controlează atât etichetarea cât şi compilarea tabelelor.
De exemplu dacă această opţiune este activată, vor apărea solicitările barelor în *Tabel* la *Rezultate / Analiză liniară / Solicitări*. Rezultatele sunt afişate pe elemente finite. Dacă opţiunea nu este bifată, calea va fi *Rezultate / Analiză liniară / Solicitări / Solicitări în bare* şi rezultatele sunt afişate pe elemente structurale.

[ ] ipotezele cu încărcări permanente
{ } ipotezele cu încărcări variabile
( ) ipotezele cu încărcări excepţionale



Sec	Denumire sectiune	Distanta [m]	Nod	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	2 60x60	L=4,000							
		0	(1)	-356,57	4,16	-12,30	0	17,43	0
		0,100		-355,68	4,16	-12,30	0	16,20	-0,42
		0,200		-354,80	4,16	-12,30	0	14,97	-0,83
		0,300		-353,92	4,16	-12,30	0	13,74	-1,25
		0,400		-353,04	4,16	-12,30	0	12,51	-1,66
		0,500		-352,15	4,16	-12,30	0	11,28	-2,08
		0,600		-351,27	4,16	-12,30	0	10,05	-2,49
		0,700		-350,39	4,16	-12,30	0	8,82	-2,91
		0,800		-349,50	4,16	-12,30	0	7,59	-3,32
		0,900		-348,62	4,16	-12,30	0	6,36	-3,74



Rezultate Dacă opţiunea este selectată atunci se vor afişa toate liniile tabelului, nu numai extrasul rezultatelor.

Extras La capătul fiecărui tabel se găseşte un extras care este întocmit din valorile rezultatelor din tabel. În acest extras sunt afişate valorile eforturilor minime şi maxime din tabel.

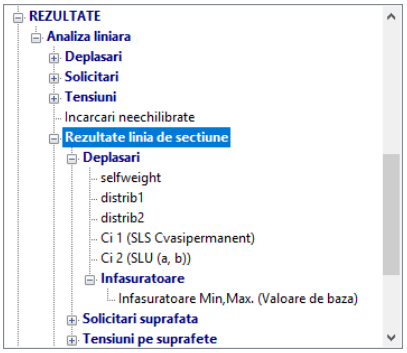
Caută valori extreme În tabel valorile minime şi maxime sunt extrase numai pentru elementele selectate. Componentele aferente valorilor maxime se afişează în toate cazurile.
În cazul în care *componenta min/max* apare într-o singură secţiune valorile aferente din acel loc se afişează şi în tabel. În caz contrar în locul componentelor aferente se afişează *.
În coloana *Distanţă* se afişează locul primei apariţii a *componentei min/max*.

Filtrare proprietăţi **Vezi în capitolul** 2.9 Tabele

Imprimare Făcând clic pe icoana cu imprimantă se va afişa fereastra de dialog descris în capitolul 3.1.12 Imprimare. Funcţia se poate accesa şi din *Fişier/Imprimare*. Se vor imprima coloanele setate ale tabelului conform proprietăţiilor de filtrare.

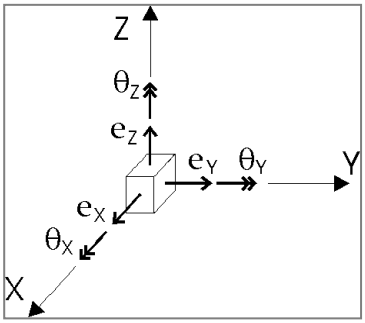
6.1.5.1. Rezultate pe secţiune

Dacă sunt definite secţiuni în model, în lista rezultatelor din tabel apare şi opţiunea **Rezultate pe secţiune**. În tabel vor apărea rezultatele secţiunii activate. Vor fi reprezentate rezultate în punctele în care linia secţiunii intersectează elementele finite.



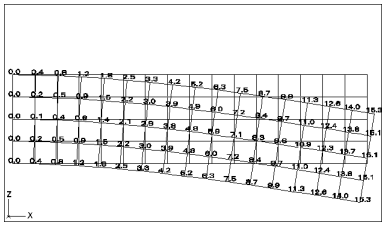
6.1.6. Deplasări

Nod Ca rezultat, se obţin valorile componentelor deplasării după direcţiile globale, pe baza cărora este determinată rezultanta translaţiilor (e_R) şi rezultanta rotirilor (f_R).

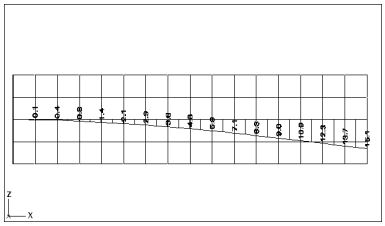


Reprezentările deplasărilor pentru o şaibă în consolă:

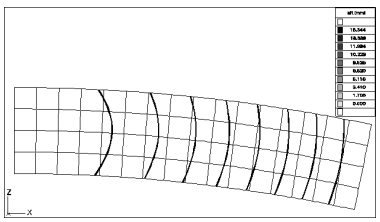
diagramă cu afişarea valorilor



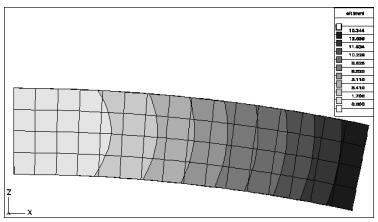
secţiune cu afişarea valorilor



curbă de nivel



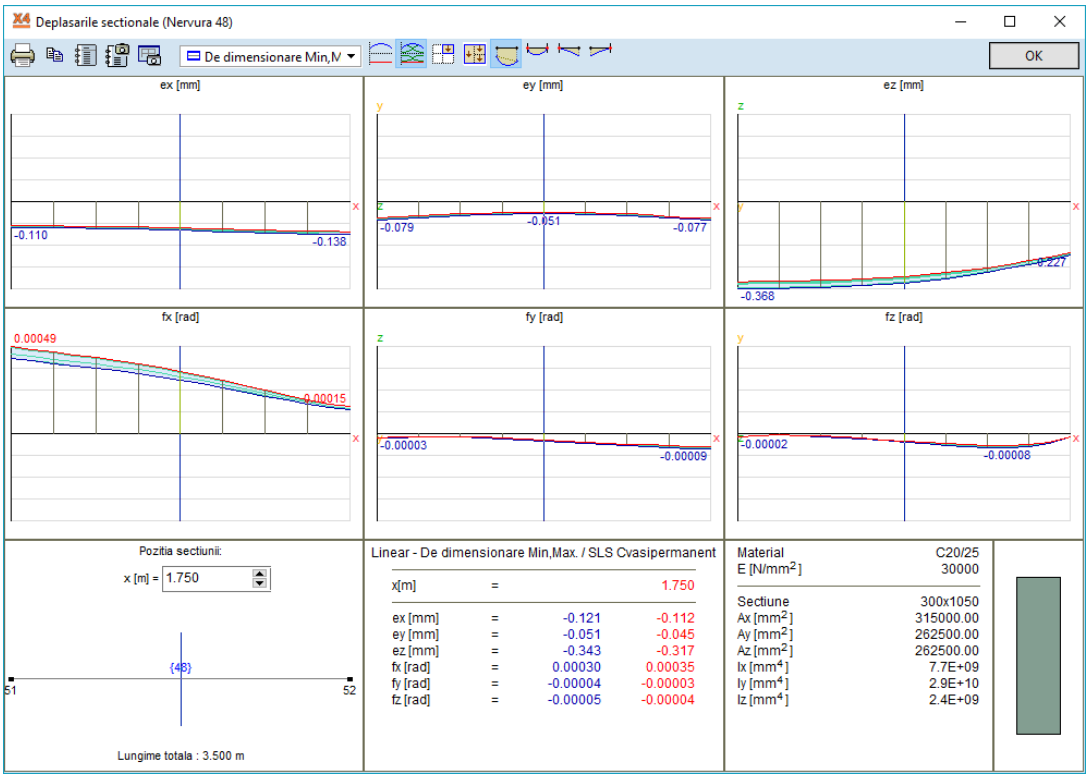
suprafaţă de nivel



Bară Se obţin componentele rezultatelor deplasărilor secţionale a barelor în sistemul global şi local de coordonate.
Se activează prin selectarea barei.

La vizualizarea modelului sau detaliile modelului, valorile deplasărilor nodale şi secţionale se afişează în **sistemul global de coordonate**.
La selectarea unei bare cu ajutorul cursorului apare fereastra cu deplasările nodale şi secţionale ale barei în **sistemul local de coordonate** al acesteia.
Concomitent se pot afişa mai multe bare în această fereastră, dacă:

a.) diferenţa dintre unghiurile locale ale coordonatelor barelor nu depăşeşte o valoare dată
b.) direcţiile axelor locale *x* coincid
c.) materialele barelor sunt identice



Afişează doar înfăşurătoarea

Afişează rezultatul tuturor ipotezelor/combinaţiilor de încărcare plus înfăşurătoarea

Deplasările efective

Deplasările faţă de capete

Deplasările faţă de capătul din stânga

Deplasările faţă de capătul din dreapta

Încărcare ipoteză sau combinaţia actuală în fereastra activă (în cazul modului cu mai multe ferestre, cazul de încărcare sau combinaţia va fi încărcat numai în fereastra activă)

Încărcare ipoteză sau combinaţia actuală în toate ferestrele (în cazul modului cu mai multe ferestre, cazul de încărcare sau combinaţia va fi încărcat în toate ferestrele)

În cadrul ferestrei există posibilitatea afişării rezultatelor şi a altor ipoteze sau combinaţii de încărcări. În cazul înfăşurătoarelor se poate opta pentru activarea sau dezactivarea funcţiilor componente.
Prin mişcarea liniei albastre ale diagramelor, pe bară se citesc rezultatele în diferite puncte.

Tabele cu rezultate

Vezi detaliat... 6.1.5 Tabele cu rezultate

Inserarea diagramelor în documente

Diagramele se pot salva cu nume şi se pot insera asociativ în documentaţie.
Vezi... 3.6.10 Salvare în biblioteca de desene

6.1.6.1. Calculul săgeții totale (wtot) a plăcilor de beton armat

☞ **Următoarea funcție este disponibilă numai în standardele Eurocode-NL și Eurocode-B și poate fi utilizată numai pentru plăci.**

Standarde:
EN 1990:2002 A1.4.3, NEN-EN 1990 A1.4.3

Pentru a determina săgeata totală a plăcilor din beton armat, pentru anumite combinații de încărcări, trebuie efectuate calcule neliniare cu și fără fluaj.

Opțiunea de *Folosirea armăturii în calcul* trebuie întotdeauna activată.
Pentru a determina săgeata totală este nevoie de următoarele componente:

w1 *Săgeata inițială sub greutățile permanente*
Se efectuează analiza neliniară pentru 1) cazuri de încărcare permanentă sau 2) combinații caracteristice, frecvente sau cvasi-permanente SLS fără încărcări variabile) fără fluaj (φ = 0)

w2 *Săgeata pe termen lung sub greutățile permanente*
Aceleași combinații SLS cvasi-permanente trebuie să fie calculate atât cu, cât și fără fluaj, deoarece w2 este obținut ca diferența dintre cele două rezultate.
Combinațiile SLS trebuie să includă aceleași cazuri de încărcări permanente ca și combinația utilizată pentru a determina w1.

w3 *Săgeata adițională datorată acțiunilor variabile*
Trebuie calculată din aceleași combinații SLS utilizate pentru a determina w1, dar inclusiv pentru cazurile de încărcari variabile, precum și fără fluaj, w3 se obține ca diferența dintre cele două rezultate.

wbij *wbij =w2+w3*

wtot *Săgeata totală*
wtot = w1+w2+w3

Etape de calcul

1. Generați toate combinațiile SLS de care doriți să țineți cont. Vor fi incluse întotdeauna combinații SLS cvasi-permanente. **Vezi**... 4.10.2 Combinații de încărcări

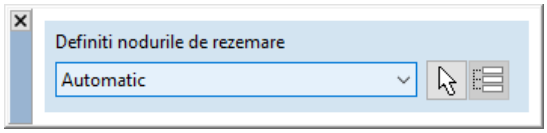
2. Rulați o analiză neliniară pentru toate combinațiile fără fluaj. Combinațiile SLS cvasi-permanente trebuie de asemenea calculate cu fluaj.
Opțiunea de *Folosirea armăturii în calcul* trebuie întotdeauna activată. **Vezi...** 5.1 Statică

3. Selectați o înfășurătoare predefinită de SLS cvasi-permanentă sau o înfășurătoare personalizată creată dintr-un subset al combinațiilor. **Vezi...** 6.1 Statică

4. Dacă înfășurătoarea conține toate combinațiile necesare, programul găsește setul de combinații care include aceleași cazuri de încărcări permanente și determină valorile w1, w2, w3, wbij și wtot pentru fiecare set, calculează înfășurătoarea și face ca valorile înfășurătoarei să fie disponibile ca și componentele de rezultate w1, w2, w3, wbij și wtot.

6.1.6.2. Deplasarea relativă

Dacă modelul conține elemente de suprafață, atunci iconița deplasărilor relative devine activă pe fila *Statică*.
Această funcție arată deplasarea domeniilor în raport cu nodurile suportate. Făcând clic pe iconiță, veți vedea ferestra de dialog de mai jos.



Selectarea domeniilor și a nodurilor rezemate

Există trei opțiuni:

1. *Automat:* nodurile domeniilor selectate care au o rezemare nodală, liniară sau de suprafață vor fi considerate a fi susținute dacă suportul are o rigiditate diferită de zero în direcția locală z. Următoarele noduri sunt de asemenea considerate a fi acceptate:
   a. nodurile stâlpilor conectate de domeniu dacă unghiul dintre axa coloanei și direcția locală z este mai mic de 45 °,
   b. nodurile pereților conectate de domeniu dacă unghiul dintre direcțiile lor z locale este mai mare de 45 °.
2. *Automat (doar plăci):* Metoda de mai sus, dar limitată la plăcile selectate (un domeniu este considerat a fi o placă dacă direcția locală z este paralelă cu direcția Z globală).
3. *Selectare:* utilizatorul poate selecta și domeniile și nodurile rezemate. Numai nodurile din planul domeniului vor fi luate în considerare.

Notă: un singur plan de referință poate aparține unui domeniu.

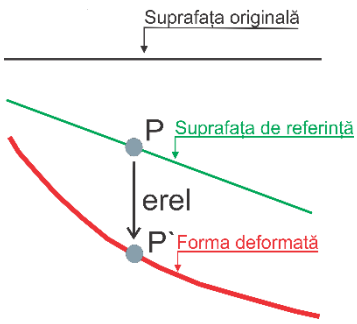
Selectarea domeniilor / nodurilor rezemate: faceți clic pe această iconiță pentru a selecta domenii. În modul *Selectare*, trebuie selectate și nodurile rezemate.

Calculul

Sunt patru cazuri pentru un domeniu:

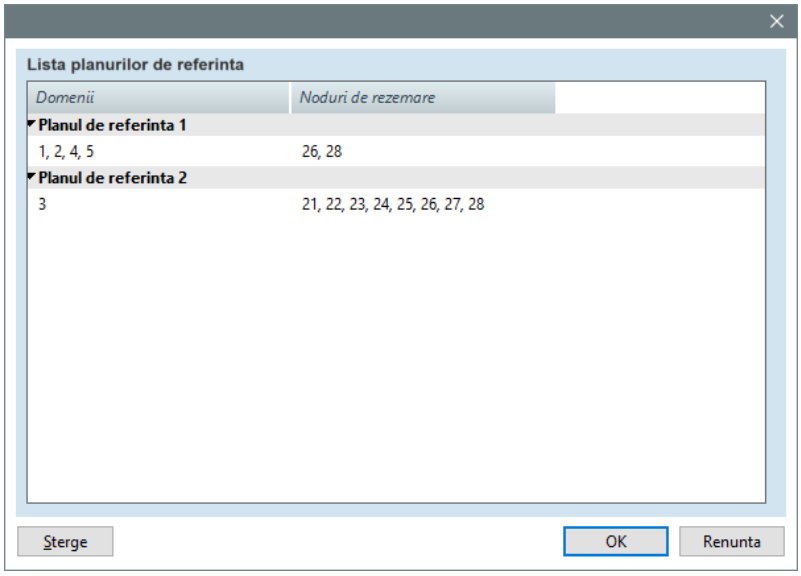
1. Nu există un nod suportat: nu sunt afișate rezultate.
2. Un nod rezemat: planul de referință trece prin acest punct, normala planului de referință coincide cu normala domeniului.
3. Două noduri rezemate: planul de referință trece prin ambele puncte, vectorul de direcție perpendiculară pe dreapta definită de cele două puncte este paralelă cu vectorul de direcție al domeniului.
4. Trei sau mai multe noduri rezemate: în acest caz planul de referință este atașat la nodurile deplasate (trece prin toate nodurile rezemate pentru trei noduri).

Programul calculează deplasările relative după determinarea planului de referință. Deplasarea relativă este distanța unui punct deplasat din domeniu de la planul de regresie la normala planului inițial (vezi figura).



Selectarea componentei rezultatului ***erel*** poate fi utilizată pentru a interoga rezultatele încărcărilor, combinațiilor, înfășurătoarelor și combinațiilor critice.

Lista planurilor de referință: este posibilă interogarea planurilor de referință cu domenii și nodurile rezemate. Puteți șterge un plan de referință selectat utilizând butonul *Ștergere* sau butonul *Delete* de pe tastatură.



Tabele de rezultate

Vezi... 6.1.5 Tabele cu rezultate

Iserarea diagramelor în documentație

Diagramele pot fi salvate în biblioteca de desene introducând un nume și inserate în documentație.
Vezi... 3.6.10 Salvare în biblioteca de desene

6.1.7. Viteza nodurilor

În urma analizei dinamice se obțin valorile componentelor de viteză ale nodurilor. Sunt șase componente de viteză nodală în sistemul de coordonate globale (trei translații și trei rotații) la fiecare nod.
Componentele de viteză (vR) și viteza unghiulară rezultată (vRR) sunt de asemenea determinate.

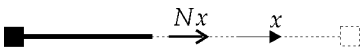
6.1.8. Accelerația nodurilor

În urma analizei dinamice se obțin valorile componentelor de accelerație ale nodurilor. Sunt șase componente de accelerație nodală în sistemul de coordonate globale (trei translații și trei rotații) la fiecare nod.
Componentele de accelerație (aR) și accelerația unghiulară rezultată (aRR) sunt de asemenea determinate.

6.1.9. Eforturi în elemente de zăbrea sau bară

Zăbrea

În elementele de tip zăbrea apar numai eforturi axiale N_x.

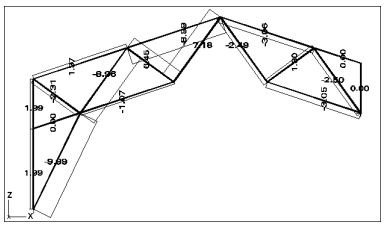


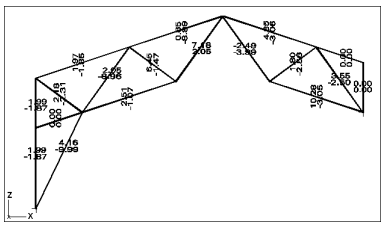
Dacă semnul forţei axiale este pozitiv, elementul de zăbrea este întins. Valorile min/max pentru solicitările din înfăşurătoare şi de dimensionare se pot afişa concomitent pe model.

Diferite moduri de reprezentare pentru solicitările unei grinzi cu zăbrele:

diagrama N_x cu afişarea valorilor

valori min/max N_x cu afişarea valorilor

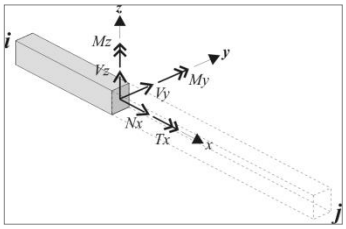




Bară

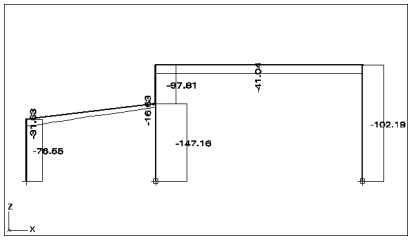
În elementele bară se stabilesc următoarele eforturi: N_x , V_y , V_z , T_x , M_y , M_z.

Eforturile în bare sunt date în sistemul local de coordonate. Sensurile pozitive ale eforturilor sunt date în figură. Diagramele de momente încovoietoare sunt desenate de program pe fibra întinsă a barei.



Diferite moduri de reprezentare pentru eforturi pe cadre:

diagrama N_x cu afişarea valorilor



valori min sau max V_z cu afişarea valorilor

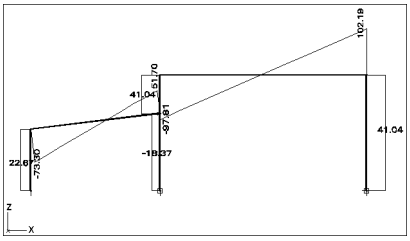
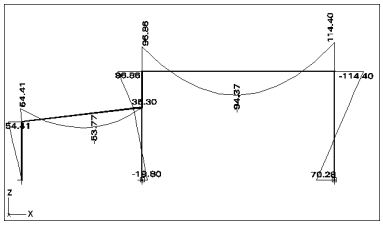
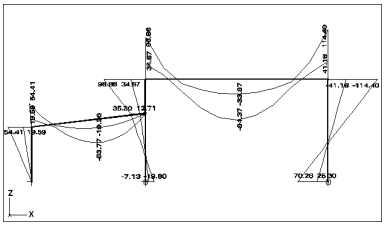


diagrama M_y cu afişarea valorilor



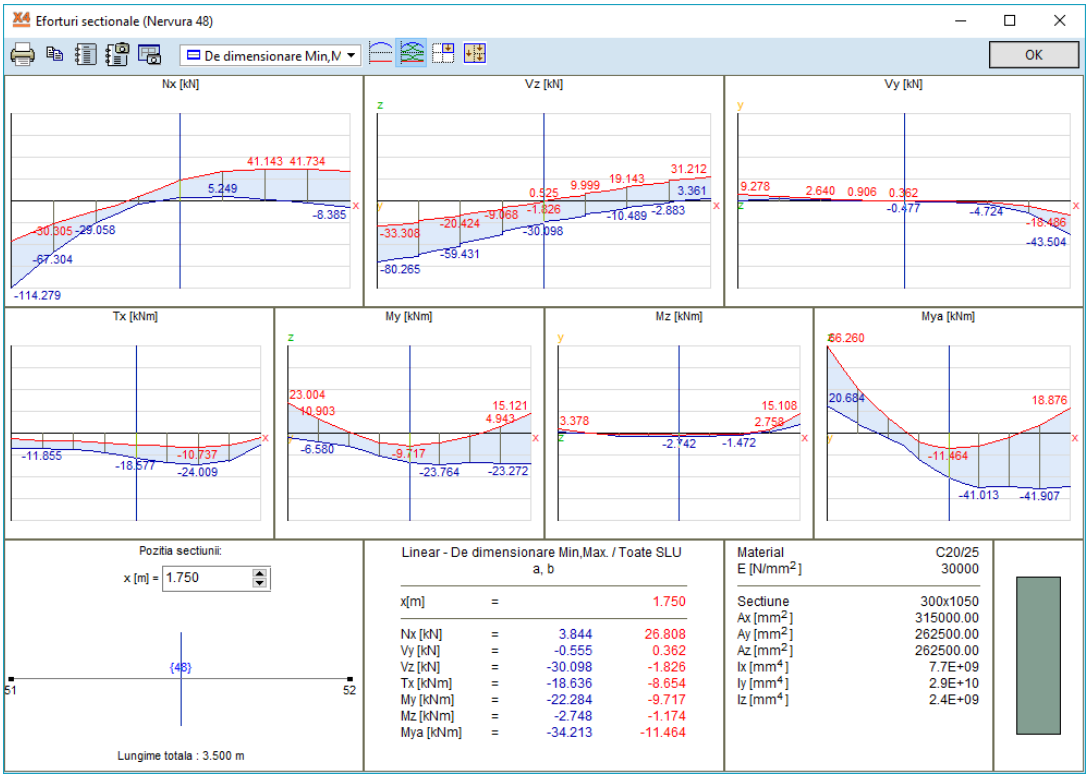
valori min/max M_y cu afişarea valorilor



Afişarea forţelor interne la grindă/fermă

Se pot afişa forţe interne ale mai multor elemente de tip grindă/fermă:

a) Deviaţia unghiulară ale axelor locale x şi z nu depăşeşte valorile maxime respective, specificate în parametrii de Afişare rezultate / Setări diverse.
b) Elementele au acelaşi material.



În cadrul ferestrei există posibilitatea afişării rezultatelor şi a altor ipoteze sau combinaţii de încărcare. În cazul înfăşurătoarelor se poate opta pentru activarea sau dezactivarea funcţiilor componente.
Prin mişcarea liniei albastre a diagramelor, pe bară se citesc rezultatele în diferite puncte.

Tabele cu rezultate

Se pot afla solicitările în orice secţiune a barei.
La selectarea unei ipoteze sau combinaţii de încărcări, în tabele apar solicitările calculate în toate secţiunile barei.
Sunt disponibile trei tipuri de tabele:

Eforturi în bare: afişează eforturile în lungul barei.
Eforturi la capetele barelor: afişează eforturile doar la capetele barelor.
Eforturi de dimensionare a îmbinărilor: conţine eforturile barelor conectate în nod.

Vezi detailat... 6.1.5 Tabele cu rezultate

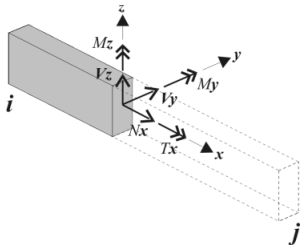
Inserarea diagramelor în documente

Diagramele se pot salva cu un nume şi se pot insera asociativ în documentaţie.
Vezi... 3.6.10 Salvare în biblioteca de desene

☞ ***Pentru combinaţiile de înfăşurătoare şi de dimensionare pe bare se afişează numai valorile componentelor min/max.***
În cazul în care componenta min/max apare într-un singur loc în model valorile aferente ale solicitărilor în acel loc se afişează şi în tabel. În caz contrar, în locul solicitărilor aferente se afişează *, iar în coloana Distanţă se afişează locul primei apariţii a componentei min/max.

6.1.10. Solicitări pe nervură

Pentru elemente de nervură se stabilesc următoarele eforturi: N_x, V_y, V_z, T_x, M_y, M_z. Eforturile în elementul de nervură sunt date în sistemul local de coordonate cu originea în centrul de greutate al secţiunii acestuia. Sensurile pozitive ale eforturilor sunt date în figură. Diagramele de momente încovoietoare sunt desenate de program pe fibra întinsă a barei.



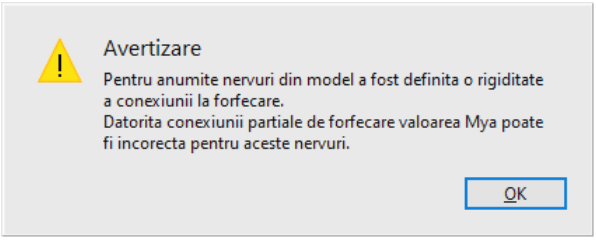
În nervurile cuplate excentric de elemente de învelitoare, pe lângă momentele încovoietoare şi forţele tăietoare, apare şi forţa axială.
Există posibilitatea de a reprezenta un poligon format din mai multe elemente de nervură dacă unghiul axelor locale acestora coincid.

Ipoteze pentru calculul componentei MyD

Momentul de proiectare MyD este calculat întotdeauna de program, dar metoda de calcul de mai sus dă rezultate bune numai în conformitate cu următoarele ipoteze. În toate cazurile, utilizatorul trebuie să verifice îndeplinirea lor.

- există o legătură de forfecare complet rigidă între nervură şi învelitoare (shell),
- nu există nicio forţă normală semnificativă în nervură, cu excepţia încovoierii,
- nervura este rigidă/suficient de mare în comparaţie cu placa, astfel încât neglijarea momentului de încovoiere a plăcii nu provoacă erori considerabile (momentul de încovoiere a plăcii nu este inclus în MyD).

MyD este, de asemenea, calculat și afișat atunci când conexiunea de forfecare elastică este definită între placă și nervură, dar în acest caz programul dă un mesaj de avertizare atunci când este selectată componenta rezultat MyD (apare doar o dată după selectarea acestei componente pentru prima dată după analiză).



Condițiile calculului componentei vxz

În cazul nervurii inferioare și superioare, dacă se stabilește conexiunea de forfecare de tip elastic (**vezi...** 4.9.9 Elemente liniare), atunci se calculează forța tăietoare longitudinală specifică- componenta rezultatului vxz. Folosind Conexiunea de forfecare rigidă, acest tip de componentă de rezultat nu este disponibil).

Afișarea forțelor interne la nervuri

Se pot afișa forțe interne ale mai multor elemente de tip nervură dacă:

a) Deviația unghiulară ale axelor locale x și z nu depășește valorile maxime respective, specificate în parametrii de Afișare rezultate / Setări diverse.
b) Elementele au același material.

Diferite moduri de reprezentare pentru solicitările pe nervură:

diagrama T_x cu afişarea valorilor

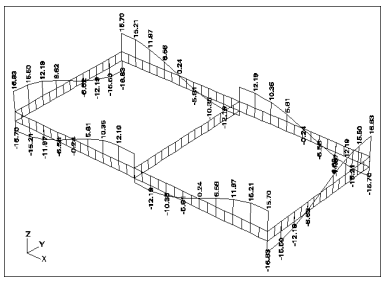
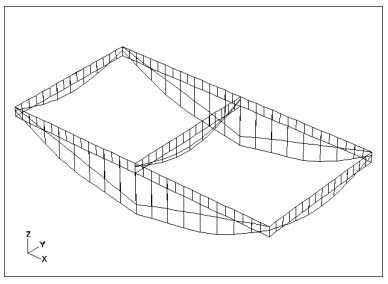


diagrama M_y



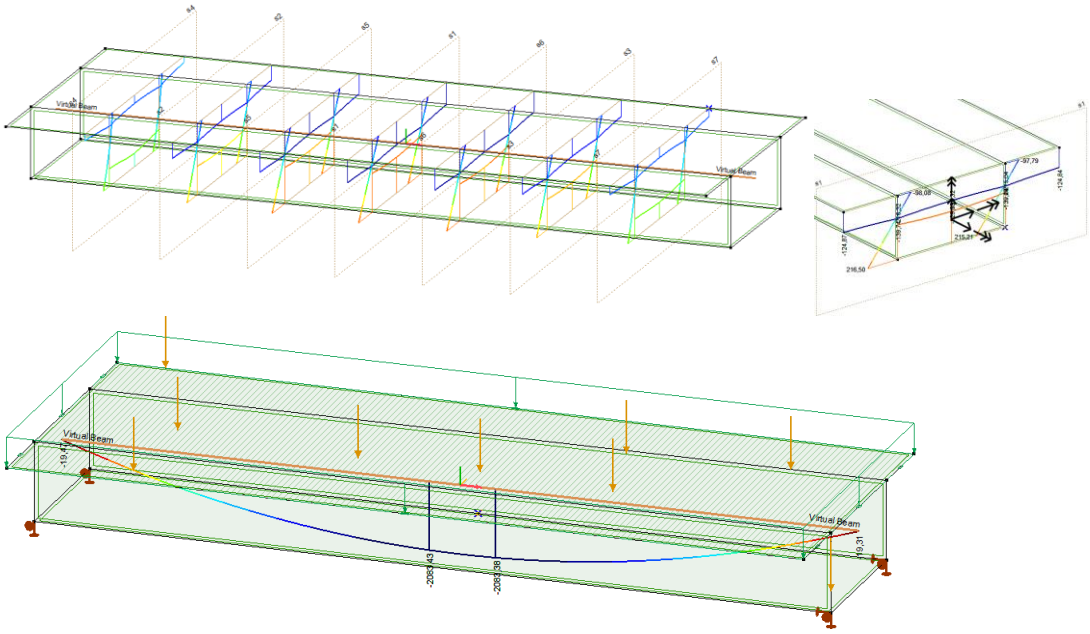
Tabele cu rezultate

Vezi detailat... 6.1.5 Tabele cu rezultate

6.1.11. Eforturile barei virtuale

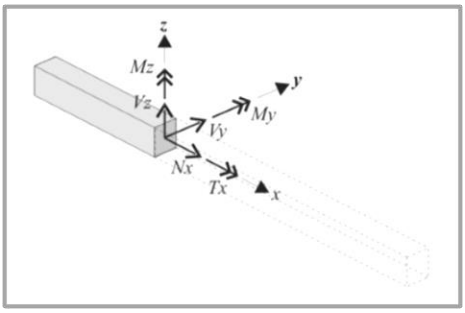
Calcule

După definirea barelor virtuale (**vezi...** 2.16.16 Bara virtuală), programul calculează centrul de greutate al fiecărei secțiuni pentru determinarea axului pe care sunt luate un număr finit de secțiuni, în funcție de gemoetrie, elemente conectate și de densitatea discretizării. În fiecare secțiune sunt reduse eforturile în intersecția axului central cu planul secțiunii. După această procedură, rezultatele barei virtuale sunt afișate in axul central.



Componentele eforturilor

In secțiunile intermediare ale fiecărui element sunt calculate eforturile axiale și două forțe tăietoare *(Nx , Vy , Vz),* un moment de torsiune și două momente încovoietoare *(Tx, My, Mz)*. Eforturile sunt asociate sistemului de coordonate local și valoarea pozitivă este conform imaginii alăturate. Diagramele de momente sunt reprezentate pe fibra întinsă a elementelor.



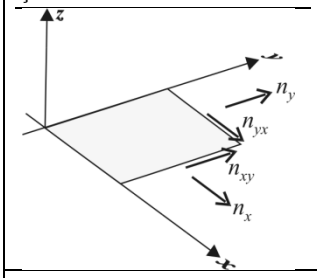
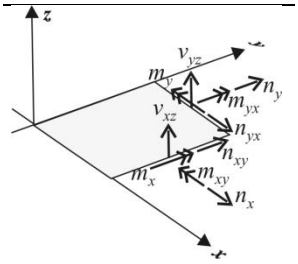
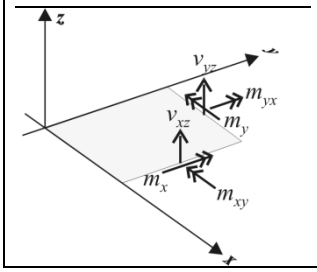
Tabele cu rezultate

Tabelurile conțin pe lângă eforturi, și coordonatele globale ale centrelor de greutate ale secțiunilor.

6.1.12. Eforturi în elemente de suprafaţă

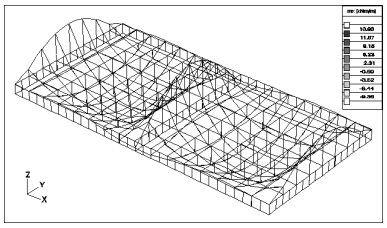
Eforturi

În elementele de suprafaţă se produc următoarele eforturi:

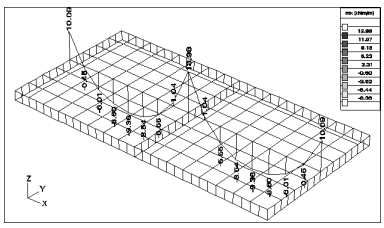
Element de suprafaţă	Notaţie	Element de suprafaţă	Notaţie
Şaibă 	n_x n_y n_{xy}	Învelitoare 	n_x n_y n_{xy} m_x m_y m_{xy} v_{xz} v_{yz}
Placă 	m_x m_y m_{xy} v_{xz} v_{yz}		

Diferite moduri de reprezentare pentru o placă rigidizată cu nervuri:

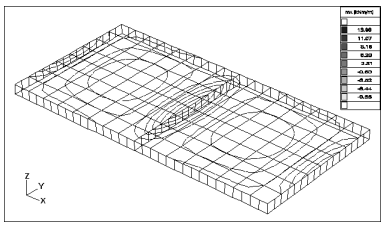
diagramă



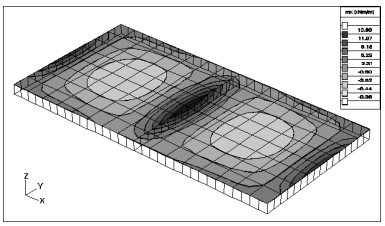
secţiune cu valori



izolinie



suprafaţă de nivel



☞ ***În cazul momentelor unei plăci, indicii x şi y reprezintă direcţia fibrelor încovoiate paralele cu axele locale sau direcţia armării. Momentul încovoietor m_x roteşte în jurul axei locale y iar m_y în jurul axei x.***

Eforturile de încovoiere pentru placă sunt pozitive dacă întind fibra de sus (faţa elementului dinspre direcţia pozitivă a axei *z*), şi negative dacă întind faţa opusă.

Variaţia intensităţii

Toate modelele de elemente finite şi analiza cu elementele finite sunt aproximări inginereşti. În funcţie de numărul elementelor finite din model, de forma lor, de condiţiile de solicitare, de rezemare şi de alţi factori, precizia aproximării poate fi foarte corectă precisă sau greşită.

La aprecierea preciziei de aproximare ne ajută, fără a efectua o analiză nouă, vizualizarea variaţiei intensităţilor. Variaţia intensităţilor pe baza rezultatelor de calcul ne arată mărimea variaţiei solicitărilor în interiorul elementelor, în procente, în raport cu valoarea maximă a solicitării. La elementele care arată variaţii mari de intensităţi, pentru o aproximare mai exactă se recomandă îndesirea reţelei.

Valoarea acceptabilă a modificării intensităţilor se poate determina pe baza experienţei.

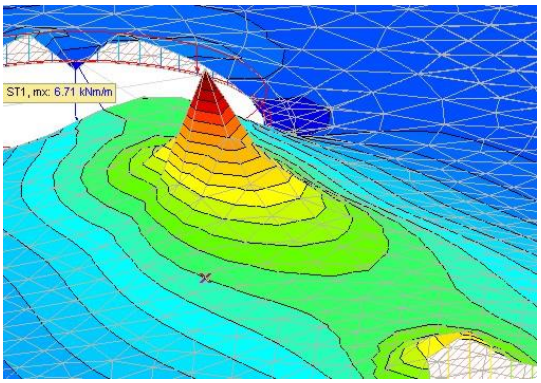
Tabele cu rezultate

Vezi detaliat... 6.1.5 Tabele cu rezultate

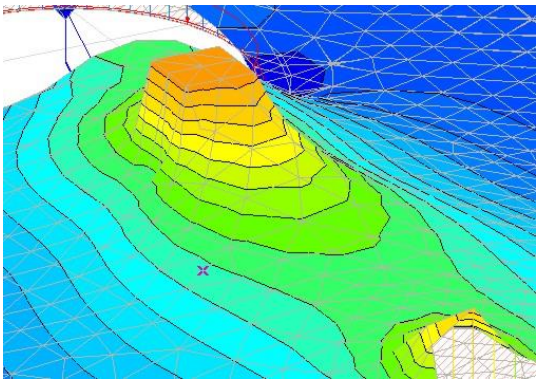
Tăierea momentelor maxime deasupra stâlpilor

În cazul în care considerăm stâlpii conectați de placă ca nişte reazeme nodale, pe aceste reazeme vom avea momente maxime, care vor creşte odată cu netezirea discretizării din cauza metodei elementelor finite.

Vom avea rezultate mai reale, daca nu vom considera aceste reazeme ca fiind nodale şi luăm în considerare secțiunile transversale ale stâlpilor. Dacă activăm opțiunea ***Ajustarea rețelei la axa stâlpilor*** (4.11.1.2 Generare reţea pentru domenii), la generarea rețelei și ***Tăierea momentelor maxime deasupra stâlpilor*** la ***Parametri de afișare a rezultatelor***, rețeaua va lua în considerare secțiunea transversală a stâlpilor. Rezultatele momentelor vor arăta ca și în imaginea din dreapta. Momentul integrat pe secţiunea stâlpului nu se va schimba.



Diagramă de moment fără netezirea momentelor maxime



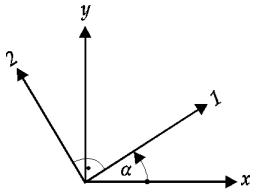
Diagramă de moment cu netezirea momentelor maxime

Tabele cu rezultate

Vezi detailat... 6.1.5 Tabele cu rezultate

Eforturi principale

Forțele interne principale n1, n2 și m1, m2 sunt calculate cu direcția lor: *αn și αm*.



Direcția forțelor principale 1 și 2 poate fi, de asemenea, solicitată individual alegând componente ale rezultatelor αn1, αn2 și αm1, αm2. Deasupra acestora, forța de forfecare rezultată - componenta vRz - este calculată și cu direcția sa: αvRz.

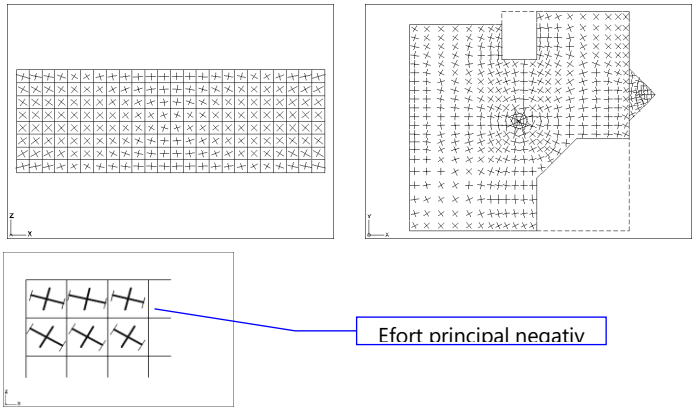
Convenția de semn este următoarea:

$m_1 \geq m_2,\ n_1 \geq n_2,\ -90° < \alpha \leq +90°$ (relativ la axa locală ***x***)

	Învelitoare	
	Şaibă	**Placă**
n_1	$n_1 = \frac{n_x + n_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{n_x - n_y}{2}\right)^2 + n_{xy}^2}$	-
n_2	$n_2 = \frac{n_x + n_y}{2} - \sqrt{\left(\frac{n_x - n_y}{2}\right)^2 + n_{xy}^2}$	-
α_n	$\mathrm{tg}\,(2\alpha_n) = \frac{2n_{xy}}{n_x - n_y}$	-
m_1	-	$m_1 = \frac{m_x + m_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{m_x - m_y}{2}\right)^2 + m_{xy}^2}$
m_2	-	$m_2 = \frac{m_x + m_y}{2} - \sqrt{\left(\frac{m_x - m_y}{2}\right)^2 + m_{xy}^2}$
α_m	-	$\mathrm{tg}\,(2\alpha_m) = \frac{2m_{xy}}{m_x - m_y}$
vSz	-	$vRz = \sqrt{v_{xz}^2 + v_{yz}^2}$

☞ ***În cazul elementului de şaibă, solicitat în starea plană de deformaţie,*** $n_z \neq 0$ ***dar aceste valori nu sunt calculate.***

Forţele interne pot fi afişate în diagramă, linia secţiunii, izolinie sau stilul izosuprafaţă.
Direcţiile principale (*αn, αn1, αn2 şi αm, αm1, αm2*) pot fi afişate doar ca diagrame+++.
Culoarea şi dimensiunea vectorului de direcţie sunt determinate pe baza valorii forţelor interne principale.
Dacă forţa internă principală este negativă, vectorul de direcţie corespunzător este delimitat de două segmente perpendiculare cu acesta.



Eforturi pentru dimensionarea armăturilor

La elementele de suprafaţă se determină forţele normale şi momentele n_{xv}, n_{yv}, m_{xv}, m_{yv}, la care se dimensionează armăturile.
Valorile se determină astfel:

$$n_{xv} = n_x \pm |n_{xy}|, \; n_{yv} = n_y \pm |n_{xy}|$$

$$m_{xv} = m_x \pm |m_{xy}|, \; m_{yv} = m_y \pm |m_{xy}|$$

Mărimea eforturilor de dimensionare a armăturilor se poate vizualiza sub formă de diagrame, diagrame pe secţiuni, curbe sau suprafeţe de nivel.

Variaţia intensităţii

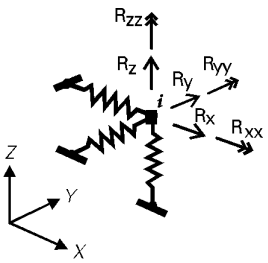
dnx, dny, dnxy, dmx, dmy, dmxy, dqx, dqy sunt componente de rezultate fără dimensiuni care prezintă variaţia intensităţii în cadrul unui element finit. Diferenţa dintre valoarea maximă şi cea minimă din elementul finit este împărţită la o valoare de referinţă. Valoarea de referinţă poate fi setată la oricare dintre următoarele:

- Valoarea maximă a valorii absolute a cazului de încărcare sau a combinaţiei pentru întregul model
- Valoarea maximă a valorii absolute a cazului de încărcare sau a combinaţiei pentru părţile active
- Valoare personalizată

Valoarea de referinţă poate fi selectată în dialogul *Parametrii afişării rezultatelor* (**vezi...** 6.1 Statică).

6.1.13. Reacţiuni

În elemente de reazem (resort) deplasările cu semn pozitiv corespund reacţiunilor cu semn pozitiv (efort axial şi moment de torsiune).
De exemplu, alungirea reazemului (resort) produce întindere.
Elementele pozitive de deplasare şi de rotaţie determină componente pozitive ale forţei interne. Alungirea elementelor arcului de susţinere determină forţa de întindere, în timp ce scurtarea acestora determină forţa de compresiune.



Reacţiunile se pot vizualiza sub formă de diagrame sau în culori. În modul de reprezentare cu diagrame reacţiunea apare reprezentată cu vector.

Rezultanta reacţiunilor

În cazul reazemelor sunt calculate şi rezultantele R_{eR} şi $R_{\theta R.}$ pe baza următoarelor formule:

$$R_{eR} = \sqrt{R_{ex}^2 + R_{ey}^2 + R_{ez}^2} \qquad R_{\theta R} = \sqrt{R_{\theta x}^2 + R_{\theta y}^2 + R_{\theta z}^2}$$

Raportul forţelor orizontale şi verticale

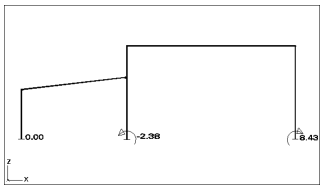
Se calculează o componentă de rezultat care arată raportul forţelor orizontale şi verticale astfel:

$$\alpha_R = \frac{1}{R_z}\sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

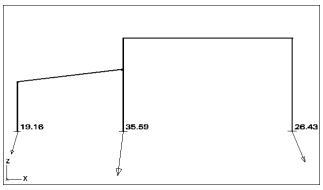
Selectând afişarea componentelor ***Rxyz*** **şi** ***Rxxyyzz,*** se afişează componentele Rx, Ry şi Rz într-o singură diagramă.

Diferite moduri de reprezentare a reacţiunilor:

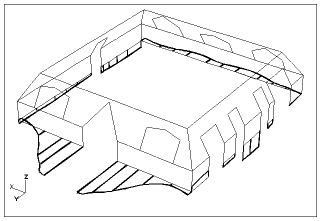
Momente Ryy în reazeme



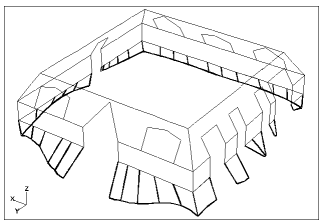
Rezultanta ReR a reacţiunilor



Solicitare Ry în reazeme pe muchie

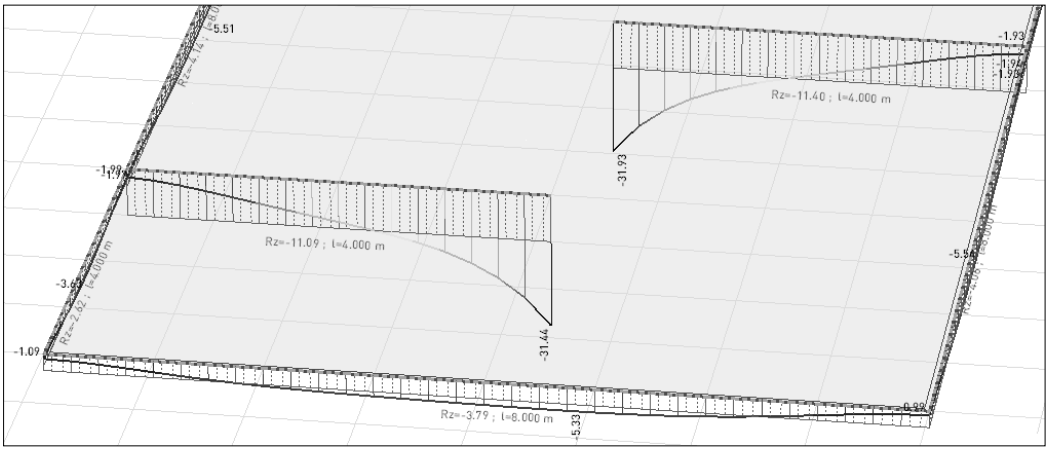


Rezultanta ReR a reacţiunilor pe muchie



Diagrame + valori medii

La reprezentarea reacţiunilor pe reazeme se poate alege o metoda specială de reprezentare, care lângă diagramă afişează valoarea medie şi lungimea segmentului pe care aceasta este constantă.



În fereastra de dialog *Parametri de afişare a rezultatelor* (a se vedea 6.1 Statică), selectaţi valoarea medie care urmează să fie stabilită pentru fiecare element structural.

Valoarea medie

Pentru forţele din reazeme de suprafeţă se introduce un mod separat de afişare, afişând valorile medii ale Rx, Ry sau Rz. Rezultatele opţionale pot fi medii pe fiecare domeniu separat. Metoda de mediere poate fi selectată în dialogul Parametrii afişării rezultatelor (a se vedea 6.1 Statică). De asemenea, este posibil să se calculeze separat mediile pentru regiunile pozitive şi negative.

Tabele cu rezultate

Vezi detaliat... 6.1.5 Tabele cu rezultate

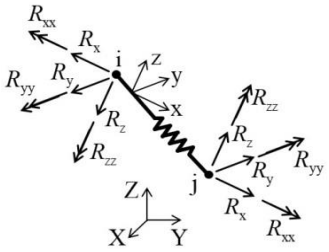
6.1.14. Solicitări pentru elemente de legătură linie-linie şi articulaţii pe muchie

Solicitări

Pentru elementele de legătură linie-linie şi articulţii pe muchie, programul determină forţele *nx, ny, nz şi* momentele *mx, my, mz*. În cazul în care componentele de rigiditate sunt zero pentru fiecare element, atunci şi componentele rezultatelor aferente vor fi zero, astfel nu vor fi afişate în structura arborescentă a rezultatelor şi în tabele.

6.1.15. Forțele interne ale elementului de tip resort

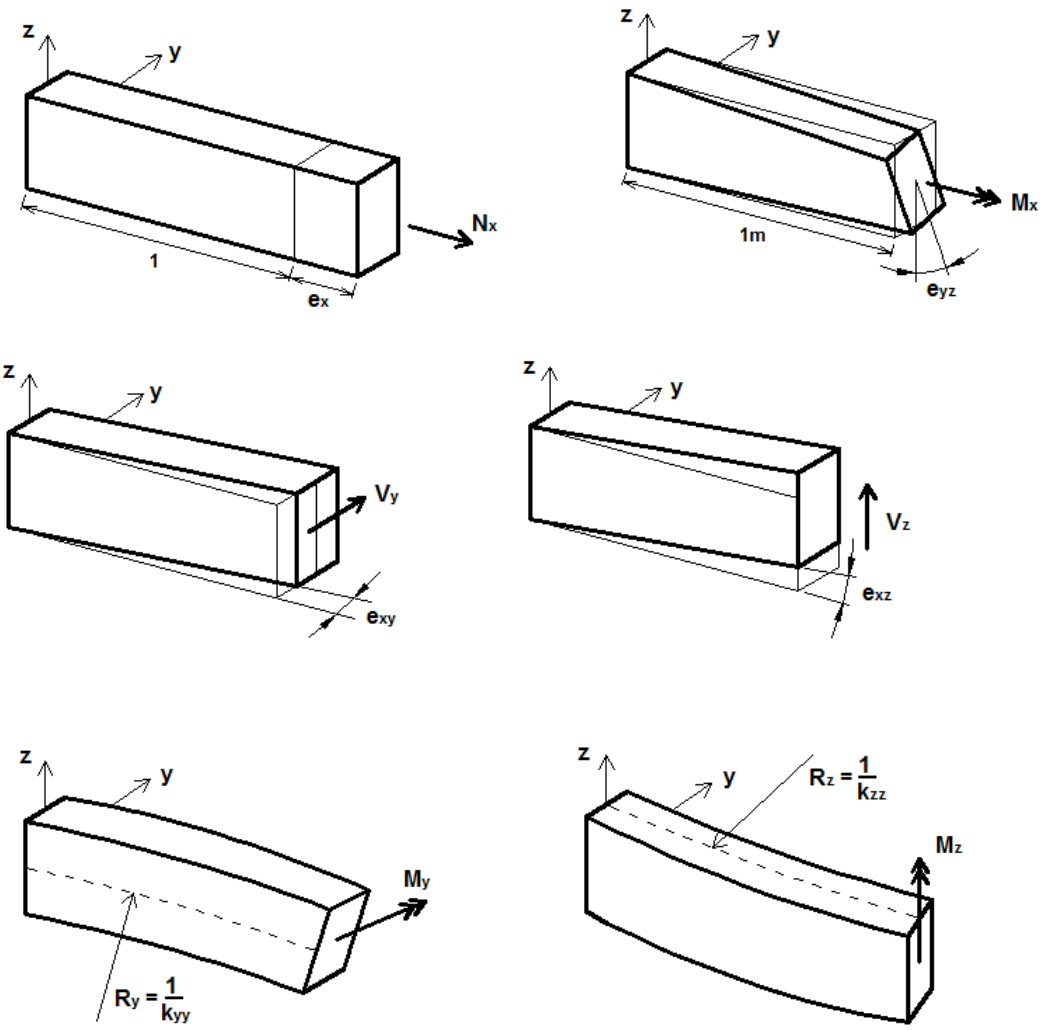
Forțele interne sunt legate de sistemul local de coordonate. Convențiile privind semnele pozitive se aplică ca în figură:



6.1.16. Deformația barelor, nervurilor și zăbrelelor

Rezultatele deformațiilor sunt disponibile doar în cazul analizei neliniare.

Componenta de deformație	*Denumire*
exx	Deformație specifică liniară după direcția axei barei
exy	Deformație specifică unghiulară în planul local xy
exz	Deformație specifică unghiulară în planul local xz
eyz	Torsiune în direcția locală *x*.
kyy	Încovoiere în planul local *xy*.
kzz	Încovoiere în planul local *xz*.



Următoarele componente sunt disponibile pentru elemente liniare:

Componenta de deformație	*Zăbrea*	*Bară*	*Nervură*
exx	*exx*	*exx*	*exx*
kyy		*kyy*	*kyy*
kzz		*kzz*	*kzz*
eyz		*eyz*	*eyz*
exy			*exy*
exz			*exz*

6.1.17. Deformația barelor, nervurilor și zăbrelelor în punctul de tensiune

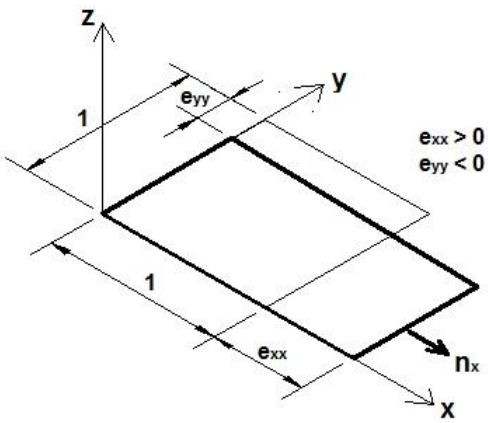
Rezultatele de tensiune sunt accesibile doar în cazul în care s-a efectuat un calcul neliniar.
Programul calculează următoarele componente de deformare în bare și la fiecare punct de tensiune a fiecărei secțiuni transversale ale barelor / nervurilor:

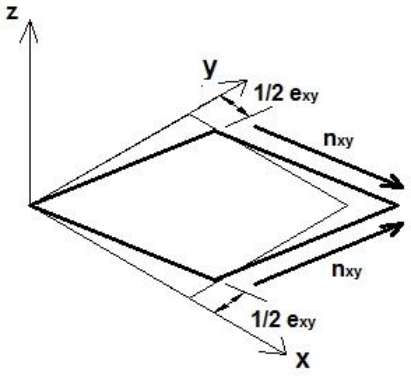
Componenta tensiune	*Denumire*
exx T	Deformație specifică liniară totală.
(NLP) exx E	Deformație specifică liniară elastică
(NLP) exx P	Deformație specifică liniară plastică
(NLP) eeff	Deformație plastică efectivă.
(NLP) deeff	Deformație-increment plastică efectivă
(NLE) eeff	Tensiune efectivă $(NLE)\ e_{eff} = \lvert e_{xx}\ T\rvert$
Notă	(NLE) – material elastic neliniar (NLP) – material plastic T - total E - elastic P - plastic

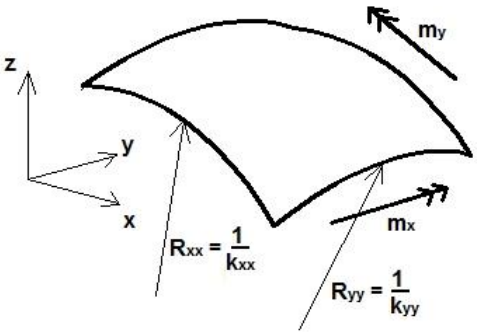
6.1.18. Deformația elementelor de suprafață

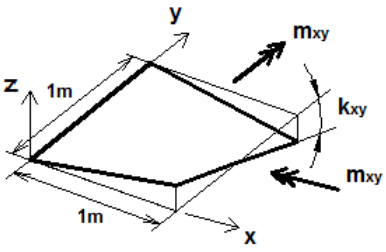
Rezultatele deformațiilor sunt disponibile doar în cazul analizei neliniare.

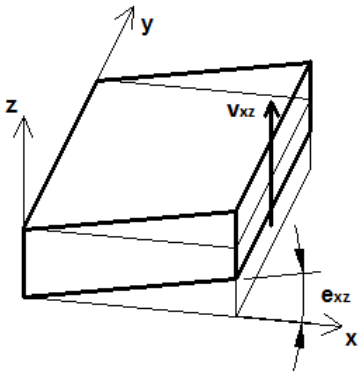
Componenta de deformație	*Denumire*
exx	Deformație specifică liniară după direcția locală x
eyy	Deformație specifică liniară după direcția locală y
exy	Deformație specifică unghiulară în planul local xy
kxx	Încovoiere în planul local *xz*.
kyy	Încovoiere în planul local *yz*.
kxy	Torsiune prin încovoiere
fzz	Rotire în jurul axei locale z
exz	Forță tăietoare în planul local *xz*.
eyz	Forță tăietoare în planul local yz.
eSz	Forță tăietoare rezultantă perpendiculară pe planul elementului. $e_{Sz} = \sqrt{e_{xz}^2 + e_{yz}^2}$
e1	Alungire principală maximă în planul local xy
e2	Alungire principală minimă în planul local xy
ae	Direcția alungirii principale
k1	Încovoiere principală maximă
k2	Încovoiere principală minimă
ak	Direcția încovoierii principale

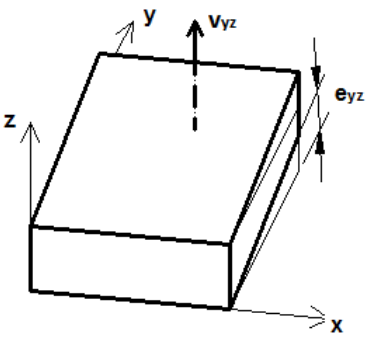

z
y
1
eyy
exx > 0
eyy < 0
1
exx
nx
x


z
y
1/2 exy
nxy
nxy
1/2 exy
x


my
z
y
x
mx
Rxx = 1/kxx
Ryy = 1/kyy


y
mxy
z
1m
kxy
mxy
1m
x


y
z
vxz
exz
x


y
vyz
eyz
z
x

Următoarele componente sunt disponibile pentru elemente de suprafață:

Componenta de deformație	*Șaibă*	*Placă*	*Învelitoare*
exx	*exx*		*exx*
eyy	*eyy*		*eyy*
exy	*exy*		*exy*
fzz	*fzz*		*fzz*
kxx		*kxx*	*kxx*
kyy		*kyy*	*kyy*
kxy		*kxy*	*kxy*
exz		*exz*	*exz*
eyz		*eyz*	*eyz*
eSz		*eSz*	*eSz*
e1	*e1*		*e1*
e2	*e2*		*e2*
ae	*ae*		*ae*
k1		*k1*	*k1*
k2		*k2*	*k2*
ak		*ak*	*ak*

6.1.19. Tensiunea elementelor de suprafață

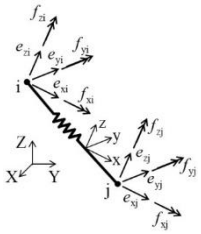
Rezultatele de tensiuni sunt accesibile doar în cazul în care s-a efectuat un calcul neliniar. Programul calculează următoarele componente de deformare în partea de jos, în mijloc și în partea de sus ale nodurilor elementelor:

Componenta de tensiune	*Denumire*
exx T, (NLP) exx E, (NLP) exx P	Deformație specifică în direcția locală x.
eyy T, (NLP) eyy E, (NLP) eyy P	Deformație specifică în direcția locală y.
exy T, (NLP) exy E, (NLP) exy P	Deformație specifică unghiulară în planul local xy
e1 T, (NLP) e1 E, (NLP) e1 P	Deformație principală 1 în planul local xy.
e2 T, (NLP) e2 E, (NLP) e2 P	Deformație principală 2 în planul local xy.
ae T, (NLP) ae E, (NLP) ae P	Unghiul direcției deformației principală 1
(NLP) eeff	Deformație plastică efectivă.
(NLP) deeff	Deformație-increment plastică efectivă
(NLE) eeff	Deformație efectivă $e_{eff} = \sqrt{\frac{1}{(1-2\nu)(1+\nu)}\left[(1-\nu)\left(e_{xx}^2+e_{yy}^2+e_{zz}^2\right)+2\nu\left(e_{xx}e_{yy}+e_{xx}e_{zz}+e_{yy}e_{zz}\right)+\frac{1-2\nu}{2}e_{xy}^2\right]}$

Notă
(NLE) – material elastic neliniar
(NLP) – material plastic neliniar
T - total
E - elastic
P – plastic

6.1.20. Deformații ale elementului de tip resort

Componente ale deformării	*Deformări în direcțiile locale*
ex	$e_x = e_{xj} - e_{xi}$
ez	$e_y = e_{yj} - e_{yi}$
ez	$e_z = e_{zj} - e_{zi}$
	Deformații de rotație în direcția axelor locale
fx	$f_x = f_{xj} - f_{xi}$
fy	$f_y = f_{yj} - f_{yi}$
fz	$f_z = f_{zj} - f_{zi}$



6.1.21. Tensiunea barelor, nervurilor și zăbrelelor

Zăbrea

În elemente de zăbrea sunt calculate eforturile unitare de compresiune/întindere: $S_x = \frac{N_x}{A_x}$

Dacă semnul efortului unitar este pozitiv, elementul de zăbrea este întins. Valorile *min/max* pentru solicitările înfăşurătoare şi de dimensionare se pot afişa concomitent pe model.
Modul de vizualizare a eforturilor unitare este identic cu vizualizarea eforturilor de zăbrea (curbe şi suprafeţe de nivel).

Bară/nervură

În secţiunea barelor şi a nervurilor se vor calcula următoarele eforturile unitare:

Eforturi unitare de întindere şi compresiune din întindere, compresiune şi încovoiere:

$$S_{x,i} = \frac{N_x}{A_x} + \frac{M_y \cdot I_z + M_z \cdot I_{yz}}{I_y \cdot I_z - I_{yz}^2} \cdot z_i - \frac{M_z \cdot I_y + M_y \cdot I_{yz}}{I_y \cdot I_z - I_{yz}^2} \cdot y_i$$

unde y_i, z_i *sunt* coordonatele cu semn faţă de centrul de greutate a secţiunii. Semnul pozitiv reprezintă întindere.

Efort unitar rezultant de forfecare din forfecare şi torsiune (Saint-Venant), cu neglijarea eforturiler de forfecare din torsiune:

Pentru secţiuni pline: $V_i = \sqrt{V_{y,i}^2 + V_{z,i}^2}$

unde componentele de efort unitar de forfecare:

$$V_{y,i} = \frac{V_y}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_y}{\partial y}\right)_i + \frac{V_z}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_z}{\partial y}\right)_i + \frac{M_x}{I_x}\left(\left(\frac{\partial \omega}{\partial y}\right)_i - z_i\right)$$

$$V_{z,i} = \frac{V_y}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_y}{\partial z}\right)_i + \frac{V_z}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_z}{\partial z}\right)_i + \frac{M_x}{I_x}\left(\left(\frac{\partial \omega}{\partial z}\right)_i + y_i\right)$$

unde Φ_y şi Φ_z funcţiile de eforturi unitare de forfecare aferente pentru forfecările în direcţiile y şi z.

Pentru profile cu pereţi subţiri:

$$V_i = \left|\frac{V_y}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_y}{\partial s}\right)_i + \frac{V_z}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_z}{\partial s}\right)_i + \frac{M_x}{I_x}\left(\left(\frac{\partial \omega}{\partial s}\right)_i + m_i\right)\right| + \frac{M_x}{I_x} t_i$$

unde ultimii doi termeni sunt eforturile unitare de forfecare din răsucire, m_i distanţa măsurată perpendicular pe peretele profilului din centrul de greutate al secţiuni, t_i grosimea pereţilor iar ω, Φ_y şi Φ_z se determina pe linia mediană.

Efort unitar echivalent (Von Mises):

$$S_{o,i} = \sqrt{S_{x,i}^2 + 3V_i^2}$$

Dacă secţiunea este compusă din mai multe profile, valorile V_i şi $S_{o,i}$ nu sunt calculate.

Efort unitar mediu:

$V_{y,medie} = \frac{V_y}{Ay}$, $V_{z,medie} = \frac{V_z}{Az}$, dacă *Ay, Az = 0,* atunci *Ay=Az=Ax*

Tensiuni ale secțiunilor compuse

Tensiunile ponderate în modul [16, Capitolul 1.2] sunt calculate pentru fiecare parte a secțiunilor compuse. Modulele de referință E_{ref} și G_{ref} aparțin materialului părții exterioare a secțiunii transversale.

Se calculează starea de eforturi normală cauzată de tensiune/compresiune și încovoiere, fără a ține cont de efortul de deformare din colmatare (warping stress):

$$S_{x,i} = \frac{E_i}{E_{ref}}\left(\frac{N_x}{A_x} + \frac{M_y I_z + M_z I_{yz}}{I_y I_z - I_{yz}^2} z_i - \frac{M_z I_y + M_y I_{yz}}{I_y I_z - I_{yz}^2} y_i\right)$$

unde yi, zi sunt coordonatele punctului de tensiuni și E_i este modulul lui Young al părții din care aparține punctul de tensiune.
Efortul de forfecare rezultat este calculat din forfecare și răsucire (Saint-Venant) fără a ține cont de forța tăietoare.

Pentru punctele de tensiune aparținând părților cu pereți groși $V_i = \sqrt{V_{y,i}^2 + V_{z,i}^2}$,

unde componentele de forfecare sunt:

$$V_{y,i} = \frac{G_i}{G_{ref}}\left(\frac{V_y}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_y}{\partial y}\right)_i + \frac{V_z}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_z}{\partial y}\right)_i + \frac{M_x}{I_x}\left[\left(\frac{\partial \omega}{\partial y}\right)_i - z_i\right]\right)$$

$$V_{z,i} = \frac{G_i}{G_{ref}}\left(\frac{V_y}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_y}{\partial z}\right)_i + \frac{V_z}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_z}{\partial z}\right)_i + \frac{M_x}{I_x}\left[\left(\frac{\partial \omega}{\partial z}\right)_i + y_i\right]\right)$$

unde Φ_y and Φ_z sunt funcțiile de forță de forfecare pentru forfecare în direcția y și z,, ω este funcția de deformare și G_i este modulul de forfecare a părții din care aparține punctul de solicitare.

Pentru punctele de tensiune aparținând părților subțiri:

$$V_i = \frac{G_i}{G_{ref}}\left\{\left|\frac{V_y}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_y}{\partial s}\right)_i + \frac{V_z}{A_x}\left(\frac{\partial \Phi_z}{\partial s}\right)_i + \frac{M_x}{I_x}\left[\left(\frac{\partial \omega}{\partial s}\right)_i - m_i\right]\right| + \frac{M_x}{I_x} t_i\right\}$$

unde ultimii doi termeni sunt tensiunea de forfecare din răsucire derivată din fluxul de forfecare în subsecțiuni închise și deschise. m_i este distanța centrului de greutate față de segment, t_i i este grosimea peretelui segmentului. ω, Φ_y și Φ_z sunt valori ale liniei centrale.

Tensiunea Von Mises este definită ca $S_{o,i} = \sqrt{S_{xi}^2 + 3V_i^2}$

Pentru secțiuni compozite $\boldsymbol{V_{y,mean}}$ și $\boldsymbol{V_{z,mean}}$ nu sunt calculate.

☞ **Metoda de calcul ponderată în modul se bazează pe presupunerea că nu există nicio legătură de forfecare între părțile secțiunii compuse. Cu toate acestea, nu are niciun efect pentru tensiunea normală, din cauza coincidenței centrului de greutate al pieselor. Însă tensiunea la forfecare ar fi diferită dacă ar exista conexiune la forfecare.**

Componente suplimentare de tensiune pentru materiale neliniare

Model de material NL elastic / bazat pe energie de deformare

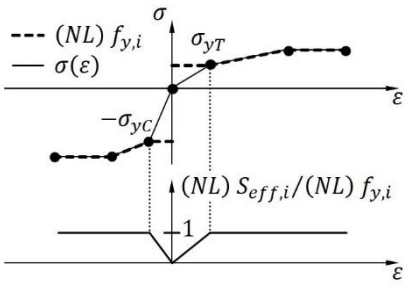
Tensiune efectivă
În cazul barelor, nervurilor și zăbrelelor doar tensiunea normală afectează comportamentul neliniar al materialului. Tensiunea de forfecare nu are efect.

$$(NL)\ S_{eff,i} = |S_{x,i}|$$

Limita de curgere actuală
Este limita reală a proporționalității influențată de semnul și valoarea tensiunii normale:

$$(NL)\ f_{y,i} = \begin{cases} \sigma(\varepsilon_{eff,i}) & dacă\ \ S_{x,i} > \sigma_{yT} \\ \sigma_{yT} & dacă\ \ 0 \le S_{x,i} \le \sigma_{yT} \\ \sigma_{yC} & dacă\ \ -\sigma_{yC} \le S_{x,i} < 0 \\ |\sigma(-\varepsilon_{eff,i})| & dacă\ \ S_{x,i} < -\sigma_{yC} \end{cases}$$

unde unde σ_{yT} și σ_{yC} sunt punctele mai apropiate (negativ/pozitiv) de origine de pe diagrama sigma-epsilon a materialului (**vezi...** 3.1.15 Biblioteca de materiale) și $\varepsilon_{eff,i}$ este deformația efectivă plastică (**vezi...** 6.1.17 Deformația barelor, nervurilor și zăbrelelor în punctul de tensiune)



Eficiență:

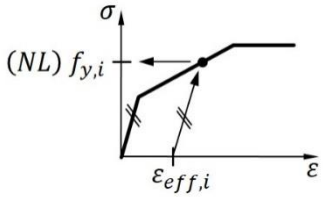
$$(NL)\ Eficiență_i = \frac{(NL)\ S_{eff,i}}{(NL)\ f_{y,i}}$$

Model de material plastic / von Mises:
Tensiune efectivă
În cazul barelor, nervurilor și zăbrelelor doar tensiunea normală afectează comportamentul neliniar al materialului. Tensiunea de forfecare nu are efect.

$$(NL)\ S_{eff,i} = |S_{r,x,i}|$$

unde $S_{r,x,i} = S_{x,i} - B_{x,i}$ este tensiunea relativă în raport cu centrul suprafeței de curgere. **Vezi...** 3.1.15 Biblioteca de materiale

Limita de curgere actuală
Limita de curgere calculata din diagrama sigma-epszilon a materialului, cu efectul consolidării plastice:



unde $\varepsilon_{eff,i}$ este deformația efectivă plastică (**vezi...** 6.1.17 Deformația barelor, nervurilor și zăbrelelor în punctul de tensiune).

Eficiență:

$$(NL)\ Eficiență_i = \frac{(NL)\ S_{eff,i}}{(NL)\ f_{y,i}}$$

Model de material plastic / Bresler-Pister

Tensiunea efectivă
În cazul barelor, nervurilor și zăbrelelor doar tensiunea normală afectează comportamentul neliniar al materialului. Tensiunea de forfecare nu are efect.

$$(NL)\ S_{eff,i} = |S_{x,i}|$$

Limita de curgere actuală:
Limita de curgere care depinde de semnul tensiunii normale:

$$(NL)\ f_{y,i} = \begin{cases} \sigma_{yT} & ha \quad S_{x,i} \geq 0 \\ \sigma_{yC} & ha \quad S_{x,i} < 0 \end{cases}$$

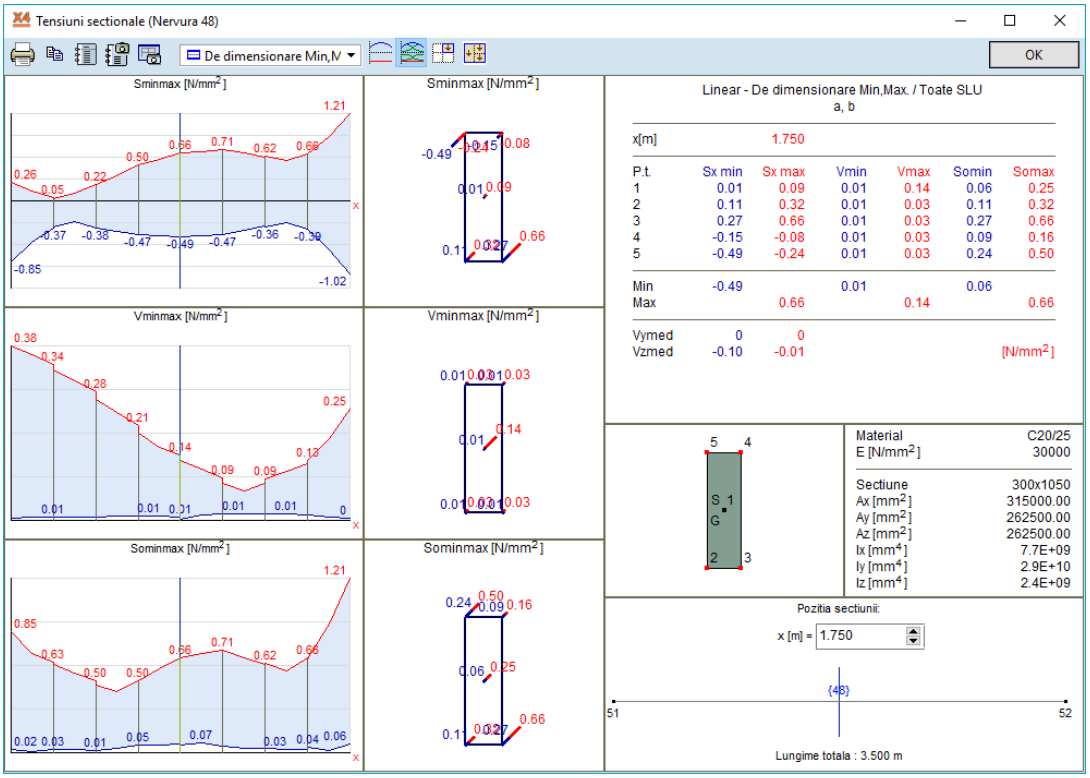
unde σ_{yT} şi σ_{yC} sunt limita de curgere la întindere şi compresiune. **Vezi...** 3.1.15 Biblioteca de materiale).

Eficienţă:

$$(NL)\ Eficienţă_i = \frac{(NL)\ S_{eff,i}}{(NL)\ f_{y,i}}$$

Reprezentarea eforturilor unitare *Sminmax, Vminmax, Sominmax* pentru bare este asemănătoare cu reprezentarea eforturilor dar valorile sunt cele minime şi maxime.

Se pot reprezenta diagrame pe poligoane formate din mai multe bare dacă sunt satisfăcute condiţiile de la punctul 6.1.9 Eforturi în elemente de zăbrea sau bară



În cadrul ferestrei există posibilitatea afişării rezultatelor şi a altor ipoteze sau combinaţii de încărcări. În cazul înfăşurătoarelor se poate opta pentru activarea sau dezactivarea funcţiilor componente. Prin mişcarea liniei albastre a diagramelor, pe bară se citesc rezultatele în diferite puncte.

Tabele cu rezultate

Se pot afişa tensiunile pentru orice secţiune a barei.
În cazul ipotezelor sau a combinaţiilor de încărcări, în tabel sunt afişate valorile pentru fiecare secţiune.
Vezi detaliat... 6.1.5 Tabele cu rezultate

Inserarea diagramelor în documente

Diagramele se pot salva cu un nume şi se pot insera asociativ în documentaţie.
Vezi... 3.6.10 Salvare în biblioteca de desene

☞ ***Pentru înfăşurătoare şi combinaţiile de dimensionare pe bare se afişează numai valorile componentelor min/max.***
În cazul în care componenta min/max apare într-un singur loc în model, valorile aferente ale eforturilor unitare în acel loc se afişează şi în tabel. În caz contrar, în locul eforturilor unitare aferente se afişează *, iar în coloana Distanţă se afişează locul primei apariţii a componentei min/max.

6.1.22. Eforturi unitare în elemente de suprafaţă

Eforturi unitare

Programul determină în noduri eforturile unitare în fibrele inferioare, mediane şi superioare:

Componenta	Şaibă	Placă	Învelitoare
s_{xx}	$s_{xx}=\frac{n_x}{t}$	$s_{xx}=\pm\frac{6}{t^2}\cdot m_x$	$s_{xx}=\frac{n_x}{t}\pm\frac{6}{t^2}\cdot m_x$
s_{yy}	$s_{yy}=\frac{n_y}{t}$	$s_{yy}=\pm\frac{6}{t^2}\cdot m_y$	$s_{yy}=\frac{n_y}{t}\pm\frac{6}{t^2}\cdot m_y$
s_{xy}	$s_{xy}=\frac{n_{xy}}{t}$	$s_{xy}=\pm\frac{6}{t^2}\cdot m_{xy}$	$s_{xy}=\frac{n_{xy}}{t}\pm\frac{6}{t^2}\cdot m_{xy}$
s_{xz}		$s_{xz}=\frac{3v_{xz}}{2t}$	$s_{xz}=\frac{3v_{xz}}{2t}$
s_{yz}		$s_{yz}=\frac{3v_{yz}}{2t}$	$s_{yz}=\frac{3v_{yz}}{2t}$

☞ ***În cazul elementelor de şaibă în stare plană de deformaţie*** $s_{zz}\neq 0$
În acest caz valoarea S_{zz} este calculată cu formula: $s_{zz}=\nu\cdot(s_{xx}+s_{yy})$

Efortul unitar Von Mises

Pentru elementele de suprafaţă se calculează efortul unitar Von Mises cu relaţia:

$$s_{\ddot{o}}=\sqrt{0.5\left[(s_{xx}-s_{yy})^2+(s_{yy}-s_{zz})^2+(s_{zz}-s_{xx})^2\right]+3(s_{xy}^2+s_{yz}^2+s_{zx}^2)}$$

Componente suplimentare de tensiune pentru materiale neliniare

Model de material NL elastic / bazat pe energie de deformare
Tensiune efectivă:

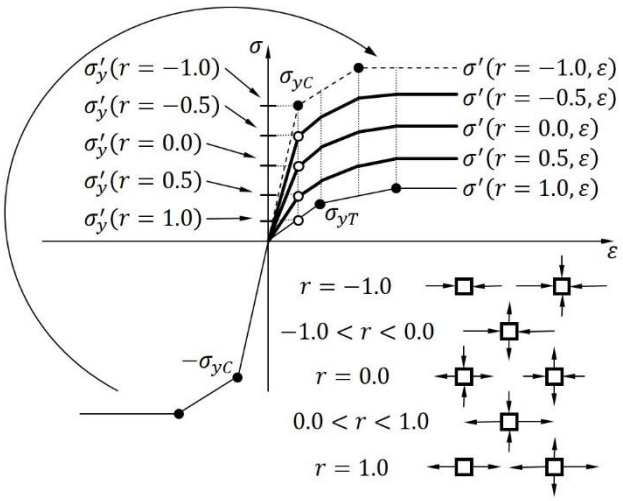
$$(NL)\ s_{eff}=\sqrt{s_{xx}^2+s_{yy}^2+s_{zz}^2-2\nu\left(s_{xx}s_{yy}+s_{xx}s_{zz}+s_{yy}s_{zz}\right)+2(1+\nu)s_{xy}^2}$$

☞ ***În cazul elementelor de suprafață tensiunile normale s_{xx}, s_{yy} și s_{zz} și tensiunea de forfecare s_{xy} afectează comportamentul neliniar al materialului. Tensiunile de forfecare s_{xz} și s_{yz} nu au efect.***

Limita de curgere actuală
Limita proporționlă care ia în considerarea starea de tensiune multiaxială actuală:

$$(NL)\ f_y=\begin{cases}\sigma_y'(r) & dacă\ \ 0\le s_{eff}\le\sigma_y'(r)\\ \sigma'(r,\varepsilon_{eff}) & dacă\ \ s_{eff}>\sigma_y'(r)\end{cases}$$

unde $\sigma'(r,\varepsilon)$ este diagrama sigma-epsilon interpolată în starea de tensiune multiaxială actuală, $\sigma_y'(r)$ este punctul cel mai apropiat de origine, ε_{eff} este deformația efectivă [*(NLE) eeff*, **Vezi...** 6.1.19 Tensiunea elementelor de suprafață].



unde r a este raportul dintre componentele de întindere și compresiune ale stării de tensiune

multiaxială:

$$r = \begin{cases} -1 & dacă \ \dfrac{I_1}{\sigma_{VM}} < -1 \\ \dfrac{I_1}{\sigma_{VM}} & dacă \ -1 \le \dfrac{I_1}{\sigma_{VM}} \le 1 \\ 1 & dacă \ \dfrac{I_1}{\sigma_{VM}} > 1 \end{cases}$$

unde I_1 este primul invariant al tensorului de tensiune și σ_{VM} este tensiunea echivalentă von Mises:

$$I_1 = s_{xx} + s_{yy} + s_{zz}$$

$$\sigma_{VM} = \sqrt{0.5\left[\left(s_{xx} - s_{yy}\right)^2 + \left(s_{yy} - s_{zz}\right)^2 + (s_{zz} - s_{xx})^2\right] + 3s_{xy}^2}$$

Eficiență:

$$(NL)\ Eficiență = \frac{(NL)\ s_{eff}}{(NL)\ f_y}$$

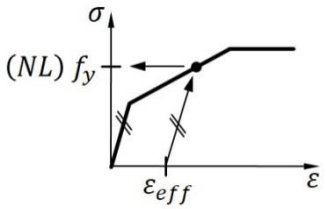
Model de material plastic / von Mises:
Tensiunea efectivă calculată pe baza condițiilor de curgere:

$$(NL)\ S_{eff} = \sqrt{0.5\left[\left(s_{r,xx} - s_{r,yy}\right)^2 + \left(s_{r,yy} - s_{r,zz}\right)^2 + \left(s_{r,zz} - s_{r,xx}\right)^2\right] + 3s_{r,xy}^2}$$

unde $s_{r,xx} = s_{xx} - b_{xx}$, $s_{r,yy} = s_{yy} - b_{yy}$, $s_{r,zz} = s_{zz} - b_{zz}$ și $s_{r,xy} = s_{xy} - b_{xy}$ sunt tensiunile relative în raport cu centrul suprafeței de curgere. **Vezi...** 3.1.15 Biblioteca de materiale

☞ În cazul elementelor de suprafață, tensiunea normală $\boldsymbol{s_{xx}}$, $\boldsymbol{s_{yy}}$ și $\boldsymbol{s_{zz}}$ respectiv tensiunea de forfecare $\boldsymbol{s_{xy}}$ afectează comportamentul neliniar al materialului. Tensiunea de forfecare $\boldsymbol{s_{xz}}$ și $\boldsymbol{s_{yz}}$ nu are efect.

Limita de curgere actuală
Limita de curgere calculata din diagrama sigma-epszilon a materialului, cu efectul consolidării plastice:



unde ε_{eff} este deformația efectivă plastică (NLP) *eeff*, **vezi...** 6.1.19 Tensiunea elementelor de suprafață).

Eficiență:

$$(NL)\ Efficiency_i = \frac{(NL)\ S_{eff,i}}{(NL)\ f_{y,i}}$$

Model de material Plastic/ Bresler-Pister

Tensiunea efectivă este definită de distanța euclidiană a punctelor $[s_1, s_2, s_3]$ din câmpul principal de tensiune până la centrul suprafeței de curgere:

$$(NL)\ s_{eff} = \sqrt{s_1^2 + s_2^2 + s_3^2}$$

unde $[s_1, s_2, s_3]$ reprezintă tensiunile principale din starea de tensiune $[s_{xx}, s_{yy}, s_{zz}, s_{xy}]$.

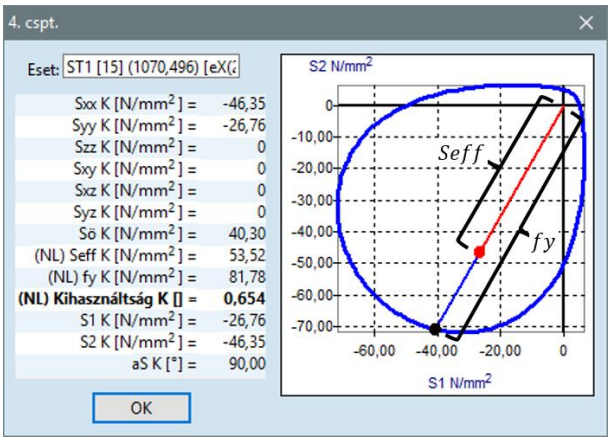
Limita de curgere actuală
Limita de curgere influențată de întărire și de tensiunea relativă:

$$(NL)\ f_y = \sigma(s_1, s_2, s_3)$$

unde $\sigma(s_1, s_2, s_3)$ punctul suprafeței de curgere determinată de starea de tensiune actuală (vezi figura și vezi... 3.1.15 Biblioteca de materiale.

Eficiență:

$$(NL)\ Eficienţă = \frac{(NL)\ s_{eff}}{(NL)\ f_y}$$



Valoarea eforturilor unitare se poate vizualiza sub formă de diagramă, diagramă pe secţiune şi curbă sau suprafaţă de nivel.

Tabele cu rezultate **Vezi detaliat...** 6.1.5 Tabele cu rezultate

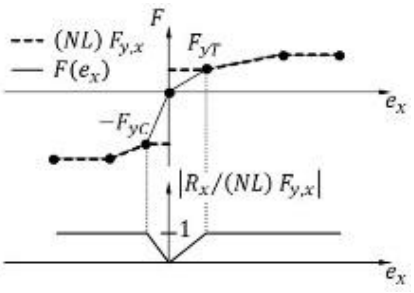
6.1.23. Rezultate neliniare ale elementului de tip resort

Componentele rezultatului	
e,x T	*Deformația în direcția x locală*
(NLP) e,x E	*Deformație elastică în direcția x locală*
(NLP) e,x P	*Deformarea plastică în direcția locală x*
(NLP) eeff,x P	*Deformație plastică efectivă în direcția x locală*
(NLP) deeff,x P	*Creșterea efectivă a deformării plastice în direcția x locală (statică)* *Viteza de deformare plastică efectivă în direcția x locală (dinamică)*
R,x	*Forța resortului în direcția locală x*
(NL) Fy,x	*Forța limită reală în direcția x locală*
(NL) Util.,x	*Utilizarea în direcția x locală*
...,y	*... în direcția locală y*
...,z	*... în direcția locală z*
e,xx T	*Deformația de rotație în jurul axei locale x*
(NLP) e,xx E	*Deformație de rotație elastică în jurul axei locale x*
(NLP) e,xx P	*Deformație de rotație plastică în jurul axei locale x*
(NLP) eeff,xx P	*Deformație de rotație plastică efectivă în jurul axei locale x*
(NLP) deeff,xx P	*Creșterea efectivă a deformării de rotație plastice în jurul axei x locale (statică)* *Viteza de deformare de rotație plastică efectivă în jurul axei locale x (dinamică)*
R,xx	*Moment în raport cu axa x locală*
(NL) My,xx	*Momentul limită real în raport cu axa x locală*
(NL) Util.,xx	*Utilizarea rotațională în raport cu axa x locală*
...,yy	*... în raport cu axa y locală*
...,zz	*... în raport cu axa z locală*

Comportament elastic NL

Forța limită reală, momentul limită real
Este limita reală a proporționalității influențată de semn și de mărimea sarcinii

$$(NL)\ F_{y,x} = \begin{cases} F(e_x) & if \quad R_x > R_{yT} \\ F_{yT} & if \quad 0 \le R_x \le F_{yT} \\ F_{yC} & if \quad -F_{yC} \le R_x \le 0 \\ |F(e_x)| & if \quad R_x < -F_{yC} \end{cases}$$



unde F_{yT} și F_{yC} sunt cele mai apropiate puncte ale diagramei de forță-deplasare (**vezi...** 3.1.17 Bibliotecă caracteristicilor de resort) pe regiunea pozitivă și cea negativă.
Utilizare:

$$(NL)\ Utilizare_x = \left| \frac{R_x}{(NL)\ F_{y,x}} \right|$$

Comportament plastic

Forța limită reală, momentul limită real
Este rezistența limită reală influențată de semnul încărcării:

$$(NL)\ F_{y,x} = \begin{cases} F_{yT} & if \quad R_x \ge 0 \\ F_{yC} & if \quad R_x < 0 \end{cases}$$

unde F_{yT} and F_{yC} sunt limitele de rezistență de tensiune și compresiune (**vezi...** 3.1.17 Bibliotecă caracteristicilor de resort))

Utilizare:

$$(NL)\ Utilizare_x = \left| \frac{R_x}{(NL)\ F_{y,x}} \right|$$

6.1.24. Linii de influenţă

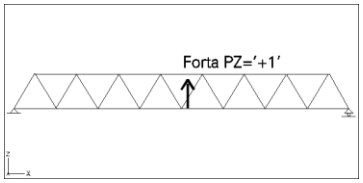
Pentru forţele unitare PX, PY, PZ se determină liniile de influenţă care se pot vizualiza grafic sau se pot afişa numeric. Forţele unitare sunt dirijate după direcţia pozitivă a axelor globale de referinţă.
Ordonatele liniei de influenţă ne dau valorile solicitărilor în secţiunea corespunzătoare liniei de influenţă din forţa +1, care acţionează în locul ordonatei.

Zăbrea

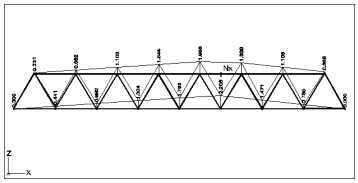
Făcând clic pe o zăbrea, apare valoarea absolută maximă de pe zăbrea.

Reprezentarea liniei de influenţă pe element de zăbrea:

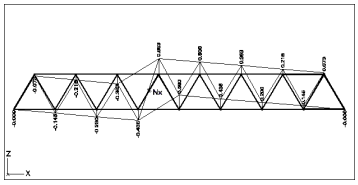
Interpretarea forţei 1 în direcţia Z.



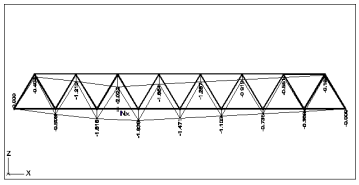
Linia de influenţă a grinzii cu zăbrele



Linia de influenţă a unei zăbrele la grinzi cu zăbrele



Linia de influenţă a tălpii de jos la grinzi cu zăbrele

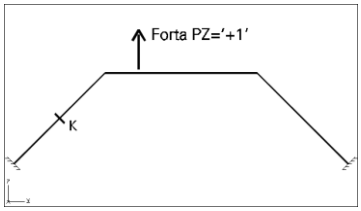


Bară

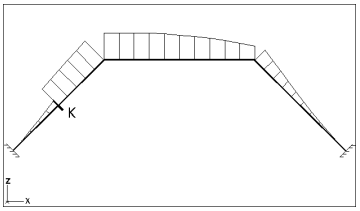
Făcând clic pe bară, apare ordonata cu valoarea absolută maximă de pe elementul de bară.

Reprezentarea liniilor de influenţă la bare:

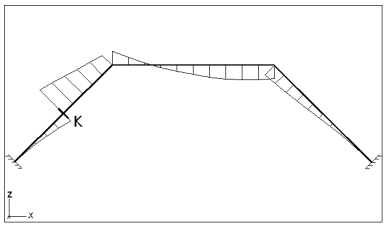
Interpretarea forţei 1 în direcţia Z.



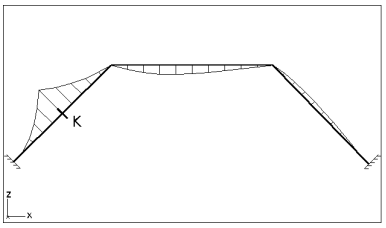
Linie de influenţă Nx



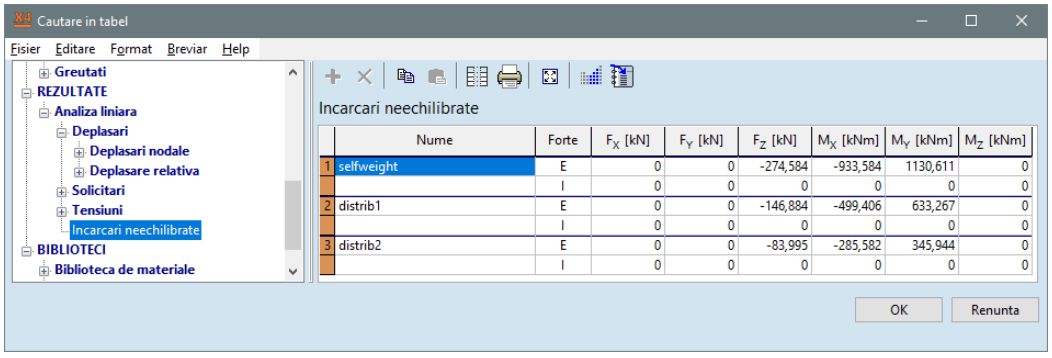
Linie de influenţă Vz



Linie de influenţă My



6.1.25. Încărcări neechilibrate



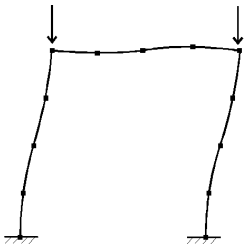
Pentru fiecare ipoteză de încărcare programul determină rezultanta încărcărilor exterioare pe direcţiile X, Y, Z, XX, YY, ZZ ale sistemului global de referinţă, care este afişată în rândul notat cu E.
În tabel pentru fiecare ipoteză de încărcare este ataşat un rând notat cu I în care se afişează rezultanta încărcărilor neechilibrate pe nod. Dacă această valoare nu este 0, o parte a încărcărilor exterioare nu încarcă reazemele. Acest fapt se întâmplă când gradele de libertate nodale nu sunt fixate corespunzător.

☞ ***Se recomandă verificarea echilibrului după fiecare analiză statică.***

6.2. Stabilitate

Se obţin rezultatele analizei de stabilitate.

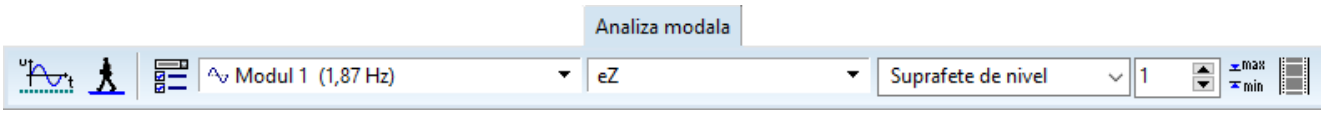
Forma de pierdere a stabilităţii se poate vizualiza grafic, sub forma diagramelor şi valoric, în tabele.
În fereastra de informaţii sunt afişate următoarele date:



n_{cr}: parametrul încărcării critice
Eroare: eroarea relativă a soluţiei
Iteraţie: numărul iteraţiilor efectuate

☞ ***Analiza se efectuează o dată numai pentru o ipoteză sau o combinaţie de încărcări dar programul salvează rezultatele tuturor analizelor efectuate.***

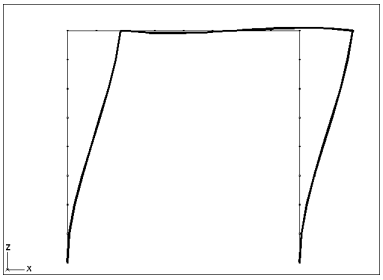
6.3. Analiza modală



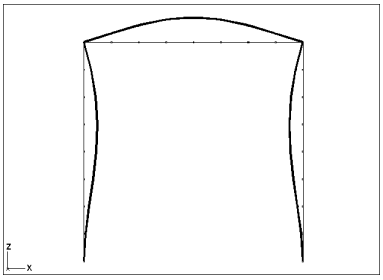
Se obţin rezultatele analizei modale.
Modurile de vibraţii se pot vizualiza grafic sub forma diagramelor şi valoric în tabele.
Formele de vibraţii sunt normalizate în raport cu masele.

Vizualizarea formelor de vibraţie:

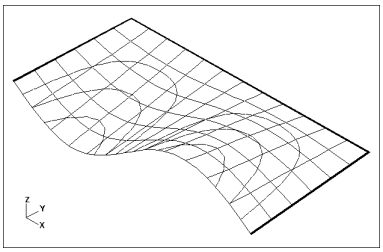
cadru, modul 1 de vibraţie



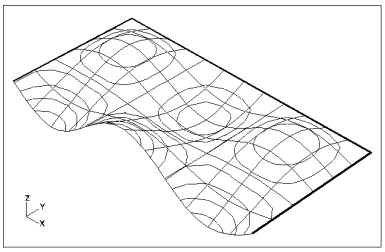
cadru, modul 2 de vibraţie



placă, modul 2 de vibraţie



placă, modul 6 de vibraţie



În fereastra de informaţii sunt afişate următoarele date:

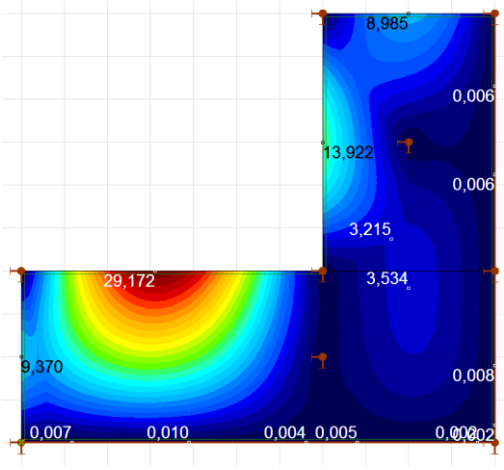
f: frecvenţa [Hz]
ω: frecvenţa circulară [radiani/s]
T: perioada [s]
V.p.: valoarea proprie
Eroare: eroarea relativă a soluţiei
Numărul iteraţiilor: numărul iteraţiilor în care s-a găsit soluţia

☞ ***Analiza se efectuează o dată numai pentru o ipoteză sau o combinaţie de încărcări dar programul salvează rezultatele tuturor analizelor efectuate.***

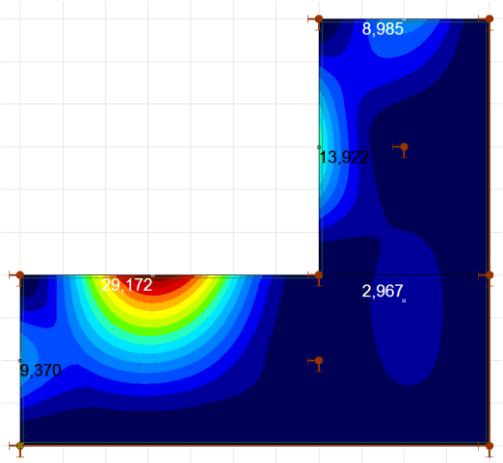
Afișarea factorului de răspuns al vibrațiilor

Selectați *Factorul de răspuns al vibrațiilor* de la sfârșitul listei modurilor de vibrație. Factorul de răspuns determinat prin diferite metode de excitație (R gen, R extr., R auto) poate fi selectat din componente de rezultate.

Excitația generală a planșeului (R gen.)



Excitația la nodul analizat al planșeului (R auto.)



Valorile afișate în fereastra de informații sunt:

Metoda de calcul:	*CCIP-016, sau SCI P354*
ξ:	*amortizare [%]*
N, L:	*Numărul pașiilor [-] (CCIP-016), lungimea căii pietonale [m] (SCI P354)*
m:	*Greutatea pietonului [kg]*
$f_{p,min}$, $f_{p,max}$	*Valoarea maximă și minimă a frecvenței pașiilor pe planșeu (CCIP-016, SCI P354), pe rampă (SCI P354) [Hz]*

Tabele cu rezultate

Vezi detaliat... 6.1.5 Tabele cu rezultate

Contribuția maselor modale

Programul calculează contribuția maselor modale (se mai folosește și expresia "mase modale") în direcțiile X, Y, și Z, utilizând numărul modurilor de vibrație și masele.
Pentru bare:

$$M_{mod} = \mu \int_l \delta^2(x) \cdot dl$$

Pentru suprafețe:

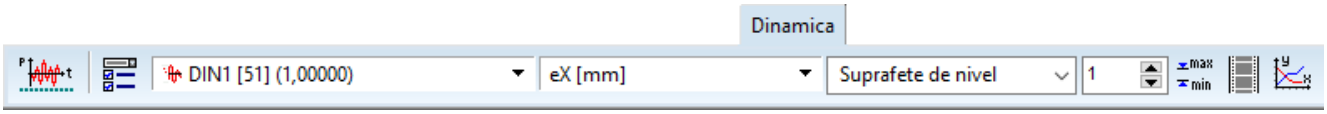
$$M_{mod} = \mu \int_A \delta^2(x,y) \cdot dA$$

unde:
μ – distribuția maselor
δ – numărul modurilor de vibrație normalizat în direcția dată

În tabel la Analiza modală/Mase active se regăsește *masa activă* calculată pentru fiecare mod de vibrație și pentru fiecare direcție.
Masele active și frecvențele sunt utile pentru determinarea și verificarea planșeelor la vibrații rezultate din mers pe jos. În Eurocod sunt câteva prescripții pentru această dimensiunare. Prin urmare proiectul sponsorizat de către UE a rezultat ghidul OS-RMS90 pentru dimensionarea planșeelor la vibrații.
Pot fi găsite mai multe informații în următorul fișier PDF:

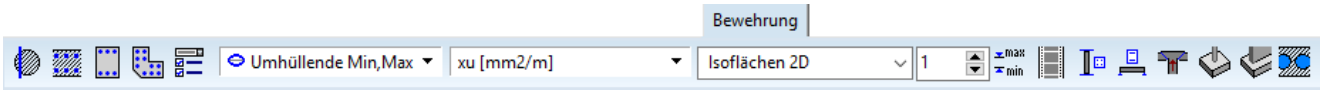
http://www.stb.rwth-aachen.de/projekte/2007/HIVOSS/docs/Guideline_Floors_EN02.pdf

6.4. Dinamică



Pe această pagină se vor afişa rezultatele analizei dinamice.
Posibilităţiile de setare şi reprezentare sunt identice cu cele de la capitolul Statică (6.1 Statică)

6.5. Armare

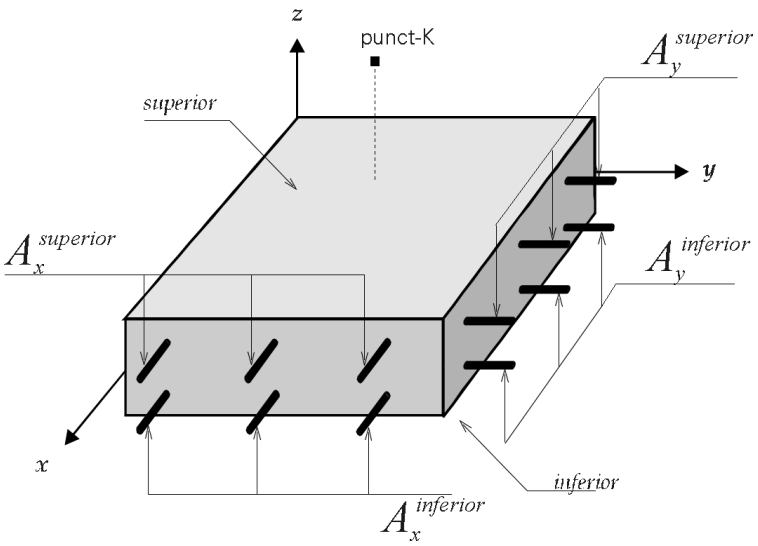


6.5.1. Calculul parametrilor de armare și calculul armăturii pentru elemente plane – modul RC1

Calculul armăturii elementelor plane se poate face după următoarele standarde:

STAS STAS 10107/0-90
Eurocode 2: EN 1992-1-1:2004

Direcţiile de armare sunt considerate direcţiile x, y ale sistemului local de coordonate ale elementelor placă, şaibă sau învelitoare. Pentru Eurocode 2 momentele şi forţele axiale de dimensionare se determina cu un **calcul optim de armare pentru direcţii legate**.



Componente de rezultate	*mxv, myv, nxv, nyv*	solicitări de dimensionare
	axa,	*aria de armătură inferioară necesară pe direcția x*
	aya,	*aria de armătură inferioară necesară pe direcția y*
	axf,	*aria de armătură superioară necesară pe direcția x*
	ayf,	*aria de armătură superioară necesară pe direcția x*
	xa	*aria de armătură inferioară efectivă pe direcția x*
	ya	*aria de armătură inferioară efectivă pe direcția y*
	xf	*aria de armătură superioară efectivă pe direcția x*
	yf	*aria de armătură superioară efectivă pe direcția y*
	xa–axa	*diferența de armare în partea inferioară pe direcția x*
	ya–aya	*diferența de armare în partea inferioară pe direcția y*

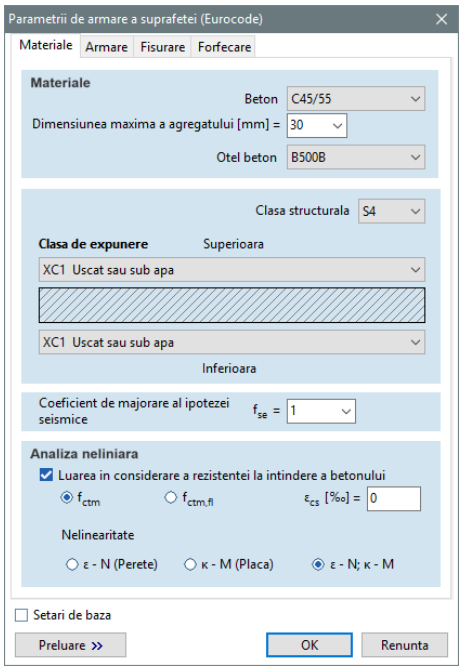
xf–axf	*diferența de armături în partea superioară pe direcția x*
yfa–ayf	*diferența de armături în partea superioară pe direcția y*
vRd,c	rezistența la forfecare
vSz–vRd,c	diferența dintre forța de forfecare rezultată perpendiculară la suprafață și la rezistența la forfecare
wk(a)	deschiderea fisurii în axul armării inferioare
wk(f)	deschiderea fisurii în axul armării superioare
wk2(a)	deschiderea fisurii în fibra inferioară a plăcii
wk2(f)	deschiderea fisurii în fibra superioară a plăcii
wR(a)	direcția fisurii în partea inferioră a plăcii
wR(f)	direcția fisurii în partea inferioră a plăcii

Parametri de armare

Pentru calculul armăturii necesare se dau următorii parametri:

Materiale

Clasa betonului şi clasa armăturii



Acoperirea minimă de beton este calculată în funcție standardul ales și de clasa de expunere. Astfel este posibilă poziționarea automată a armăturilor.

Dimensiunea maximă a agregatului

La calculul distanţei minime dintre armături toate normativele ţin cont de dimensiunea maximă a agregatului. Normativul elveţian (SIA) verifică această valoare şi pentru acoperirea minimă.

Coeficient de majorare al ipotezei seismice

Valorile de proiectare ale eforturilor din gruparea de încărcări care include acţiunea seismică se stabilesc respectând regulile ierarhizării capacităcilor de rezistenţă, astfel încât să se obţină un mecanism favorabil de disipare a energiei induse de seism.
Aceasta condiţie se realizează practic prin amplificarea adecvată a eforturilor rezultate din calculul static sub actiunea forţelor laterale şi verticale.
Pentru mai multe detalii despre coeficientul de majorare al ipotezei seismice **vezi...** 4.10.23 Calculul seismului – modul SE1

Analiză neliniară

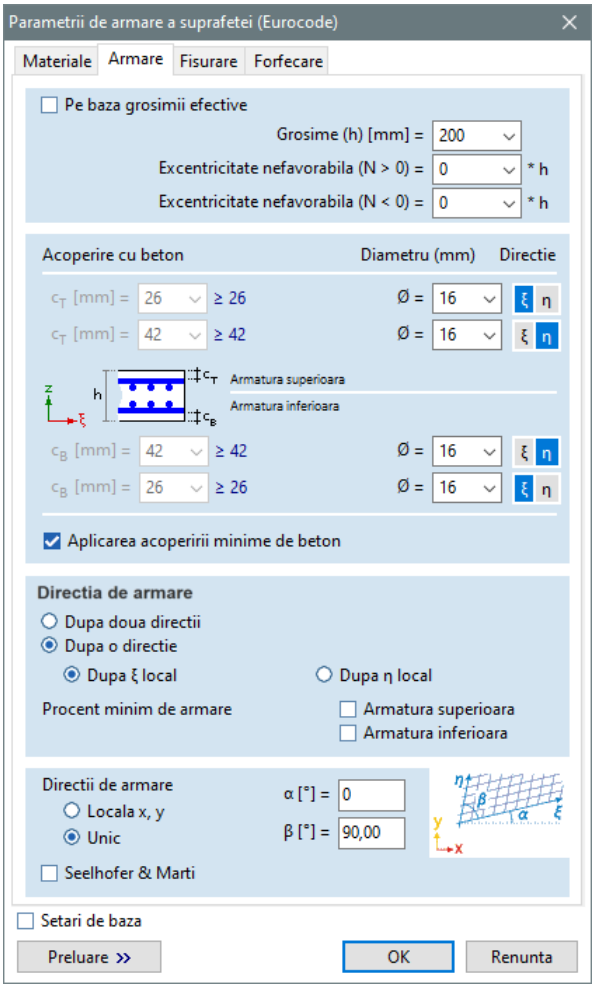
Anumiți parametri care sunt luați în considerare în calculul neliniar a suprafețelor din beton armat pot fi setați de către utilizator: (**vezi...** 6.5.5 Analiza neliniară a grinzilor și stâlpilor din beton armat):

- Rezistența la întindere a betonului
- Rezistența la întindere/încovoiere pe partea întinsă;
- Deformare prin contracție;
- Tipul comportamentului neliniar dominant (perete, placă, învelitoare).

☞ ***În cazul pereților, momentele încovoietoare, în cazul plăcilor, forțele învelitoarei sunt calculate elastic.***

Scopul luării în considerare a comportamentului neliniar în analiza statică neliniară este calculul mai precis a deformării elementelor de beton prin verificarea stărilor de limită de exploatare, având în vedere comportamentul neliniar (material și structural). Calculul mai sus menționat nu este recomandat pentru verificarea capacității portante a structurii. De asemenea, este important de remarcat faptul că modelele de materiale încorporate nu iau în considerare armăturile sau degradarea rezistenței betonului (în funcție de proiectarea armăturii) datorită încărcării alternante, îndoirii oțelului și ruperii betonului. Prin urmare, calculul nu este recomandat pentru analiză pushover. (Analiză pushover, vezi... 4.10.24 Încărcări Pushover – modul SE2)

Armare



Pe baza grosimii efective Dacă este activă această opțiune, programul calculează armarea pe baza grosimii efective a plăcii.

Grosimea Grosimea *h* al elementului
Valoarea relativă a înălţimii zonei comprimate (numai pentru STAS)

Excentricitatea nefavorabilă Pentru Eurocod 2 exentricitatea nefavorabilă în funcţie de grosimea *h* se adună la excentricitatea calculată din momentul încovoietor şi forţa axială în aşa fel încât să majoreze valoarea totală a excentricităţii.
Cele două rânduri superioare din *Acoperire cu beton, Diametrul* și *Direcția* reprezintă barele superioare (primul rând este rândul exterior, al doilea rând este cel interior), cele două rânduri inferioare reprezintă armătura inferioară (al treilea rând este cel interior, al patrulea rând este cel exterior). Schema reală în vizualizarea locală x-z este afișată în consecință.

Diametre de armătură Se pot defini armăturile inferioare și superioare pe ambele direcții.

Aplicarea acoperirii minime cu beton

Aplică acoperirea minimă poate fi bifată sau, c_T și c_B acoperirea cu beton superioară și inferioară pot fi introduse (adică distanța cea mai mică între suprafața armăturii încorporate și suprafața exterioară a betonului) pentru stratul de armătură exterior și inferior în mod separat.

Luare în considerare armare minimă necesară

Programul determină armarea minimă superioară și inferioară necesară în funcție codul de proiectare utilizat. Dacă valoarea calculată a armăturii este mai mică decât valoarea necesară, armarea minimă este folosit.

Direția de armare

AxisVM ia în considerare direcția de aramare atunci când se calculează distanțele minime și maxime ale armăturilor care corespund codului de proiectare și anexei naționale respective. Distanța dintre armături este ajustată în conformitate cu regulile de proiectare numai dacă este activat Luarea în considerare regulilor de distribuire a armăturilor în Parametrii de reprezentare / Alte setări **vezi...** 6.1 Statică).

În cazul în care valoarea calculată a distanței dintre armături este mai mare decât maximul, distanța maximă este utilizată. Dacă ar fi sub distanța minimă, placa nu poate fi armată.

Direcția de armare

Putem seta direcția de armare în fereastra de *Parametrii de armare a suprafetei*.Programul ia în considerare direcția de armare la definirea distanțelor minime și maxime dintre armături în funcție de normativul ales și de anexele naționale respective. Distanța dintre armături calculate este ajustat la valori indicate doar dacă în fereastra Parametrii de afișare / Alte setări sunt activate Setările de spațiere a armăturilor. (În această fereastră, puteți seta și un pas de rotunjire pentru distanța dintre armături).
De asemenea, puteți solicita aria minimă de armare conform standardului, atât pentru armare inferioară, cât și pentru superioară/
Reglementările de mai sus privind armarea sunt reglementate de standarde, valoarea acestora fiind dată de standardul utilizat sau de anexa națională relevantă.

Direcția principală

În versiunile anterioare de AxisVM armăturle se poziționau prin definirea poziției armăturilor. De la AxisVM 11 putem defini armăturile cu ajutorul acoperirii cu beton și prin definirea direcției principale (armătura principală este cea care este poziționată cel mai aproape de suprafața elementului).

Procent minim de armare

Programul determină procentul minim de armare pentru partea superioară și inferioară pe baza nurmativului selectat. Dacă valoarea calculată este mai mică decât procentul minim, atunci va fi lososit procentul minim de armare.

Direcții de armare

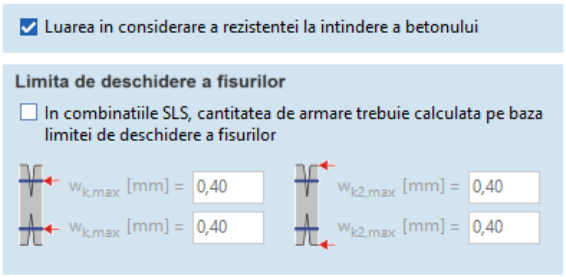
Armarea necesară poate fi calculată luând în considerare direcțiile locale de armare sau cu direcții personalizate. Dacă sunt selectate direcțiile de armare personalizate, se utilizează simbolurile ξ / η în loc de x / y pentru a identifica direcțiile de armare. α este unghiul dintre axa locală x a suprafeței și direcția armării ξ, în timp ce β se referă la unghiul dintre cele două direcții de armare (ξ și η).
Se poate defini, de asemenea, o plasă de armare ortogonală cu un unghi α specific (-360 ° <α <360 °) și armătură de înclinare (β ≠ 90 °). Limitele inferioare și superioare pentru unghiul β sunt de 45 ° și 135 °.

☞ ***În cazul în care în model există cel puțin o suprafață cu armătură înclinată, etichetele sunt înlocuite pe mai multe desene și tabele. În aceste cazuri se utilizează simbolurile ξ / η în loc de x / y. De exemplu, axb este înlocuit cu a ξ b (dacă fiecare suprafață este armată înclinat) sau cu a(x / ξ) b (dacă există suprafețe armate normal sau înclinat).***

☞ ***În cazul planșeelor Airdeck și planșeu cu goluri, nu se poate calcula armarea înclinată necesară. Dacă în selecție sunt incluse planșee Airdeck sau planșee cu goluri, opțiunea de Direcția de armare este inactivă.***

Deschiderea fisurilor

Luarea în considerare a rezistenței la întindere a betonului: Dacă această opțiune este bifată, programul nu calculează deschiderea fisurilor, în cazul în care eforturile din beton nu ajung până la rezistența la întindere a betonului. Putem seta valoarea parametrului kt, care depinde de durata încărcării.
Pe această filă, durata de încărcare poate fi setată.
Acest parametru e folosit în analiza fisurării.
Limitează deschiderea fisurii. Dacă este bifat, armarea necesară este calculată pe baza lățimii de fisurare limitativă specificată în combinații SLS. Limitarea deschiderii fisurii poate fi specificată în perimetrul betonului *($w_{k2,max}$)* și în centrul armăturii *($w_{k,max}$)*.



Luarea în considerare a rezistenței betonului la întindere

Dacă este activă această opțiune, programul consideră că eforturile din beton rămân sub rezistența betonului la întindere și nu calculează deschiderea fisurilor.

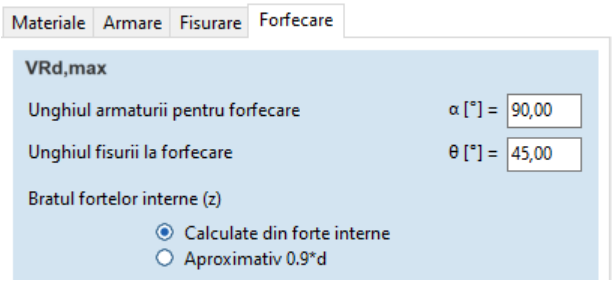
Calculul armăturii necesare pe baza lățimii limită de fisurare

În combinațiile de încărcare SLS, armarea necesară este calculată pe baza lățimii limită de fisurare specificată de utilizator. Dacă parametrii efectivi de armare sunt ajustați la parametrii de armare ai domeniului (diametre identice și acoperire cu beton, așa cum sunt definiți în această fereastră), deschiderea fisurii calculată nu va depăși valoarea de limitare.

Dacă armarea reală este selectată cu luarea în considerare a armăturii calculate pe baza lățimii limită de fisurare (cu diametre identice și grosime de acoperire cu beton, așa cum este definit în această fereastră), lățimea calculată a fisurilor nu va depăși valoarea limită.
În cazul unui caz simplu de încărcare sau al unei combinații de încărcări definite de utilizator (care nu sunt clasificate ca ULS sau SLS), armarea necesară este calculată luând în considerare cerințele ULS și SLS, iar valoarea mai mare este selectată. În cazul combinației Auto critice (a se vedea... 6.1 Statică), armarea necesară este calculată luând în considerare atât ULS (în combinații ULS numai), cât și SLS (numai în combinații SLS: combinație frecventă dacă MSZ EN este selectată, cvasi-permanentă în alte cazuri) și valoarea cea mai mare este afișată.

Forfecare

Pentru calculul rezistenței la forfecare (**vezi...** 6.5.8 Determinarea forţei tăietoare capabile pentru plăci şi învelitoare) pentru VRdmax, putem seta unghiul de armare, respectiv unghiul de fisurare la forfecare.



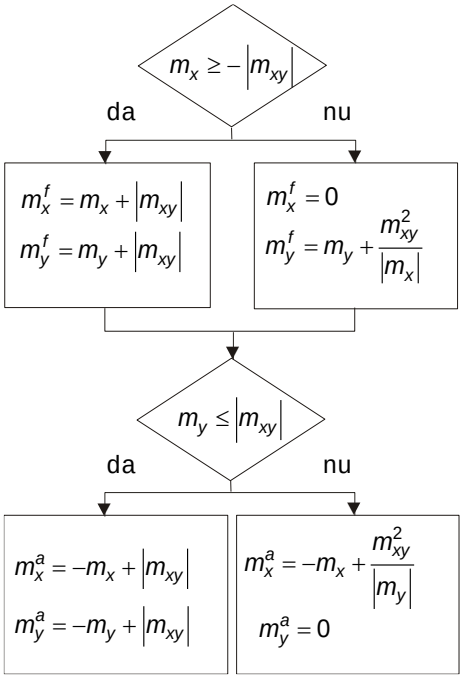
6.5.1.1. Calculul armăturii ortogonale x/y conform Eurocodului 2

Placă

Dacă solicitările m_x, m_y, m_{xy} sunt date într-un punct, atunci momentele de aramare sunt următoarele:

Momentul optim de rezervă: $\Delta m_2 = 0$
$\Delta m_1 = \min!$

$m_x \geq m_y$



Programul determină cantitatea necesară de armătură în secţiune în zona întinsă şi comprimată.

Rezultate

Rezultatele sunt următoarele:

axa, axf, aya, ayf

aria de armătură totală pe direcţia x: *Ax = axa + axf*
aria de armătură totală pe direcţia y: *Ay = aya + ayf*

Mesaje de eroare

☞ Se afişează mesajul *˝Secţiunea nu se poate arma! ˝*În următoarele cazuri

MSz: **Momentul de dimensionare este mai mare decât , unde este momentul capabil al secţiunii fără armătură comprimată.**

Eurocode 2: Dacă suma armăturii de la partea superioară și inferioară în direcția x sau y depășește valoarea maximă de armare. Limita maximă de armare poate fi setată în fereastra standard de selecție sub fila beton armat (**vezi...** 3.3.7 Standard)

Tabele cu rezultate

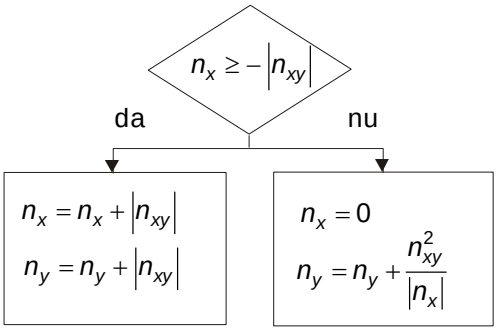
Notaţii folosite:
(-) armătură comprimată
??? secţiunea nu se poate arma în direcţia respectivă
Armătura întinsă nu este marcată cu nici un simbol.

Şaibă

Programul determină cantitatea necesară de armătură numai pentru şaiba în stare plană de tensiune. Dacă eforturile, *nx, ny, nxy* sunt date într-un punct, eforturile normale de dimensionare sunt următoarele:

Forţa normală optimă de rezervă:
$\Delta n_2 = 0$
$\Delta n_1 = \min!$

$n_y \geq n_x$



Programul determină cantitatea necesară de armătură în secţiunea transversală în zona întinsă şi comprimată. Armătură comprimată rezultă numai în secţiunile în care betonul nu poate prelua forţa normală de dimensionare.

Rezultate Rezultatele sunt următoarele:

axa, axf, aya, ayf

aria de armătură totală pe direcţia x: A_x = *axa* + *axf*
aria de armătură totală pe direcţia y: A_y = *aya* + *ayf*

☞ ***Aria de armătură necesară pentru secţiunea totală se obţine prin suma Axi + Axs.***

Mesaje de eroare ***Se afişează mesajul*** *"Secţiunea nu se poate arma!"* ***în următoarele cazuri***

Capacitatea portantă a armăturilor comprimate rezultată din eforturile de dimensionare este mai mare decât capacitatea portantă a betonului comprimat. ($A_s \cdot R_{su} \geq A_b \cdot R_{bu}$)

Tabele cu rezultate Notaţii folosite:
(-) armătură comprimată
??? secţiunea nu se poate arma în direcţia respectivă
Armătura întinsă nu este marcată cu nici un simbol.

Învelitoare Dacă eforturile n_x, n_y, n_{xy}, m_x, m_y, m_{xy} sunt date într-un punct, eforturile de dimensionare sunt calculate conform celor descrise la armarea plăcilor şi a şaibelor.
Programul determină cantitatea necesară de armătură în secţiunea trasversală în zona întinsă şi comprimată.

Rezultate Rezultatele sunt următoarele:

axi, axs, ayi, ays

aria de armătură totală pe direcţia x: A_x = *axi* + *axs*
aria de armătură totală pe direcţia y: A_y = *ayi* + *ays*

Mesaje de eroare

☞ ***Se afişează mesajul*** *"Secţiunea nu se poate arma!"* ***în următoarele cazuri***

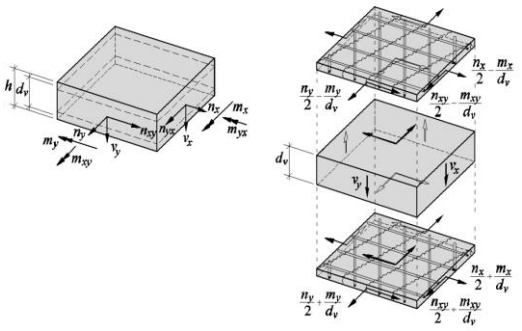
Capacitatea portantă a armăturilor comprimate rezultată din eforturile de dimensionare este mai mare decât capacitatea portantă a betonului comprimat. ($A_s \cdot R_{su} \geq A_b \cdot R_{bu}$)

☞ ***Mesajul de eroare „Secţiunea nu poate fi armată" apare dacă:***
Aria totală a secţiunii transversale a armăturii superioare şi inferioare, indiferent dacă în direcţiile de armare x sau y este mai mare decât valoarea limită pentru aria maximă de armare. Această limită poate fi setată în fereastra *Coduri de proiectare* sub fila *Beton armat* (**vezi...** 3.3.7 Standard)..

Tabele cu rezultate Notaţii folosite:
(-) armătură comprimată
??? secţiunea nu se poate arma în direcţia respectivă
Armătura întinsă nu este marcată cu nici un simbol.

6.5.1.2. Calculul armării înclinate conform Eurocod 2 și SIA 262

Armarea înclinată poate însemna armare ortogonală a cărui sistem nu coincide cu sistemul local al domeniului / suprafeței sau poate reprezenta armarea cu direcții de armare care nu sunt perpendiculare. Se utilizează simbolurile ξ / η în loc de x / y pentru a identifica direcțiile de armare. α este unghiul dintre axa locală x a suprafeței și direcția armării ξ, în timp ce β se referă la unghiul dintre cele două direcții de armare (ξ și η).
În timpul calculului armăturilor necesare, se utilizează un model sandwich cu trei straturi. Metodologia de calcul este descrisă în lucrarea lui Peter Marti și Hans Seelhofer (H. Seelhofer & P. Marti: Dimensioning of skewly reinforced concrete plates). Metodologia de calcul este identică pentru șaibe, plăci și învelitori.



Referințe: H. Seelhofer & P. Marti: Dimensioning of skewly reinforced concrete plates

Calculul Atât straturile superioare cât și cele inferioare ale modelului sandwich sunt responsabile pentru a rezista momentelor de încovoiere și eforturile șaibei. Stratul interior rezistă forțelor de forfecare.
Eforturile șaibei și momentele de încovoiere sunt descompuse în forțe echivalente. Înainte de descompunere, forțele interne sunt transferate din sistemul de coordonate x-y într-un sistem de coordonate ortogonale x'-y 'unde direcția x' este identică cu direcția armării ξ.

- Stratul inferior:

$$n^a_{x\prime} = \frac{n_{x\prime}}{2} - \frac{m_{x\prime}}{d_v}$$
$$n^a_{y\prime} = \frac{n_{y\prime}}{2} - \frac{m_{y\prime}}{d_v}$$
$$n^a_{x\prime y\prime} = \frac{n_{x\prime y\prime}}{2} - \frac{m_{x\prime y\prime}}{d_v}$$

- Stratul superior:

$$n^f_{x\prime} = \frac{n_{x\prime}}{2} + \frac{m_{x\prime}}{d_v}$$
$$n^f_{y\prime} = \frac{n_{y\prime}}{2} + \frac{m_{y\prime}}{d_v}$$
$$n^f_{x\prime y\prime} = \frac{n_{x\prime y\prime}}{2} + \frac{m_{x\prime y\prime}}{d_v}$$

Unde t_a, respectiv t_f sunt grosimea stratului inferior, respectiv grosimea stratului superior și d_v a brațul momntului încovoietor.
Pentru a optimiza cantitatea armăturii, optimizați grosimea straturilor. Grosimea minimă a straturilor este de 5 mm, valoarea maximă fiind H / 2 (în cazul șaibelor, unde H este grosimea suprafeței) sau ξ_{c0}d (în cazul plăcilor, unde d este înălțimea utilă).
Forța d_v este determinată după cum urmează.

$$d_v = min\left(d_a - \frac{t_f}{2}, d_f - \frac{t_a}{2}\right)$$

d_a respectiv d_f sunt înălțimi utile pentru armarea inferioare, respectiv superioră. Înălțimile utile se calculează cu media pozițiilor de armătură în direcțiile ξ și η.
În straturile inferioare și superioare, tensiunile sunt calculate în felul următor:

- Stratul inferior:

$$\sigma^a_{x\prime} = \frac{n^a_{x\prime}}{t_a}$$
$$\sigma^a_{y\prime} = \frac{n^a_{y\prime}}{t_a}$$
$$\tau^a_{x\prime y\prime} = \frac{n^a_{x\prime y\prime}}{t_a}$$

- Stratul superior:

$$\sigma_{x'}^{f} = \frac{n_{x'}^{f}}{t_f}$$
$$\sigma_{y'}^{f} = \frac{n_{y'}^{f}}{t_f}$$
$$\tau_{x'y'}^{f} = \frac{n_{x'y'}^{f}}{t_f}$$

Tensiunile sunt apoi transformate în sistemul ξ-η în ambele straturi (σ_ξ, σ_η, $\tau_{\xi\eta}$) (Referință: H. Seelhofer & P. Marti: Dimensioning of skewly reinforced concrete plates):

$$\sigma_\xi = \sigma_{x'} sin\beta + \sigma_{y'} cos\beta cot\beta - 2\tau_{x'y'} cos\beta$$
$$\sigma_\eta = \frac{\sigma_{y'}}{sin\beta}$$
$$\tau_{\xi\eta} = \tau_{\eta\xi} = \tau_{x'y'} - \sigma_{y'} cot\beta$$

Cantitatea necesară de armătură se calculează în felul următor (k=1):

$$\rho_\xi = \frac{\frac{\sigma_\xi}{sin\beta} + k\left|\frac{\tau_{\xi\eta}}{sin\beta}\right|}{f_y}$$
$$\rho_\eta = \frac{\frac{\sigma_\eta}{sin\beta} + \frac{1}{k}\left|\frac{\tau_{\xi\eta}}{sin\beta}\right|}{f_y}$$
$$A_{s,\xi} = \rho_\xi HB$$
$$A_{s,\eta} = \rho_\eta HB$$

Verificarea diagonalelor de beton comprimate se face în conformitate cu prevederile EN 1992-1-1 F și articolul lui Seelhofer și Marti:

$$(\rho_\eta + \rho_\xi) f_y \le \nu f_{cd} + \sigma_{x'} + \sigma_{y'}$$

Programul ia în considerare rezistența redusă la compresiune (f_{ctd}) numai dacă apare o solicitare de întindere în beton, iar presiunea principală de tracțiune depășește rezistența la tracțiune a betonului.

Dacă rezistența diagonalei de beton nu este adecvată, grosimea stratului este mărită, iar dacă eficiența diagonalei de beton este mică, grosimea stratului este micșorată. În cazul în care grosimea stratului ajunge la valoarea maximă, iar rezistența diagonalei de beton nu este adecvat, se aplică armătură comprimată.

Mesaj de eroare

Se afişează mesajul ˝Secţiunea nu se poate arma! ˝în următoarele cazuri

- Dacă rezistența diagonalei de beton comprimate nu este adecvată cu grosimea maximă a stratului, nici în cazul aplicării armăturii comprimate.
- Dacă suma armăturii de la partea superioară și inferioară în direcția ξ sau η depășește valoarea maximă de armare. Limita maximă de armare poate fi setată în fereastra standard de selecție sub fila beton armat (**vezi...** 3.3.7 Standard).

Rezultat

Următoarele valori sunt găsite ca rezultate: *αξa, αξf, αηa, αηf*

Tabele de rezultate

Notaţii folosite:
(-) armătură comprimată
??? secţiunea nu se poate arma în direcţia respectivă
Armătura întinsă nu este marcată cu nici un simbol.

6.5.2. Aria de armătură efectivă

Aria de armătură efectivă

În urma determinării ariei de armătură necesară se poate defini aria de armătură efectivă. Cu aria de armătură efectivă programul determină deschiderea fisurilor pentru plăci, şaibe şi învelitoare.
Cu aria de armătură efectivă se pot calcula săgeţile în domeniul neliniar pentru plăci.
În prima etapă, trebuie să atribuiți elementelor parametrii de material și armare, după care trebuie să definiți armarea efectivă superioară, respectiv inferioară.

Pentru elemente trebuie asociaţi parametrii de materiale şi armare, după care se defineşte armarea efectivă inferioară şi superioară.

Armarea efectivă se poate defini în două moduri:
1.) se selectează elementele de suprafaţă şi domeniile la care se doreşte definirea armării, după care se face clic pe iconiţă şi se aplică armarea dorită.
2.) nu se selectează nici un element şi se activează comanda, după care se poate defini armare independentă de reţea sau se poate atribui armarea domeniului existent.

Extras de armătură

Extrasul de armătură efectivă se poate vizualiza la *Tabele* la capitolul *Greutăţi*. În tabel sunt date masa totală, lungimea totală, suprafaţa armată şi volumul de beton armat. Lângă armarea plăcilor sunt afişate armarea grinzilor şi stâlpilor.

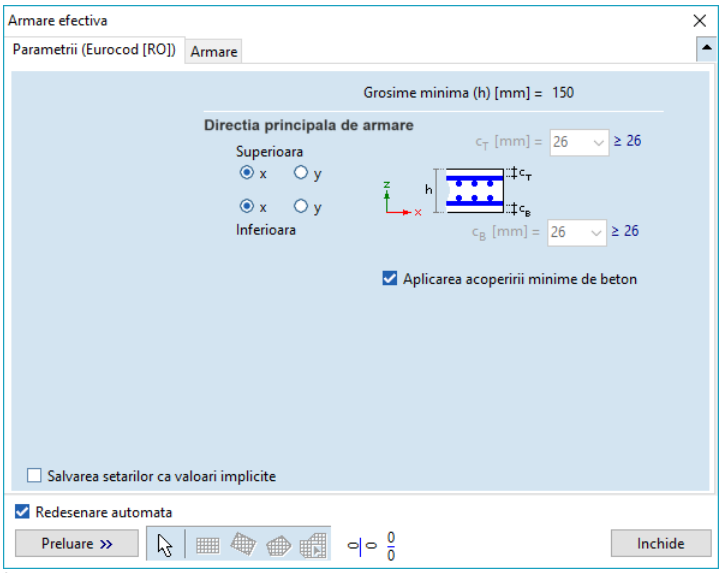
Extras de armatura

Element	Tip	Ø	Σ L [m]	m* [kg/m]	Σ m [kg]	Σ A_c [m^2]	Σ V_c [m^3]	Σ m/Σ V_c [kg/m^3]
1	Placa	Ø12	1333,254	0,888	1183,682	55,996	11,199	106
2	Grinda	Ø12	23,400	0,888	20,775	---	1,579	13
3		Ø20	105,300	2,466	259,686	---	1,579	164
4		Ø22	23,400	2,984	69,827	---	1,579	44
5		Ø25	48,500	3,853	186,888	---	1,579	118
6	Stalp	Ø12	29,400	0,888	26,102	---	0,378	69
7		Ø16	67,200	1,578	106,064	---	0,378	281
			1630,454		**1853,022**	**55,996**	**13,157**	**141**

6.5.2.1. Armări efective pentru suprafeţe şi domenii

În prima etapă selectăm suprafeţele si domeniile la care vrem să aplicăm armarea efectivă, după care facem clic pe iconiţa Armare efectivă şi setăm parametriile de armare şi distribuirea armăturilor.

Parametrii – Direcţia principală de armare



În fereastra Armare efectivă la Parametrii, putem seta direcţia principală de armare, respectiv grosimea stratului de acoperire. Grosimea stratului de acoperire putem defini şi manual, sau putem selecta *Aplicarea acoperirii minime de beton*.
Acoperirea efectivă de beton şi direcţiile principale de armare pot fi diferite faţă de vaorile definite la calculul armăturii necesare, iar valorile stabilite aici nu suprascriu valorile parametrilor de armare definite anterior, astfel încât recalcularea cantităţii necesare de armătură nu este automată. (**vezi...** 6.5.1 Calculul parametrilor de armare şi calculul armăturii pentru elemente plane – modul RC1).
Modificarea acestor valori nu suprascrie parametrii de armare a suprafeţei.

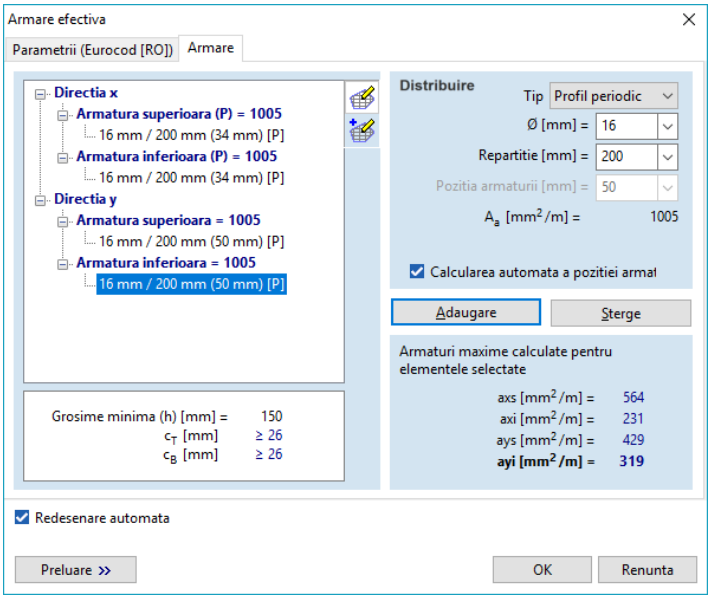
Grosimea minimă

Grosimea minimă nu reprezintă grosimea minimă a elementelor selectate, ci este grosimea minimă definită la parametrii armării.

Distribuirea armăturii

Distribuirea armăturii se poate defini în fereastra *Armare*.

Armare



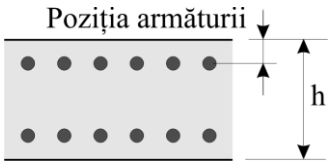
Puteți seta armarea efectivă în fereastra *Distribuire*, apoi puteți adăuga armătura apăsând clic pe butonul *Adăugare* în direcția (x/y) și poziția (superioară/inferioară) selectată din arborele din stânga. După această adăugare, armarea efectivă se afișează în structura din stânga ferestrei de dialog. Dacă selectăm o distribuire, în câmpul de *Distribuire* putem modifica parametriile. Aceste modificări apar imediat și în arbore.

Dacă sunt selectate în structură domenii la care au fost deja adăugate armări efective, parametriile de armare se pot modifica în câmpurile din dreapta a ferestrei de dialog. Aceste modificări apar imediat și în arbore.

Dacă pe elementele de suprafață selectate este dată o armare diferită, programul afișează o notă "combinată" în arbore pentru direcțiile respective de armare. În acest moment, nu putem șterge cele existente, putem doar aloca armare suplimentară.

Puteți seta manual poziția armăturii, dar puteți de asemenea opta pentru poziție automată. În acest moment, poziția barelor de armătură se determină ținând cont de stratul de acoperire, direcții de armare și diametrul armăturii efective, setate în fereastra *Parametrii*.

☞ ***Prin poziţia armăturii se înţelege distanţa între marginea betonului şi axul armăturii.***



Cantitatea maximă de armătură necesară pentru elemente selectate

În acest grup, pentru elementele selectate, puteți vedea cantitatea maximă de armătură necesară în direcțiile diferite calculate pe baza datelor introduse în *Parametrii de armare*.

Când schimbați direcțiile de aramre, diametrul sau acoperirea cu beton atunci când se aplică armarea, nu se recalculează automat armarea necesară.

Grosimea minimă a suprafeței nu reprezintă grosimea minimă a elementului de suprafață selectat, ci valoarea minimă a grosimii h dată în parametrii de armare. Valorile c_T și c_B indică acoperirea minimă a calculată în conformitate cu standardul.

În cazul modificării unui domeniu de armare sunt disponibile două metode:

Suprascriere

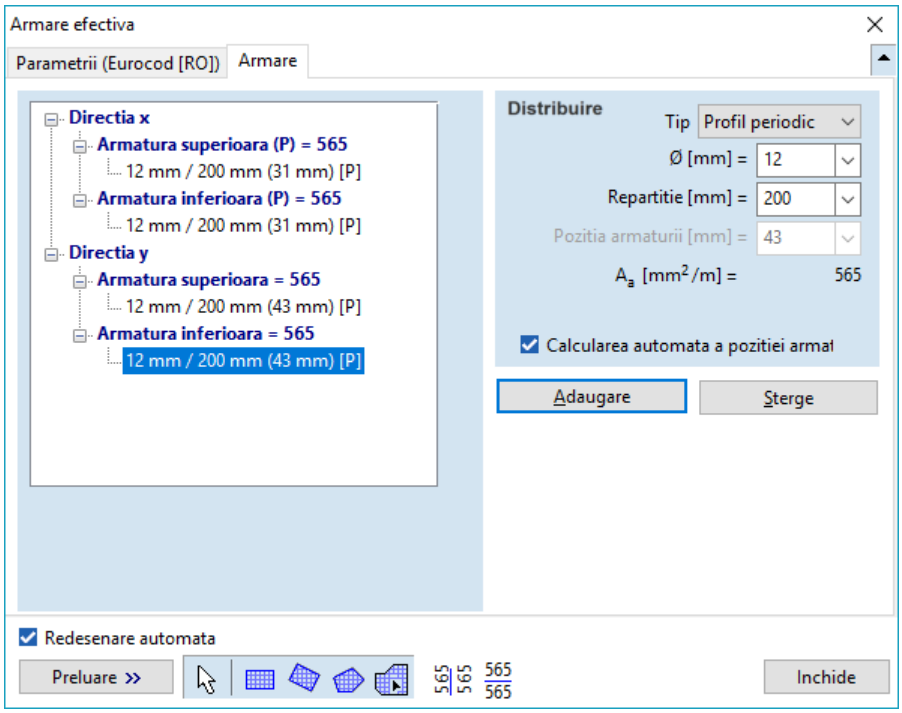
Activând această opțiune, armăturile introduse vor suprascrie armăturile existente.

Adăugare

Activând această opțiune, armăturile introduse se vor adăuga armăturilor existente.

6.5.2.2. Armare independentă de reţea

Pentru armarea independentă de reţea prima dată se defineşte repartiţia armăturii, după care se definesc grafic domeniile de armare dreptunghi, dreptunghi rotit sau poligon.
Armarea independentă puteți aplica și în cazul domeniilor.
Distribuția fierului este definită ca în secțiunea anterioară.
Dacă nu sunt selectate suprafeţe sau domenii, atunci se va afişa următoarea fereastră:



Definiţia repartiţiei armăturii se face în mod identic cu armarea efectivă pentru suprafeţe şi domenii.

Fereastra poate funcționa și ca o paletă prin clic pe triunghiul din dreapta sus al ferestrei. Armările definite vor fi marcate cu simboluri. Lângă linia verticală se poate citi armarea inferioară şi superioară pe direcţia y iar lângă linia orizontală armarea inferioară şi superioară pe direcţia x.

Icoanele barei de instrumente:

Cu paleta de selecție se pot selecta domenii existente pentru armare.

Domeniu de armare dreptunghiular

Domeniu de armare dreptunghiular rotit

Domeniu de armare poligonal

Armare pentru dmeniul existent

Distribuția armăturilor se aplică doar pe zonele elementelor de suprafață sau a domeniilor care sunt cuprinse de dreptunghiul, dreptunghiul rotit sau poligonul armării.

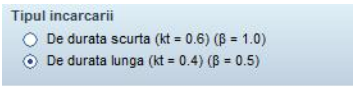
Cursorul este sensibil la domenii de armare. Printr-un clic pe domenii se pot modifica parametrii de armare (avem posibilitatea de a selecta mai multe domenii dacă apăsăm tasta SHIFT în timp ce dăm clic pe dmenii).

Adăugare, ştergere

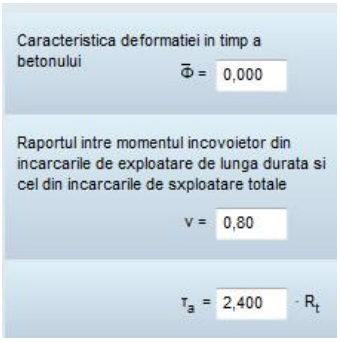
Cu butonul *Şterge* (sau cu tasta **[DEL]**) se poate şterge repartiţia armăturii actuale, Cu butonul *Adăugare* (sau cu tasta **[INS]**) în grupa actuală se poate insera repartiţia armăturii actuale.
Dacă este selectată armarea superioară sau armarea inferioară, se pot şterge cu butonul *Şterge* (sau cu tasta **[DEL]**) toate repartiţiile de armătură din acesta, iar cu butonul *Adăugare* (sau cu tasta **[INS]**) se poate insera repartiţia de armătură actuală.
În grupa *Armarea minimă din selecţie* sunt afişate ariile de armătură maxime determinate pentru direcţiile x şi y. *Grosimea minimă* h reprezintă grosimea minimă definită la parametri de armare.

Parametri standard

Parametrii pentru calculul deschiderii fisurilor sunt pe pagina parametri.
În cazul Eurocodului pentru fiecare element se poate defini coeficientul de siguranță β si coeficientul β_2 care ține cont de natura încărcarii în timp.

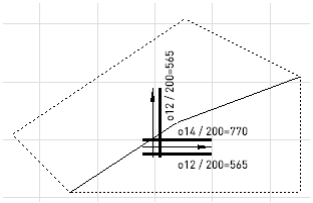


Eurocode 2



Standard Românesc (STAS)

Domeniul de armare independent de rețea este reprezentat cu linie întreruptă maro. În centrul domeniului apar cantitățile de armătură superioară și inferioară pe direcțiile x (ξ) și y (η), simbolul armării este legat cu o linie maro de două colțuri ale domeniului.



Actualizare instantanee

Desenul este actualizat imediat la schimbarea armăturii.

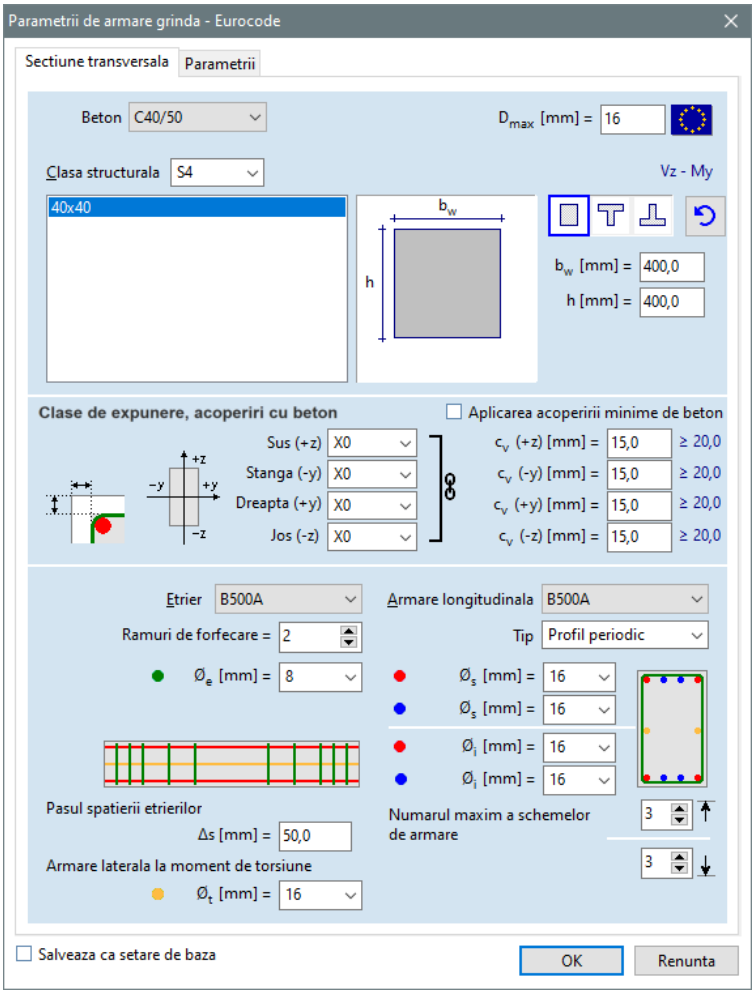
6.5.3. Parametri de armare a grinzilor (încovoiere pe o direcție)

Se pot defini parametri de armare și armarea efectivă a grinzilor și nervurilor din beton armat fără a rula a dimensionare prealabilă a armăturilor. Parametrii de armare a grinzilor pot fi diferiți pentru fiecare element finit în parte. Pentru a selecta doar o parte a structurii verificați următoarea opțiune: *Opțiuni* / Preferințe / Editare / Permite selectarea elementelor finite liniare.

Parametrii de dimensionare a grinzilor se pretează elementelor încovoiate pe o singură direcție. Poate fi folosit și la elemente verticale.

Dimensionarea armăturilor din grinzi (determinarea armăturii necesare și verificarea armăturilor, **vezi...** 6.5.10 Dimensionare armare grindă – modul RC2) folosește acești parametri.

Secțiune transversală

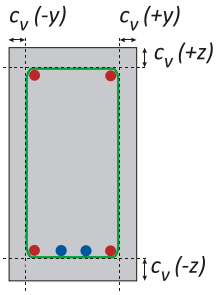


Lista conține toate profilele găsite în selecție. Se vor afișa caracteristicile profilului selectat și se pot edita. Schimbarea parametrilor geometrici nu conduce automat la recalcularea eforturilor, de aceea nu ar trebui modificați decât în cazuri justificate. Se poate modifica și materialul grinzii.Trebuie definită clasa structurii și dimensiunea maximă a agregatului *(D_{max})*.

☞ ***După modificarea profilului se recomandă modificarea profilului efectiv am elementului și recalcularea structurii.***

Clase structurale, acoperiri cu beton

Acoperirea cu beton și clasa structurii trebuie specificată pe fiecare latură în parte
(+z, -y, +y, -z).



Acoperirea cu beton este distanța minimă dintre etrieri și suprafața betonului. Acoperirea minimă calculată pe baza normativului selectat este afișată în albastru la capătul fiecărui rând. Bifarea opțiunii *Aplicarea acoperirii minime* va defini automat valorile minime pentru acoperire. Cu un clic pe simbolul de legătură al claselor structurale va defini aceeași clasă structurală pe toate laturile.

Caracteristicile armăturii

În partea dreaptă sunt caracteristicile etrierilor iar în stânga sunt caracteristicile armăturilor longitudinale. Etrierii sunt reprezentați în culoare verde, armăturile din colț sunt cu roșu iar celelalte armături longitudinale sunt reprezentate cu albastru. Diametrele armăturilor superioare / inferioare pot fi definite separat ($Ø_t$, $Ø_b$). Prin bifarea opțiunii *Salvarea setărilor ca valori implicite* setările vor deveni implicite.

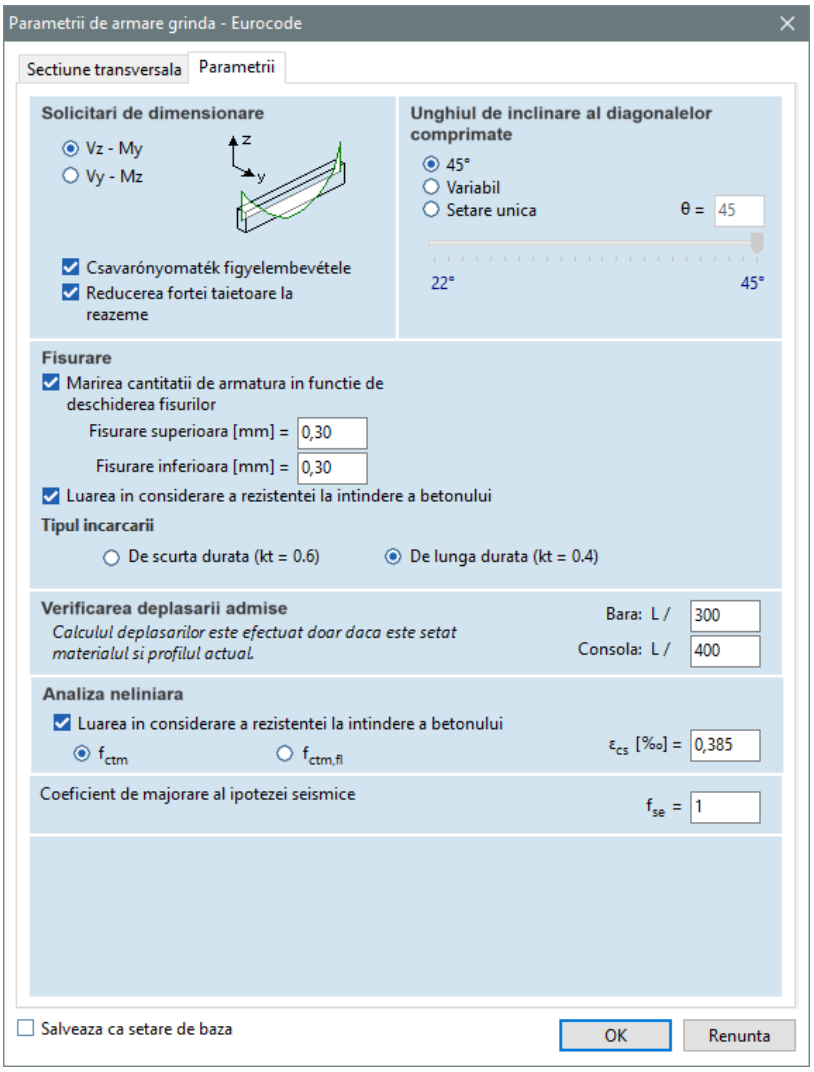
Parametrii (adică materialul, diametrul, etc.) ai etrierilor (verde) și armăturii la torsiune (galben) pot fi introduse pe partea stângă, parametrii barelor de colț (roșu) și a altor bare longitudinale (albastru) pe dreapta. $Ø_t$ este diametrul barelor superioare, $Ø_b$ este diametrul barelor inferioare, $Ø_t$ este diametrul barelor laterale pentru torsiune. Bifând *Utilizați în mod implicit această bară și oțel de etrier, valoarea implicită a barei și gradului de oțel etrier la valoarea setată în dialog*

☞ ***Acești parametri se folosesc doar la dimensionarea armăturii grinzilor. Programul distribuie etrierii și armăturile pe baza acestor parametri înainte de a dimensiona armăturile necesare.***

Etapa de distanțare a etrierilor: valorile calculate ale spațiului între etrieri vor fi multipli întregi ai mărimii de pas introduse aici.

Spațierea etrierilor va fi un multiplu al valorii definite la *Unitatea spațierii etrierilor*. *Numărul maxim al schemelor de armare* limitează numărul de distribuții de armături diferite (se definește separat pentru partea superioară și inferioară).

Parametri



Acești parametri sunt necesari pentru dimensionarea și verificarea armăturilor grinzii.

Solicitări de dimensionare

Armarea grinzii poate fi calculată la încovoiere pe o direcție. Astfel se poate dimensiona la Vz-My sau la Vy-Mz.
Bifarea opțiunii *Reducerea forței tăietoare la reazeme* permite reducerea forțelor tăietoare pe reazeme pe baza normativului curent.

Unghiul diagonalei grinzii cu zăbrele de beton

Eurocod 2 permite specificării unghiului θ de fisurare la compresiune al betonului. Pe baza cap. 6.2.3 (2) $1 \leq \text{ctg}\ \theta \leq 2.5$. În cazul unui unghi mai mare, fisura intersectează puțini etrieri și betonul trebuie să preia mai mult efort. Dacă unghiul este mai mic, fisurile intersectează mai mulți etrieri, astfel etrierii vor prelua mai multă forță tăietoare.
Dacă este selectată opțiunea *Variabil,* unghiul fisurilor este optimizată pentru armare minimă la forță tăietoare. Dacă torsiunea și momentele de torsiune nu sunt neglijabile, trebuie electată prima opțiune de 45°.

Fisurare

Prin bifarea opțiunii *Mărirea catităților de armătură în funcție de deschiderea fisurilor* pot fi definite valorile maxime admisibile ale deschiderii fisurilor. În acest caz programul crește armătura inferioară / superioară (menținând relația $A_s \leq 0.04 \cdot A_c$) pentru a reduce deschiderea fisurilor sub valorile definite. Pentru a rula verificarea fisurilor, trebuie definită durata încărcărilor. **Vezi**... 6.5.7.2 Analiza conform Eurocod 2.

Dacă este activată opțiunea *Luarea în considerare a rezistenței la întindere a betonului* nu se vor efectua verificări la fisurare în punctele în care efortul axial este mai mic decât rezistența betonului.

Tipul încărcării

k_t este un coeficient care depinde de durata încărcării

Pentru încărcări de scurtă durată k_t =0.6, pentru lungă durată k_t =0.8.

Verificarea deplasării admise

Programul verifică deplasarea admisă pe baza criteriilor definite pentru bare și console. L reprezintă lungimea barei. Această verificare se va efectua doar dacă este definit tipul actual de beton și de profil.

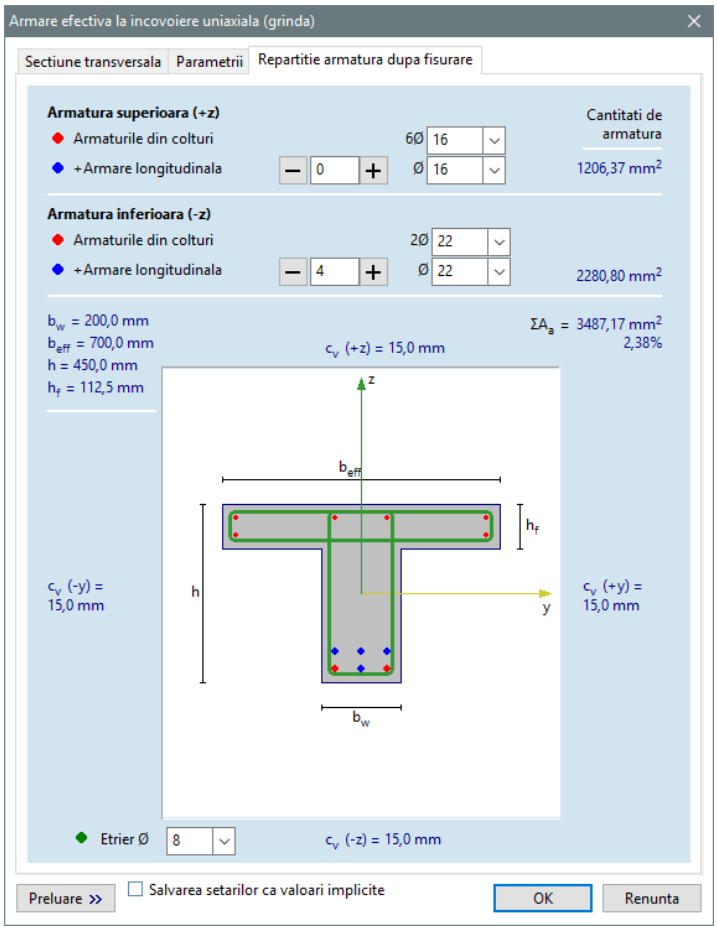
Pentru coeficientul de majorare al ipotezei seismice vezi 4.10.23 Calculul seismului – modul SE1

Proiectare de cpacitate

Se poate opta pentru varianta în care grinzile participă la structuri antiseismice sau în care nu participă la structuri antiseimice. Articulații plastice (**vezi...** 6.5.10 Dimensionare armare grindă – modul RC2) pot fi definite doar în cazul grinzilor care participă la structuri antiseismice. Clasa de ductilitate poate fi selectată (M – DCM, H – DCH), care influențează distanța maximă admisibilă dintre etrieri, pentru a asigura ductilitatea așteptată. În timpul calculului rezistenței la forfecare, se ia în considerare θ = 45 ° pentru diagonala comprimată dacă este selectată clasa de ductilitate H (EN 1998-1-1).

Armătura efectivă

Se poate defini armarea efectivă elementelor finite selectate. Analiza neliniară poate lua în considerare această armătură la calculul deplasărilor. Armăturile din colț sunt întotdeauna prezente și se poate defini diametrul lor precum și al etrierilor. Poate fi definit numărul și diametrul armăturilor suplimentare de la partea superioară și inferioară. Armăturile sunt distribuite automat de program.



☞

Fereastra ne arată cantitatea totală și procentul de armare a grinzii. Dacă procentul de armare depășește 4%, valoarea devine roșie.

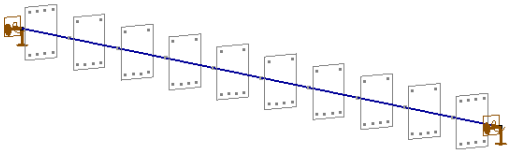
Definirea armăturii effective este deocamdată limitată la elemente cu secțiune dreptunghiulară.

Preluare

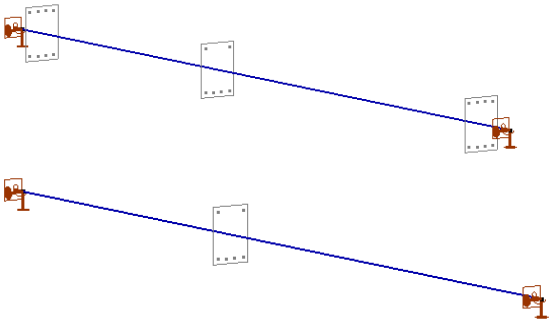
Butonul *Preluare* permite preluarea parametrilor de armare de la alte grinzi.

Afișarea armăturii efective

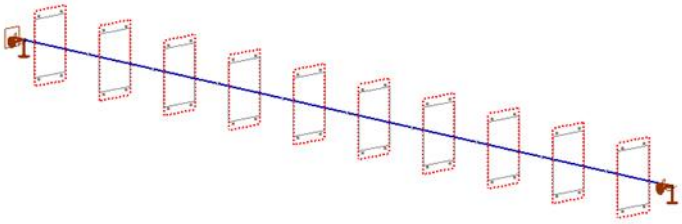
După definirea parametrilor și a armăturii efective și este activată reprezentarea obiectelor cu contur 3D (Opțiuni/Opțiuni de reprezentare/Simboluri/Obiecte cu contur 3D, **vezi...** 2.16.18 Opțiuni de reprezentare), poate fi văzută și armarea efectivă în model.



Dacă atribuim o rețea unui element liniar (**vezi ...** 4.11.1.1 Generare rețea pentru elementele liniare), fiecare element finit poate avea armătură efectivă diferită. (Activați opțiunea Opțiuni/Preferințe/Editare/Permite selectarea elementelor finite liniare). Dacă este dezactivată afișarea rețelei de elemente finite liniare, sunt afișate trei secțiuni, una la început, una la mijloc și încă una la capăt. În cazul în care armătura efectivă este constantă, este afișată o singură secțiune.



În timpul definirii parametrilor este posibilă modificarea secțiunii grinzii. Dacă secțiunea atribuită elementului nu coincide cu secțiunea elementului liniar, secțiunea modificată va apărea cu linie roșie întreruptă în model.



Calculul neliniar

Anumiți parametri care sunt luați în considerare în calculul neliniar al grinzilor și stâlpilor din beton armat pot fi setați de către utilizator: (**vezi...** 6.5.5 Analiza neliniară a grinzilor și stâlpilor din beton armat):

- Rezistența la întindere a betonului
- Rezistența la întindere/încovoiere pe partea întinsă;
- Deformare prin contracție.

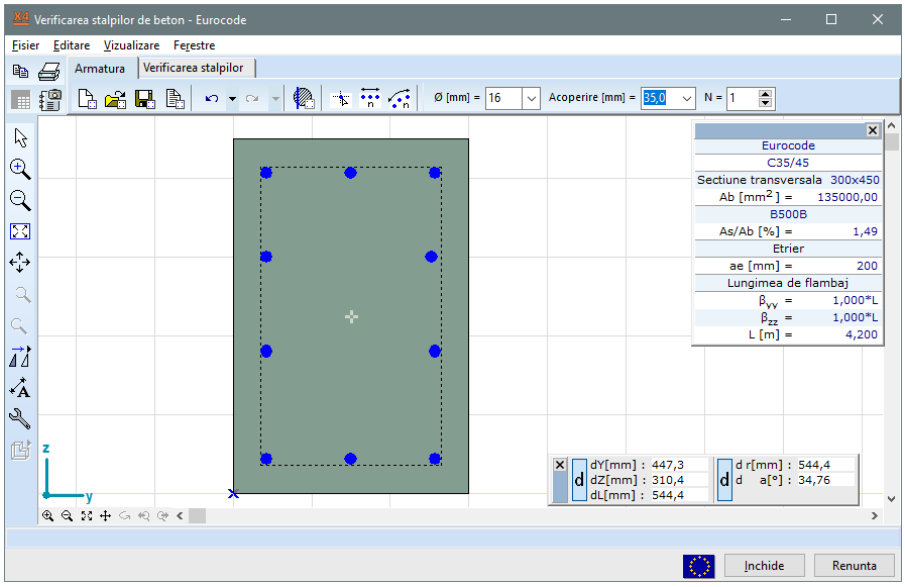
6.5.4. Parametri de armare a stâlpilor (încovoiere pe două direcții)

STAS : STAS 10107/0-90

Eurocode 2 : EN 1992-1-1:2004

Parametrii de armare a elementelor încovoiate în două direcții pot fi definiți în fereastra de mai jos. Fiecare element finit poate avea parametri diferiți (Activați opțiunea Opțiuni/Preferințe/Editare/Permite selectarea elementelor finite liniare). Poate fi lansată verificarea armăturii pe baza armării definite (**vezi...** 6.5.9 Armarea stâlpilor – modul RC2).

☞ ***Parametrii de dimensionare a stâlpilor se pretează elementelor încovoiate pe două direcții. Poate fi folosit și la elemente orizontale, dar în aceste cazuri este mai utilă armarea grinzilor.***



Salvarea desenului curent în Biblioteca de desene.

Definirea unei noi armări

Încarcă Încărcare secţiune de beton şi/sau armare definită în modelul actual. Se pot încărca numai secţiuni cu pereţi groşi cu date grafice!

Salvare Salvarea armării sub o denumire. Armarea salvată astfel se poate asocia la orice secţiune de beton.

Lista armărilor existente. Lista este editabilă, adică rândurile selectate pot fi şterse.

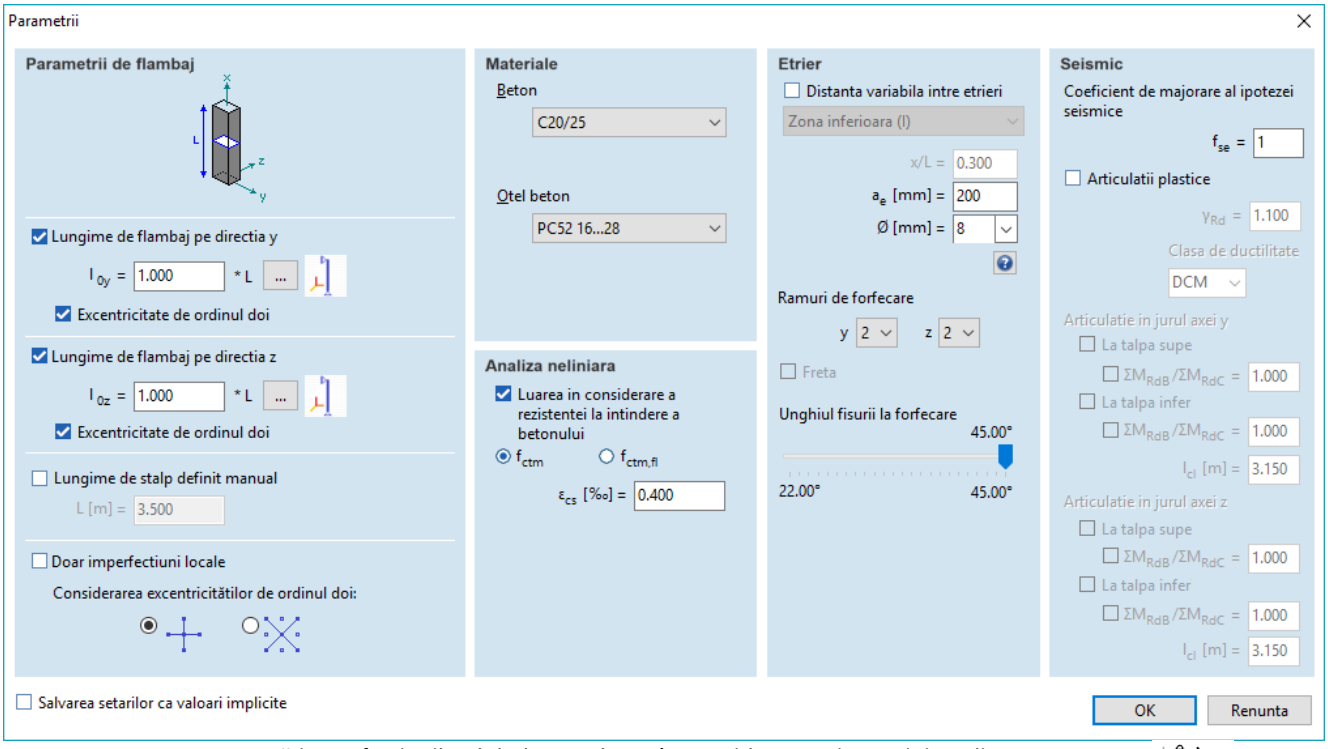
Pe pagina **Armare** sunt următoarele instrumente

Definirea armării Următoarele icoane sunt disponibile în meniul *Definire armare*:

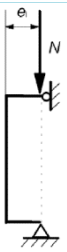
Parametrii Vă permite să specificați parametrii pentru verificarea stâlpilor din beton armat. Verificarea acoperă verificarea de încovoiere cu sau fără forță axială, verificarea împotriva cedării cauzate de forțele tăietoare și efectele torsionale.
Printre altele, puteți introduce parametrii pentru calculul capacitatății portante, verificare la forfecare și la încovoiere în fereastra următoare.
Creșterile excentricității nefavorabile, determinate pe baza parametrilor de flambaj, sunt afișate în tabelul de verificare a eforturilor. Creșterile de excentricitate prescrise de codul de proiectare pot fi aplicate într-o anumită direcție sau nu. Mai mult, considerarea excentricităților de ordinul doi poate fi, de asemenea, controlată în fiecare direcție. Excentricitățile de ordinul II pot fi luate în considerare în același timp sau independent în fiecare direcție. În direcțiile verificate pot fi specificate factorii de lungime de flambaj β_yy și β_zz. (β_yy în planul x-z și β_zz în planul x-y). De asemenea, este posibilă modificarea înălțimii coloanei utilizate în calculele de lungime de flambaj și selectarea formei de flambaj.

Clasa de beton considerată în timpul analizei poate fi diferită de clasa de beton setată pentru stâlp. Acesta permite utilizatorului o analiză simplă și rapidă cu diferite clase de beton fără o analiză statică nouă.
ϕ_{ef} coeficientul de fluaj conform punctului 5.8.4 din SR EN 1992-1-1
În ceea ce privește analiza neliniară a stâlpului (**vezi...** 6.5.5 Analiza neliniară a grinzilor și stâlpilor din beton armat), se poate ține cont rezistenței la întindere și de deformație din contracție.
Distanțe fixe sau variabile dintre etrieri (trei distanțe diferite cu diametre diferite) pot fi definite în stâlp. În cazul segmentului inferior și segmentului din mijloc x / L se referă la o distanță relativă față de partea inferioară a stâlpului. Se poat defini numărul ramurilor de forfecare în direcția y/z uniform

pentru toată înălțimea stâlpului. Unghiul fisurării din forfecare poate fi de asemenea definit de utilizator. În cazul coloanelor cu secțiune circulară, poate fi utilizaă fretă.
În cazul structurilor disipative cu clasa de ductilitate DCM sau DCH (EN 1998-1-1), valorile de calcul ale forțelor de forfecare sunt determinate în conformitate cu regula de proiectare a capacității (în cazul în care încărcarea seismică este inclusă în combinația selectată), pe baza echilibrului stâlpului sub momentele finale $M_{i,d}$ (cu i = 1,2 denotând secțiunile finale ale stâlpului), corespunzătoare formării articulațiilor plastice pentru direcțiile pozitive și negative ale încărcării seismice. (vezi ... 6.5.9 Armarea stâlpului- modulul RC2). Articulațiile plastice pot fi definite dacă există caz de încărcare seismică în model și factorul de comportare (q) (**vezi...** 4.10.23 Calculul seismului – modul SE1) este mai mare de 1,5 (cu excepția standardului Eurocode [RO]). Următorii parametri pot fi specificați de utilizator: factorul de siguranță, clasa de ductilitate, lungimea liberă a stâlpului (lungimea liberă: distanța dintre secțiunile de capăt unde se pot forma articulații plastice) și raportul dintre capacitatea momentelor grinzilor și stâlpilor conectate în același nod.

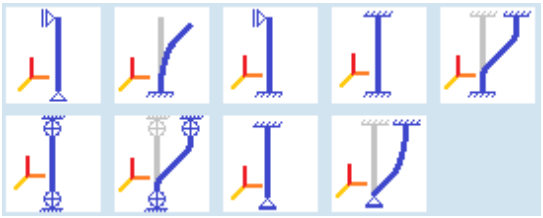


Dacă imperfecțiunile globale sunt luate în considerare prin sarcini suplimentare care acționează asupra structurii, ele trebuie ignorate în calculul armăturii stâlpului. Pentru a realiza acest lucru, trebuie activat *Numai imperfecțiunile locale*. Dacă se selectează o formă de flambaj, se consideră doar o imperfecțiune geometrică constantă locală. (**Vezi...** 6.5.9 Armarea stâlpilor – modul RC2).



Forma de flambaj

Excentricitățile de ordinul doi sunt calculate pe baza formei de flambaj selectate (**Vezi...** 6.5.9 Armarea stâlpilor – modul RC2). Lungimea de flambaj se modifică în funcție de forma de flambaj selectată, dar poate fi modificată și de utilizator.



☞ ***Formele de flambaj date și lungimele de flambaj sunt asociate cu axele locale y și z ale secțiunii. În consecință, în timpul calculului imperfecțiunilor geometrice locale și a excentricităților de ordinul doi se iau în considerare inerțiile legate de axele y și z (Vezi*** *... 6.5.9 Armarea stâlpilor – modul RC2* ***).***

Barele de armătură

Într-un punct cu stratul de acoperire

Aşezarea armăturii într-un punct oarecare în secţiune, cu ajutorul cursorului. În cazul în care cursorul se află în colţul sau pe latura secţiunii, armarea se va aşeza automat în poziţia cursorului cu stratul de acoperire.

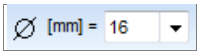
Distribuit echidistant

Se vor aşeza *N+1* bare între două puncte împărţind uniform distanta în *N* segmente.

Distribuit pe arc

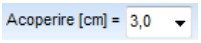
Se vor aşeza *N+1* bare pe arcul de cerc definit cu centrul şi capetele, împărţind uniform arcul de cerc în *N* segmente.
Dacă definiți un cerc complet cu punctele de început și de sfârșit ale arcului, programul plasează N bucăți de armőturő distribuite uniform.

Diametrul

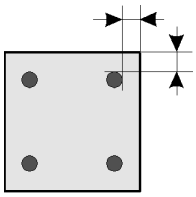


Definirea şi modificarea diametrului armăturii.
Pentru modificare se vor selecta armăturile din secţiuni, după care, din listă se alege diametrul dorit sau se introduce de la tastatură noul diametru.

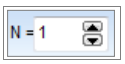
Acoperire



Se poate modifica sau defini acoperirea cu beton.



N



Numărul în care se împarte segmentul pe care se aşează armăturile distribuite.

Transformări geometrice

Copiere Copierea prin deplasare a barelor selectate în secţiune.

Rotire Copierea prin rotire a barelor selectate în secţiune.

Oglindire Copierea prin oglindire a barelor selectate în secţiune

Modificarea poziţiei armăturii se poate face în felul următor:

1. Se poziţionează cursorul pe centrul armăturii
2. Prin apăsarea butonului din stânga al mausului şi prin mişcarea acestuia se modifică poziţia armăturii,
3. După ce s-a aşezat armătura pe poziţia nouă se introduc noile coordonate pe paleta de coordonate şi se apasă o tastă de comandă.

Afișarea armăturii efective

După definirea parametrilor și a armăturii efective și este activată reprezentarea obiectelor cu contur 3D (Opțiuni/Opțiuni de reprezentare/Simboluri/Obiecte cu contur 3D, **vezi...** 2.16.18 Opţiuni de reprezentare), poate fi văzută și armarea efectivă în model (**vezi...** 6.5.3 Parametri de armare a grinzilor (încovoiere pe o direcție)).

Calculul neliniar

Anumiți parametri care sunt luați în considerare în calculul neliniar al grinzilor și stâlpilor din beton armat pot fi setați de către utilizator: (**vezi...** 6.5.5 Analiza neliniară a grinzilor și stâlpilor din beton armat):

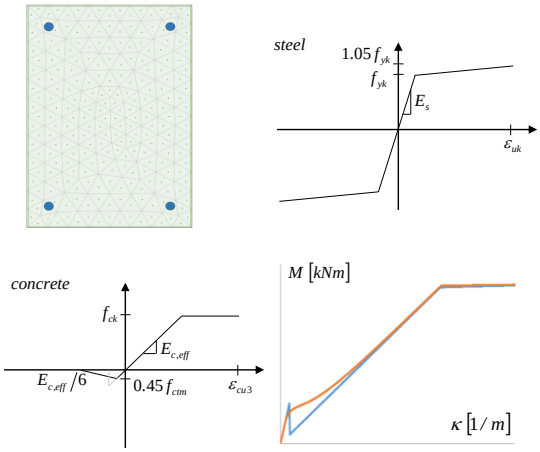
- Rezistența la întindere a betonului
- Rezistența la întindere/încovoiere pe partea întinsă
- deformare prin contracție.

6.5.5. Analiza neliniară a grinzilor și stâlpilor din beton armat

În cazul unei analize neliniare pot fi luate în considerare armăturile efective, parametrii betonului și comportamentul neliniar al interacțiunii oțelului cu betonul (**vezi...** 5.1 Statică) pentru următoarele standarde:

Eurocode 2: EN 1992-1-1:2004
SIA : SIA 262:2003

Programul poate calcula eforturile compatibile cu forma deformată a elementelor, luând în considerare comportarea neliniară a betonului și armăturilor. Aceste calcule sunt realizare pe baza punctelor Gauss, pe curburile axelor locale y și z ale elementelor și axul central prin prelungirea axelor centrale. Eforturile sunt integrate numeric cu modelul de tip Fiber. Secțiunea de beton este divizată într-un număr de fibre triunghiulare; eforturile pentru beton și armătură sunt calculate pe baza deformațiilor, în centrul de greutate, după următorul model de calcul. Pentru evitarea problemelor de convergență dintre starările de tensiune I și II, programul folosește o tranziție mai lină prin utilizarea zonei modificate a betonului întins. Conform analizelor de verificare, deplasările astfel calculate se apropie de deplasările calculate cu formule standardizate cu o diferență <5%. Diferența dintre curba caracteristică a materialului din EC și SIA constă în valorile parametrilor, forma curbei fiind identică.



Pentru a evita problemele de convergență, a fost modificat comportamentul betonului cu o tranziție mai ușoară între stările de tensiune I și II
Conform analizelor de verificare, deplasările astfel determinate, cu o eroare mică (<5%), aproximează deplasările care pot fi determinate cu ajutorul formulelor standardizate.
Eforturile de tensiune a betonului sint calculate cu următoarele formule, pe baza capitolului 7.4.3 din EN 1992-1-1:

$$\sigma = E\varepsilon(1-\zeta)$$

$$\zeta = \min\left[\max\left[1-\alpha\beta\left(\frac{f_t}{E\varepsilon}\right)^{\gamma};0\right];1\right]$$

Valorile factorilor α și γ sunt selectați (în funcție de raportul dintre modulul Young al betonului și oțelului și funcție de raportul de întărire) în funcție de rezultatele unui studiu parametric pentru a calcula deformările în conformitate cu secțiunea 7.4.3. din EN 1992-1-1.

☞ ***β este un coeficient care ia în considerare influența duratei încărcării. În conformitate cu EN 1992-1-1, β poate fi selectată 0,5 în cazul încărcărilor de lungă durată și 1 în cazul încărcărilor de scurtă durată. În cazul în care se ia în considerare fluajul la efctuarea analizei neliniară , β este se consideră 0,5. În cazul în care nu se ține cont de fluaj în timpul analizei neliniară poate fi de asemenea utilizat β = 0,5 sau β = 1,0 (vezi...*** *3.3.7 Standard**).***

Fluaj și contarcție

Se poate lua în considerare fluajul, respectiv contracția în cazul unui calcul static neliniar (**vezi...** 5.1 Statică). Fluajul influențează la fel valoarea modulului de elasticitate a betonului pentru fiecare element. În cazul contracției se, la curbele calculate se adaugă două curbe suplimentare ky și kz (calculate din dispunerea armăturii și cantitatea de armare) în conformitate cu curba de contracție dată. (a se vedea ... 6.5.3 Parametri de armare a grinzilor (încovoiere pe o direcție) și 6.5.4 Parametri de armare a stâlpilor (încovoiere pe două direcții)) prin deformarea din contracție, o curbă de contracție calculată în conformitate cu proiectarea armăturii se adaugă la deformările calculate.

☞ ***Scopul luării în considerare a armăturii efective în analiza statică neliniară este calculul mult mai precis al deplasărilor pentru elemente liniare din beton armat prin verificarea la starea limită de serviciu prin luarea în considerare a comportamentului neliniar. Nu este recomandată verificarea elementelor din beton armat la starea limită ultimă utilizând acest model de integrare a fibrelor. Este deasemenea important de notat faptul că analiza statică neliniară nu poate fi utilizată în locul analizei pushover (vezi...*** 4.10.24 Încărcări Pushover – modul SE2***) deoarece modurile de material prezentate nu iau în considerare degradarea ciclică în rezistența/rigiditatea elementelor din beton și metal, flambajul barelor de armătură etc.***

După rularea analizei neliniare cu armătură efectivă, pot apărea următoarele mesaje de eroare:

1. *„Increment X, Bara Y: Efortul axial depășește rezistența la încovoiere/întindere"*
2. *„Increment X, Bara Y: Momentul încovoietor depășește rezistența la încovoiere*
3. *„Increment X, Bara Y: Nu este suficientă armătura longitudinală"*
4. *„Increment X, Bara Y: Deformația specifică este mai mare decât deformația limită"*

Scopul mesajelor de eroare este de a înștiința utilizatorul despre posibile erori din parametrii de armare.

6.5.6. Analiza neliniară a plăcilor din beton armat

În analiza statică de ordinul I săgeata plăcilor este determinată pe baza teoriei elasticității. În practică plăcile de beton armat se comportă neliniar elastic. Armătura măreşte, iar fisurile reduc rigiditatea plăcilor din beton armat. La determinarea săgeţilor în domeniul neliniar programul ţine cont de aceste două efecte.

Urmărirea exactă a acestor două efecte este efectuată în cazul analizei neliniară, luând în considerare armarea actuală sau calculată (a se vedea 5.1 Statică).

Analiza neliniară a elementelor din beton armat de suprafață (luând în considerare materialul neliniar și comportamentul structural) poate fi utilizată pentru calcularea deformării structurilor din beton armat, prin verificarea stărilor limită de utilizare.
Analiza neliniară a suprafețelor de beton armat (ex. luând în considerare fisurarea secțiunii transversale) poate fi utilizată pentru calcularea deformărilor structurilor de beton armat prin verificarea stărilor limită de exploatare. Calculul mai sus menționat nu este recomandat pentru verificarea capacității portante a structurii. De asemenea, este important de remarcat faptul modelele de materiale încorporate nu iau în considerare armăturile, sau degradarea rezistenței betonului (în funcție de proiectarea armăturii) datorită încărcării alternante, îndoirii oțelului și ruperii betonului. Prin urmare, calculul nu este recomandat pentru analiză pushover. (Analiză pushover, **vezi**... 4.10.24 Încărcări Pushover – modul SE2).

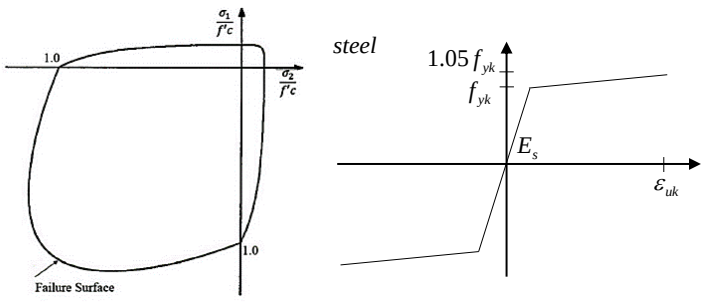
Standarde

MSz: MSz 15022-1:1986
Eurocode 2: EN 1992-1-1:2004
SIA: SIA 262:2003

Calculul

Neliniaritate ε-N; κ -M

Programul în punctele de Gauss, kx, κy și κxy pe baza alungirilor εx, εy și xy a curbelor și suprafețelor medii, luând în considerare comportamentul neliniar al materialelor structurii, calculează solicitările compatibile cu deformațiile. Integrarea solicitărilor se face numeric, cu model de fibre. Secțiunea transversală unitară a betonului armat este împărțită în benzi cu număr finit. Rezistența fibrelor se calculează pe baza tensiunii din centrul fibrei și pe baza modelului de material neliniar din beton / oțel.



Pentru a evita problemele de convergență, modelul materialului din beton a fost ușor modificat pe partea întinsă similară cu grinzile și stâlpii.

Neliniaritate ε-N (perete)

În acest caz, neliniaritatea este luată în considerare doar între alungirile suprafețelor medii și forțele secționale. Momentele încovoietoare sunt calculate din elasticitatea curburii, fără a lua în considerare alungirea și forțele secționale.

Neliniaritate κ –M (placă)

În acest caz, neliniaritatea este luată în considerare numai între curburile suprafeței centrale și momentele încovoietoare. Forțele secționale sunt calculate în mod elastic pe baza alungirilor suprafețelor medii, momentul de răsucire Mxy și curba κxy. Integrarea momentelor încovoietoare în cele două direcții principale locale (x, y) se realizează independent de forța normală. Găsirea echilibrului se face într-un mod iterativ. Forțele membranare și Mxy sunt calculate în mod elastic.

☞ ***În cazul plăcilor la care are un rol semnificativ torsiunea, doar calculul neliniar al comportamentului κx-Mx și My-My poate subestima deformarea. În astfel de cazuri, recomandăm utilizarea primului model complex pentru a trata comportamentul neliniar în raport cu cele șase componente de deformare.***
În cazul modelului neliniar κ-M, pentru a calcula cât mai exact săgețile, elementul de torsiune în matricea de rigiditate este considerată cu o valoare redusă dacă suprafața este fisurată la un anumit punct în ambele direcții principale. Dacă înălțimea zonei fisurate este considerabilă (> 0,5H), rigiditatea la torsiune este considerată la 15% din valoarea inițială. Valoarea interpolată liniară este folosită între cele două stări.

☞ ***În cazul plăcilor pentru care s-a folosit armare înclinată în alte decât direcții locale de x și y (Vezi ...*** *6.5.1 Calculul parametrilor de armare și calculul armăturii pentru elemente plane – modul RC1****), efectul fisurării și armării nu sunt luate în considerare la calculul neliniar.***

Cantitatea de armătură minimă

Se poate cere luarea în considerare a nelinearității suprafețelor din beton armat la începutul analizei statice neliniare (a se vedea 5.1 Statică) pentru armare efectivă sau calculată. Programul este sensibil la cantitatea de armătură. Pentru a evita problemele de convergență în cazul armării aplicate, programul ia în considerare cantitatea minimă de armătură în orice loc și în direcția (în sus sau în jos) unde se aplică armare perpendicular pe ea, dar nu este armată în direcția respectivă. Este o experiență obișnuită faptul că în cazul armării aplicate convergența este mai bună. În cazul armăturii calculate, conform standardelor, pentru o mai bună convergență, setați *Luare în considerare cantitatea minimă* (a se vedea ... 6.5.1 Calculul parametrilor de armare și calculul armăturii pentru elemente plane – modul RC1).

Elemente în interiorul conturului stâlpilor

Dacă opțiunea *Netezirea rețelei deasupra stâlpilor* este selectată, pot fi identificate elementele finite din conturul stâlpilor. Pentru a evita problemele de convergență, comportamentul nelinar al acestor elemente nu este luat în considerare.

Fluaj și contracție

Se poate lua în considerare fluajul, respectiv contracția în cazul unui calcul static neliniar. (**vezi...** 5.1 Statică) Fluajul influențează la fel valoarea modulului de elasticitate a betonului pentru fiecare element..
Contracția este considerată în felul următor: Efectul contracției este luată în considerare doar în cazul flambajului. Contracția este considerată numai în deformații date de încovoiere.

Neliniaritate ε-N; κ -M

Două valori calculate (bazate pe aranjament și cantitatea de armare și pe starea secțiunii de beton armat) se adaugă curburilor induse de contracție (și anume κx și κy) la deformațiile calculate în funcție de deformația de contracție dată (**vezi....** 6.5.1 Calculul parametrilor de armare și calculul armăturii pentru elemente plane – modul RC1))
Pe baza deformării din contracție date dupa direcțiile x și y, în funcție de armare și fisurare, se calculează o curbă de contracție care se adaugă la deformarea calculată. (a se vedea... 6.5.1 Calculul parametrilor de armare și calculul armăturii pentru elemente plane – modul RC1). Rezultă că un element de suprafață neîncărcat provoacă de asemenea o săgeată.
În cazul contracției se, la curbele calculate se adaugă două curbe suplimentare ky și kz (calculate din dispunerea armăturii și cantitatea de armare) în conformitate cu curba de contracție dată.

Neliniaritate ε-N (perete)

Armarea în pereți este de obicei simetrică, astfel încât curburile de contracție nu sunt luate în considerare în acest caz.

Neliniaritate κ –M (placă)

În cazul acesta, pe baza deformării din contracțiile date dupa direcțiile x și y, în funcție de armare și fisurare, se calculează o curbă de contracție care se adaugă la deformarea calculate.
Două valori calculate (bazate pe aranjament și cantitatea de armare și pe starea secțiunii de beton armat) se adaugă la deformațiile calculate în funcție de deformația de contracție dată.

Mesaje de eroare

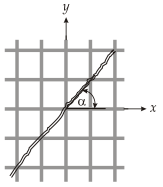
După finalizarea analizei neliniare cu armarea efectivă, pot apărea următoarele mesaje de avertizare*:*
„Forța normală depășește rezistența."
„Alungirea depășește alungirea limită."
Scopul mesajelor de eroare este de a informa utilizatorul despre eventualele erori care pot apărea în timpul calculului cu armare efectivă.

6.5.7. Calculul deschiderii fisurilor

Calculul deschiderii fisurilor pentru elementele şaibă, placă şi învelitoare se poate efectua conform standardelor următoare:

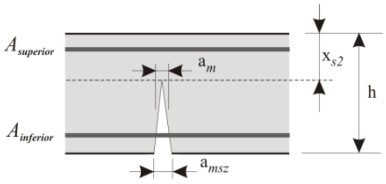
STAS STAS 10107/0-90
Eurocode 2: EN 1992-1-1:2004

Direcţiile de armare sunt considerate direcţiile axelor locale x, y ale plăcilor, șaibelor și învelitorilor, respectiv direcțiile axelor ***ξ*** și ***η*** în cazul armării înclinate. Programul reprezintă deschiderea fisurilor cu suprafeţe, şi direcţia fisurilor cu linii.
Pentru definirea parametrilor vezi capitolul 6.5.2 Aria de armătură efectivă



Rezultate

În tabel sunt date următoarele date:



w_k : deschiderea fisurii în axul armăturii
w_{k2} : deschiderea fisurii în fibra extremă a betonului
x_{s2} : înălţimea zonei comprimate de beton
σ_b: efortul unitar în fibra cea mai comprimată de beton
σ_a: efortul unitar în armătura întinsă
wR: direcţia fisurii faţă de axa locală x

At(x/ξ): aria de armătura efectivă inferioară și superioară în direcție ***x*** (direcția ***ξ*** *în cazul armării înclinate*)
At: aria de armătura efectivă inferioară și superioară în direcție y (direcția ***η*** în cazul armării înclinate)

☞ ***Programul atenţionează dacă în armătura întinsă efortul unitar depăşeşte limita de curgere. Calculul deschiderii fisurilor se face cu armarea efectivă.***

6.5.7.1. Analiza conform STAS

$w_k = \frac{d}{4}\frac{\sigma_a^2}{E_a \tau_{amed}}$, pentru procente de armare mai mici de 0.30% sau 0.40% în cazul elementelor întinse

$w_k = \lambda_f \psi \frac{\sigma_a}{E_a}$

d diametrul mediu a armăturilor
σ_a efortul unitar în armătură
E_a modulul de elasticitate al armăturii
τ_{amed} efortul unitar de aderenţă
λ_f distanţa dintre fisuri
ψ indicele de conlucrare dintre beton şi armătură

Pentru procente de armare mai mici de 0.30% sau 0.40% în cazul elementelor întinse programul ia în considerare cea mai mare dintre valorile calculate cu relaţiile de mai sus.
Programul ţine cont dacă direcţia fisurii nu este perpendiculară pe armătură şi determină unghiul în funcţie de axa locală ***x***.

6.5.7.2. Analiza conform Eurocod 2

$w_k = s_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$, unde

$S_{r,max}$ distanţa maximă dintre fisuri
ε_{sm} deformaţia specifică a oţelului beton
ε_{cm} deformaţia specifică a betonului între două fisuri.

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_{s2} - k_t \frac{f_{ctm}}{\rho_{\rho,eff}}(1 + \frac{E_s}{E_{cm}}\rho_{\rho,eff})}{E_s} \geq 0{,}6 \cdot \frac{\sigma_{s2}}{E_s}$$

$s_{r,max} = k_3 \cdot c + k_4 \cdot k_1 k_2 \frac{\overline{\Phi}}{\rho_{\rho,eff}}$ (sau $s_{r,max} = \frac{\sigma_{s2}\phi}{3.6 f_{ct,eff}}$ în cazul DIN EN 1992-1-1)

unde,

$\bar{\phi}$ diametrul mediu al armăturilor
c acoperirea cu beton
k_1 coeficient în funcţie de tipul oţelului (profilat/neted)
k_2 coeficient în funcţie de natura întinderii excentrice
k_3 *factor a cărui valoare se consideră în general 3.4*
k_4 *factor a cărui valoare se consideră în general 0.425*

Factorii k_3 şi k_4 pot fi setaţi în fereastra *Standarde* sub fila *Beton armat* (a se vedea... 3.3.7 Standard)

kt factor pentru durata încărcării
pentru încărcări de scurtă durată kt=0.6
pentru încărcări de lungă durată kt=0.4

$\rho_{\rho,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}}$ procentul de armare.

În ipoteza în care sunt folosite oţeluri netede sau între armaturile profilate distanţa medie este mai mare decât $5 \cdot (c + \bar{\phi}/2)$, atunci $s_{r,\max} = 1{,}3 \cdot (h - x_2)$.

Programul ţine cont dacă direcţia fisurii nu este perpendiculară pe armătură şi determină unghiul în funcţie de axa locală ***x***.

6.5.8. Determinarea forţei tăietoare capabile pentru plăci şi învelitoare

Coduri de proiectare

Eurocode 2: *EN 1992-1-1:2004*
DIN: *DIN 1045-1:2001-07*
SIA: *SIA 262:2013*

AxisVM calculează rezistența la forfecare a plăcii sau a invelitorii (membranei) armate fără armare la forfecare, armarea (a_{sw}), dacă este necesară, și rezistența maximă la forfecare a structurilor plăcii și a carcasei, cu armătură în funcție de cedarea betonului în compresiune.
Programul determină rezistența la forfecare a plăcii sau a învelitorii din beton armat fără armături și calculează forța maximă de forfecare pentru plăci și învelitoare armate în conformitate cu deteriorarea betonului prin comprimare. În plus, se calculează valoarea forței de forfecare rezultată perpendiculară pe placă, diferența dintre forța de forfecare rezultată (φ), diferența dintre forța de forfecare rezultată și rezistența la forfecare și raportul dintre forța de forfecare rezultată și forța de forfecare maximă.

☞ ***Ocazional, din cauza unor reguli diferite, calculul prezentat în această secțiune nu poate înlocui testul de perforare, deoarece rezistența la perforare trebuie verificată separat!***

$v_{sz} = \sqrt{v_{xz}^2 + v_{yz}^2}$ rezultanta forţei tăietoare unde v_{xz} ,v_{yz} sunt componentele în planurile normale x şi y.

$\phi = \arctan(q_{yz} / q_{xz})$ unghiul suprafeţei normale în care acţionează rezultanta q_{Rz}
pot fi interogate separat ca o componentă a rezultatelor

$d = (d_x + d_y)/2$ media înălţimii active

Armare ortogonală în direcția x/y:
$\rho_l = \rho_x \cos^2 \phi + \rho_y \sin^2 \phi$ procentul de armare longitudinală.
ρ_x și ρ_y procente de armare în direcțiile de armare x și y, calculate din armături întinse.
Armare înclinată:
$\rho_l = \rho_\xi \cos^2(\phi - \alpha) + \rho_\eta \cos^2[\beta - (\phi - \alpha)]$ procentul de armare longitudinală.
ρ_ξ și ρ_η procente de armare în direcțiile de armare ξ și η, calculate din armături întinse.
Vezi... 6.5.1 Calculul parametrilor de armare și calculul armăturii pentru elemente plane – modul RC1

$\rho_l = \rho_x \cos^2 \phi + \rho_y \sin^2 \phi$ procentul de armare longitudinală
ρ_x şi ρ_y procentele de armare din armatura întinsă pentru direcţiile x şi y

☞ ***Pentru EUROCODE forta ţăietoare capabilă se determină în funcţie de armarea efectivă iar pentru STAS fără armarea efectivă.***

6.5.8.1. Analiza conform STAS

Forţa tăietoare capabilă:
$Q = 0.75 \cdot b \cdot h_0 \cdot m_t \cdot R_t$
unde:
$h_0 = \frac{h_{0x} + h_{0y}}{2}$ şi $m_t=1$
Dacă în placă este forţă axială:
pentru compresiune $m_t = 1 + 0.5n$,
pentru întindere cu excentricitate mică $m_t = 1$
pentru întindere cu excentricitate mare $m_t = \frac{\frac{e_0}{h} - 0.5}{\frac{e_0}{h} + 0.5}$

Forţa tăietoare pentru Q şi diferenţa (q_{Rz}-Q) se poate reprezenta cu izolinii şi suprafeţe.

6.5.8.2. Analiza conform Eurocod 2

Forţa tăietoare capabilă:
$V_{Rd,c} = \left[C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right] \cdot d \geq (v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot d$ unde,
$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c$
$k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2{,}0$, $k_1 = 0{,}15$
$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} \leq 0{,}2 \cdot f_{cd}$, $v_{\min} = 0{,}035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$
N_{Ed} forţa normală perpendiculară pe planul rezultantei q_{Rz}. Semnul N_{Ed} pentru compresiune este pozitiv.
Procentul de armare $\rho_l \leq 0{,}02$.$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} z v_1 f_{cd} \frac{\cot\theta + \cot\alpha}{1 + \cot^2\theta}$
unde

$$v_1 = v = 0{,}6\left[1 - \frac{f_{ck}}{250}\right] \qquad z = 0{,}9d$$

$$\alpha_{cw} = 1{,}0 \leftarrow \sigma_{cp} = 0$$

$$\alpha_{cw} = \left(1 + \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}}\right) \leftarrow 0 < \sigma_{cp} \leq 0{,}25 f_{cd}$$

$$\alpha_{cw} = 1{,}25 \leftarrow 0{,}25 f_{cd} < \sigma_{cp} \leq 0{,}5 f_{cd}$$

$$\alpha_{cw} = 2{,}5\left(1 - \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}}\right) \leftarrow 0{,}5 f_{cd} < \sigma_{cp} \leq f_{cd}$$

z este braţul pârghiei forţelor interne

Calculul brațului de pârghie al forțelor interne

Brațul de pârghie al forțelor interne este calculat conform unuia dintre cele două moduri, pe baza setărilor specificate de utilizator (**Vezi...** 6.5.1 Calculul parametrilor de armare și calculul armăturii pentru elemente plane – modul RC1)) :

- calculul forțelor interne pe baza echilibrului unui model sandwich cu trei straturi:
- aproximativ $z = 0.9d$

Calcularea armăturii de forfecare necesare

Dacă v_{Ed} este mai mare decât $V_{Rd,c}$, este necesară armarea la forță tăietoare pentru a rezista forțelor de forfecare. Armarea necesară (e.g. [mm²/m²]) este calculată cu ajutorul următoarei formule. Dacă v_{Ed} este mai mare decât $V_{Rd,max}$, secțiunea nu poate fi armată la forță tăietoare. În aceste cazuri, software-ul avertizează utilizatorul cu un mesaj de avertizare.

$$a_{sw} = \frac{v_{Ed}}{z f_{ywd} 1m[(\cot\theta + \cot\alpha)\sin\alpha]}$$

Forța tăietoare pentru $V_{Rd,c}, V_{Rd,max}$ şi diferența $V_{Ed} - V_{Rd,c}$ și $V_{Ed}/V_{Rd,max}$ se poate reprezenta cu izolinii şi suprafețe.

6.5.9. Armarea stâlpilor – modul RC2

STAS : STAS 10107/0-90

Eurocode 2 : EN 1992-1-1:2004

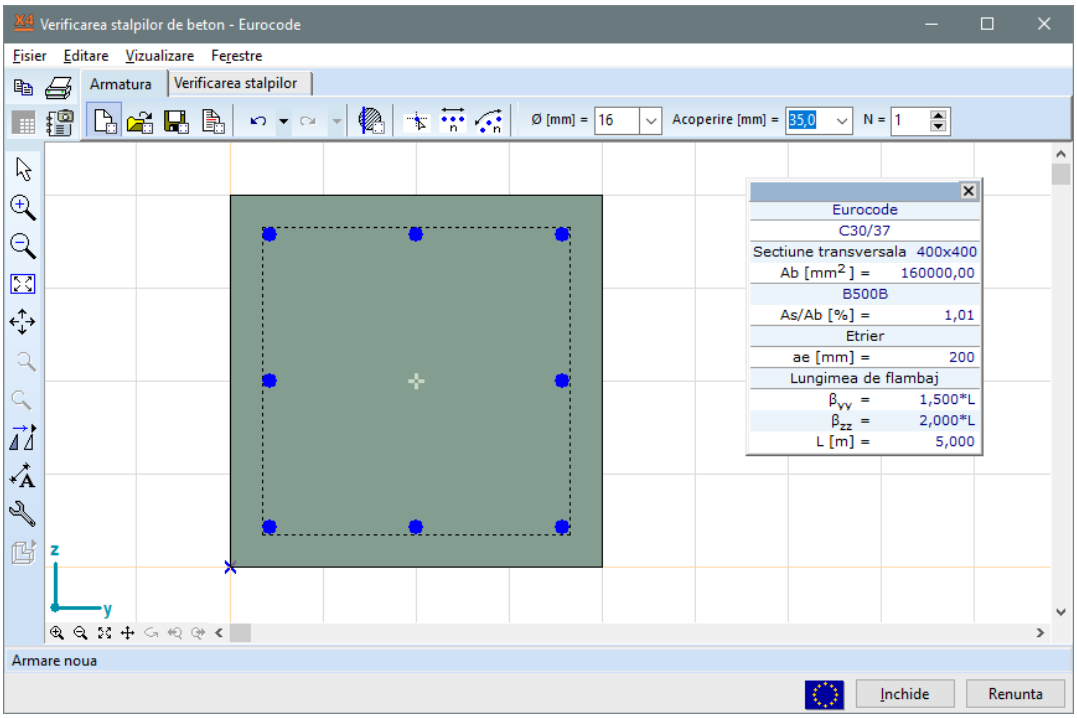
Pentru editare se folosesc tastele prezentate în capitolul 2.5 Folosirea tastaturii, a mausului şi a cursorului.

Pe pagina **Armătură** se poate defini secţiunea stâlpului, materialele şi lungimea de flambaj.

Schimbând pagina pe **Verificare armare,** programul face automat calculele şi determină suprafaţa de interacţiune M-N.

Definirea armăturilor

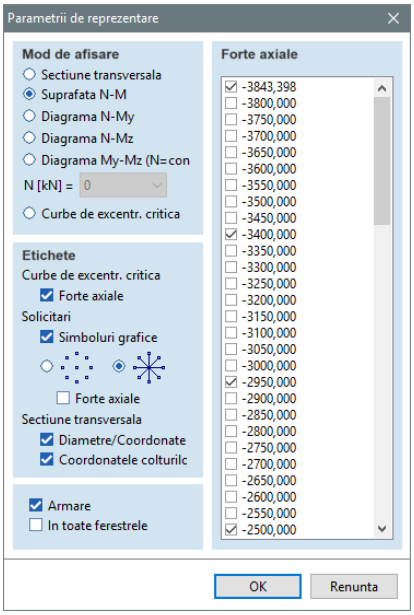
Parametrii de armare a stâlpilor pot fi definiți în fereastra de mai jos. **Vezi detaliat în cap.** 6.5.4 Parametri de armare a stâlpilor (încovoiere pe două direcții).



Verificarea armării

Programul efectuează verificarea împotriva momentului încovoietor cu sau fără forță axială, forțe tăietoare și momente de torsiune ale stâlpului pe baza proprietăților secțiunii transversale și a parametrilor de armare și determină creșterile excentricității pentru forțele din stâlpii selectați (sau oricare valori $N_x, M_{yb}, M_{zb}, M_{yt}, M_{zt}$)pe baza parametrilor de flambaj dați și în conformitate cu cerințele codului de proiectare curent.
Apăsând pe *Armarea stâlp,* programul verifică stâlpul la forțe de întidere/compresiune, forfecare și momente de torsiune excentrice, pe baza datelor secțiunii și pe baza armării.
Programul determină creșterile de excentricitate pentru stâlpii selectați (sau orice valori N_x, M_{ya}, M_{za}, M_{yf}, M_{zf}) pe baza parametrilor de flambaj dat și în conformitate cu cerințele standardului ales. Calculează forțele de proiectare $N_{x,Ed}$, $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$ folosind creșterile de excentricitate și verifică dacă aceste puncte se află în diagrama de interacțiune.
În cazul verificării la forfecare, programul determină rezistența la forfecare a betonului și a etrierilor și limita superioară a rezistenței la forfecare a diagonalei comprimate de beton.
În cazul verificării la torsiune, programul determină rezistența la torsiune a betonului și limita superioară a rezistenței la torsiune a diagonalei comprimate de beton. În timpul determinării eficienței, efectul combinat al forfecării și torsiunii este, de asemenea, luat în considerare.

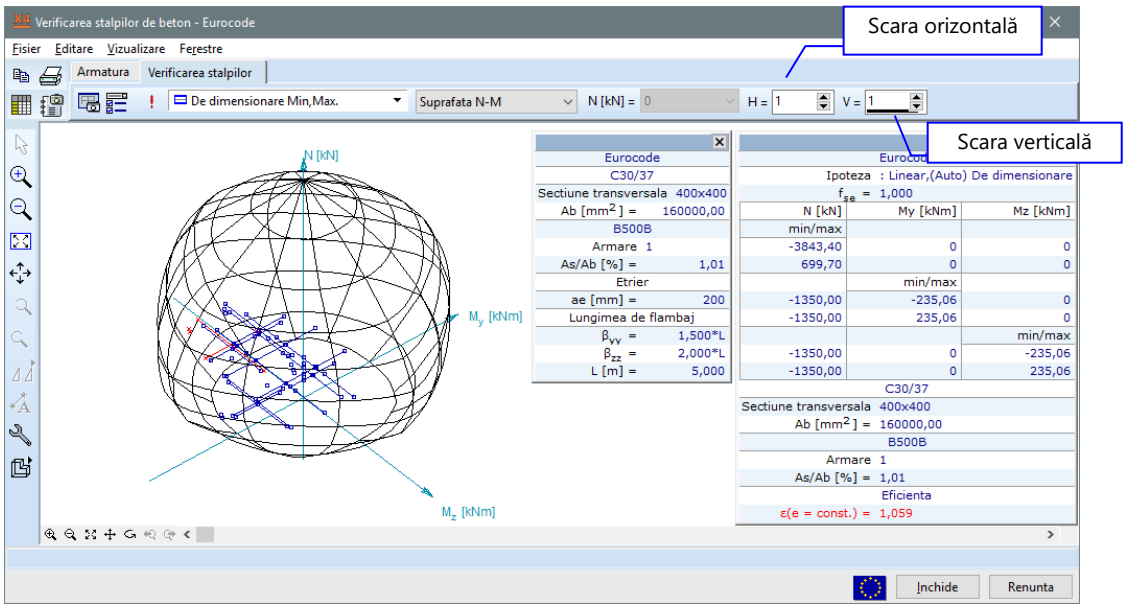
Reprezentarea diagramelor se poate seta în următoarea fereastră de dialog.



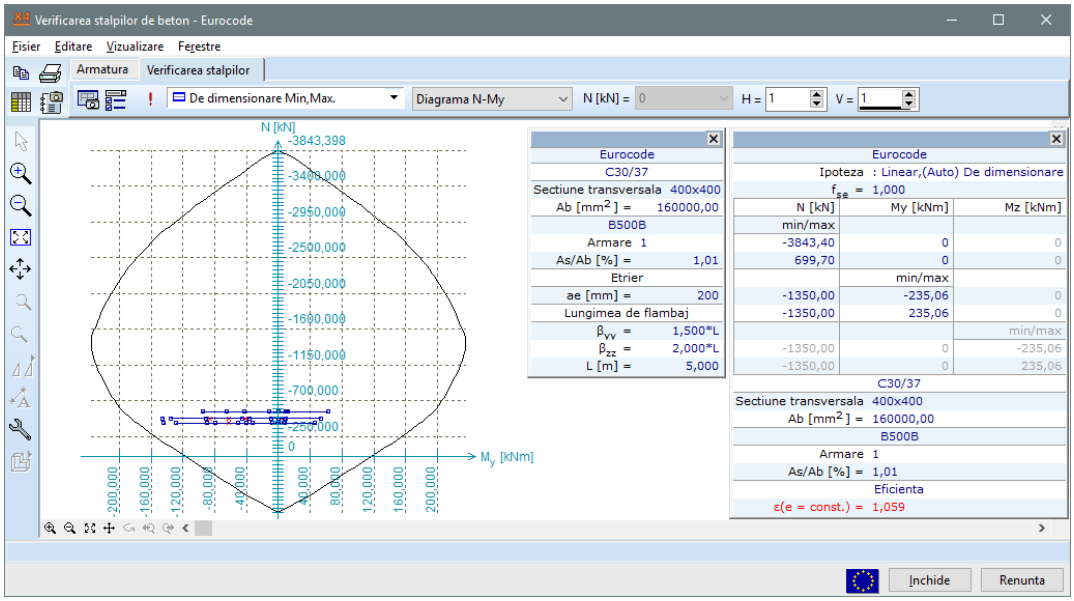
Se pot selecta nivelurile de forţe axiale reprezentate pe diagramele și curbele N-M, N-My, N-Mz.
Dacă se optează pentru afişarea solicitărilor efective barelor selectate, pe diagramă se vor afişa punctele solicitărilor. Valoarea forţelor axiale aferente punctelor se poate afişa pe diagramă.
Simbolurile folosite sunt următoarele:

pătrat albastru — dacă solicitarea efectivă $N_{x,Ed}$-$M_{y,Ed}$ -$M_{z,Ed}$ este în interiorul curbei.
× cruce roşie — dacă solicitarea efectivă $N_{x,Ed}$-$M_{y,Ed}$-$M_{z,Ed}$ este în afara curbei. Valoarea forţelor aferente acestor puncte sunt afişate pe diagramă.

Suprafaţa N-M Reprezentarea axonometrică a suprafeţei N_x-M_y-M_z.



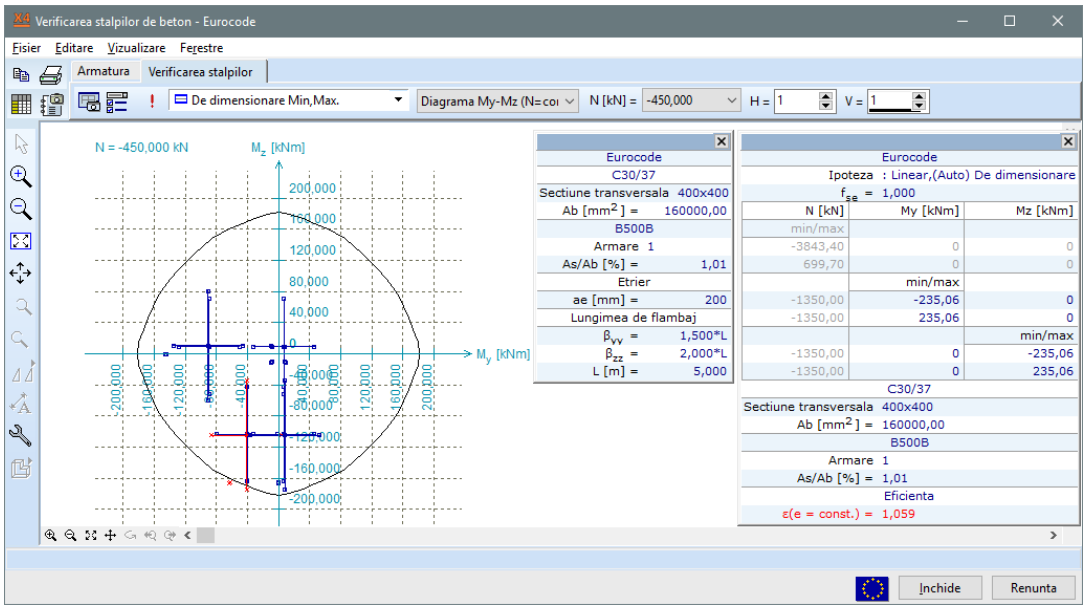
Curba N-M Reprezentarea axonometrică a curbelor N_x-M_y sau N_x-M_z.



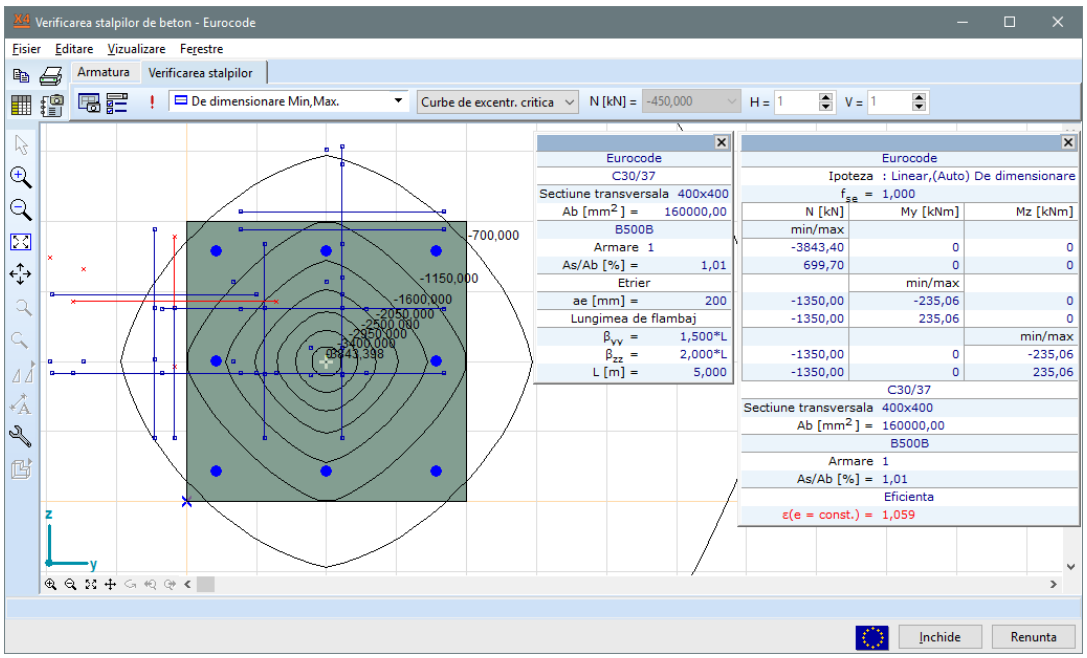
Se poate utiliza la secţiuni care au o axă de simetrie.

Diagrama My-Mz

Diagrama M_y -M_z–aferentă forţei axiale *N*.

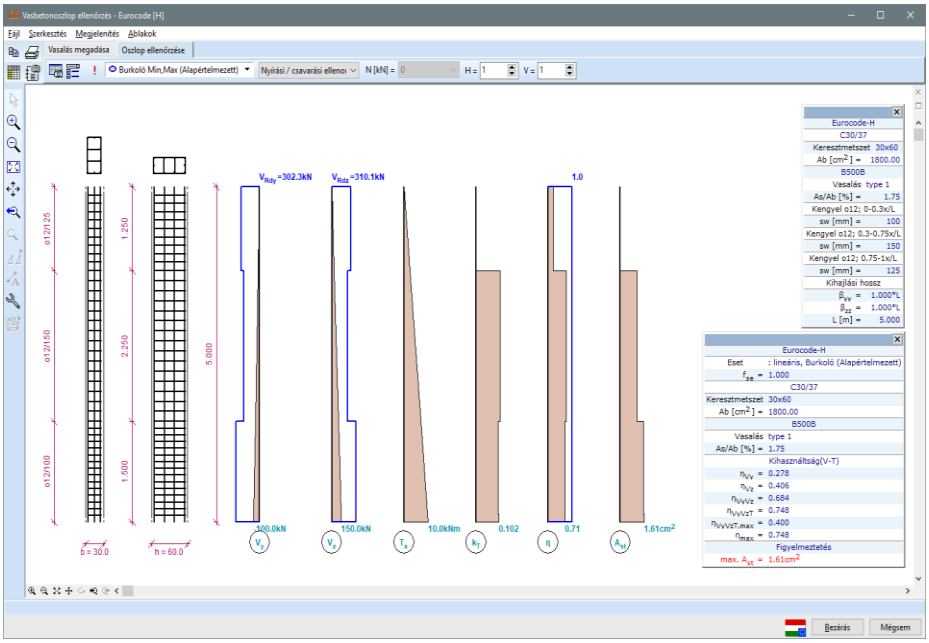


Curba excentricităţilor limită



Reprezentarea curbelor cu excentricităţile limită determinate de valorile $\frac{M_{yRdi}}{N_i}$ şi $\frac{M_{zRdi}}{N_i}$.

Verificare la forța tăietoare/torsiune



Următoarele figuri și diagrame sunt afișate în fereastră:

a) desenul de armare a stâlpului,
b) forțele de forfecare Vy și Vz cu rezistență la forfecare (linia albastră - fără torsiune),
c) momentul de torsiune Tx cu rezistență la torsiune (linia albastră),
d) factorul kT (eficiența etrierilor pentru torsiune) de-a lungul stâlpului,
e) eficiența maximă η de-a lungul stâlpului,
f) Ast Armătură longitudinală suplimentară necesară pentru torsiune de-a lungul stâlpului.

Verificarea forfecării și torsiunii poate fi efectuată numai pentru secțiunile dreptunghiulare și circulare.

În cazul rezultatelor din combinația de dimensionare sau înfășurătoare, rezultatele sunt afișate doar pentru o singură combinație de încărcare (care rezultă în utilizarea maximă). Sunt disponibile rezultate detaliate pentru fiecare combinație, caz de încărcare.

A Pentru a mări performanța calculului, stâlpul este împărțit în mai multe secțiuni. Se creează o nouă secțiune, unde oricare dintre forțele interne ajunge la vaoarea min./max. valoare, unde se schimbă distanța dintre etrieri și în cazul în care se modifică schema de forță interioară Vy, Vz sau Tx. Componentele de rezultate kT, η și Ast sunt calculate în partea de jos și în partea de sus a fiecărei secțiuni. Valorile maxime sunt afișate numai pentru fiecare secțiune din fereastră.

Vezi... 6.5.9.4 Verificarea stâlpului la forța tăietoare și la torsiune

☞ ***Rezultatele parțiale sunt disponibile pentru fiecare secțiune, dacă cursorul este deplasat peste linii negre (reprezintă axa coloanei).***

Solicitări

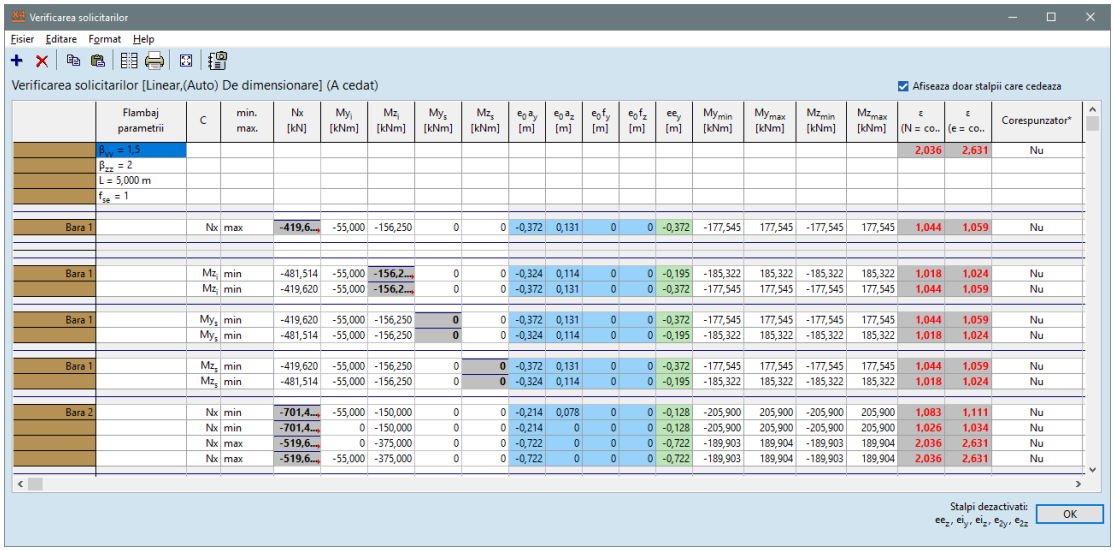
Tabelul de verificarea solicitărilor al stâlpului conține forțele și momentele normale maxime din partea superioară și capătul inferior al stâlpilor selectate și diferite valori de excentricitate. Pot fi afișate limitele momentelor de încovoiere pentru $M_{y,Rd,min}$, $M_{y,Rd,max}$, $M_{z,Rd,min}$, $M_{z,Rd,max}$.

Eficiențe

Eficiențele calculate sunt disponibile în format tabelar. Dacă suprafața N-M, diagrama N-My, diagrama N-Mz, diagrama My-Mz sau curba de excentricitate critică este activă, eficiențele prezentate sunt corelate cu verificarea stâlpului la compresiune/întindere excentrică.
Modul de afișare a verificării la forfecare / torsiune este activ, iar rezultatele verificării la forfecare și torsiune sunt afișate.

Efiecienețe – compresiune/întindere excentică

Programulcalculează două tipuri de eficiență. Primul este ε (N = const.), Eficiența momentului: acest lucru este definit pe diagrama My-Mz ca raport al distanței punctului forței de proiectare de la originea la distanța dintre punctul de intersecție al curbei și jumătatea liniei trase din origine prin același punct de la origine. Al doilea este ε (e = const.) eficiența pentru excentricitate constantă. Este definit în spațiul N-My-Mz ca raport al distanței punctului forței de proiectare de la origine la distanța dintre punctul de intersecție al suprafeței N-M și jumătatea liniei trase din origine prin același punct de la origine.



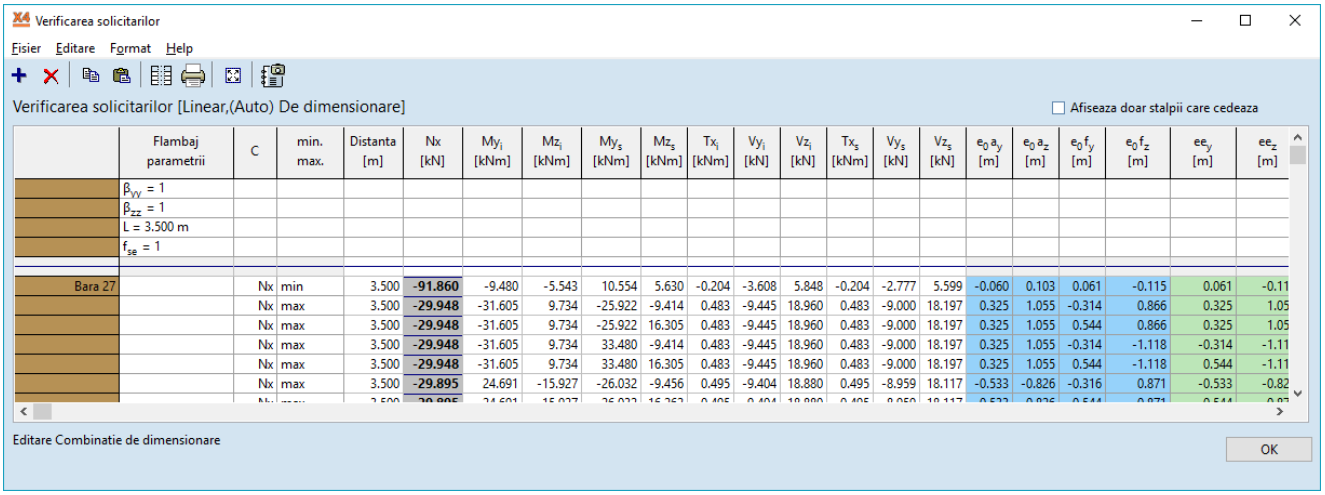
Eficiențe – forfecare/torsiune –

Programul prezintă următoarele eficiențe în tabel:

- ηVy: Eficiența forfecării în direcția locală y fără torsiune.
- ηVz: Eficiența forfecării în direcția locală z fără torsiune.
- ηVyVz: Eficiența totală a forfecării fără torsiune.
- ηVyVzT: Eficiența totală a forfecării cu torsiune.
- ηVyVzT,max: Eficiența totală a diagonalei comprimate de beton.
- ηmax: Eficiența maximă calculată din cele sus amintite.

Pe lângă eficiențe, programul afișează rezistențele de forfecare în raport cu axele locale y și z, rezistentele reduse la forfecare al etrierilor datorită torsiunii și armătura suplimentară necesar pentru preluarea torsiunii.

A se vedea... 6.5.9.4 Verificarea stâlpului la forța tăietoare și la torsiune



Doar stâlpile necorespunzătoare

Dacă această opțiune este setată, programul afișează doar datele stâlpilor necorespunzătoare.

6.5.9.1. Calculul excentricităților

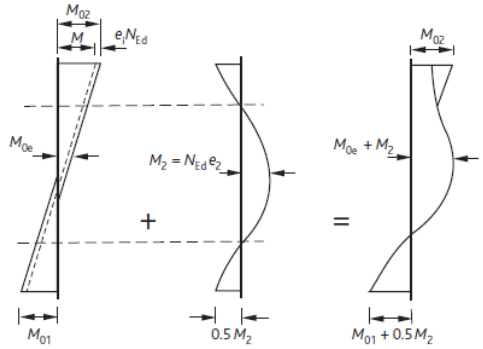
Calcularea excentricității în AxisVM se bazează pe o metodă care presupune că valoarea momentelor de încovoiere de-a lungul stâlpului este suma momentelor de încovoiere de ordinul întâi, momentele de încovoiere datorate imperfecțiunilor geometrice și momentelor de încovoiere de ordinul doi (EN 1992-1-1 5.8.8.2) .

Orice secțiune de-a lungul stâlpului poate fi critică. $M_{Ed} = M_0 + M_i + M_2$
unde

M_0 Moment de încovoiere de ordinul întâi

M_i moment de încovoiere datorată imperfecțiunilor geometrice

M_2 moment de încovoiere de ordinul doi



(*A. J. Bond et al., How to Design Concrete Structures using Eurocode 2. UK, 2006*)

Conform acestei metode, verificarea unui stâlp cu condiții limită arbitrare poate fi efectuată dacă momentele de încovoiere sunt disponibile în toate secțiunile srâlpului.

Moment de încovoiere de ordinul întâi

AxisVM analizează diagrama momentului de încovoiere de ordinul întâi de-a lungul stâlpului și împarte stâlpul la numărul de extreme +1. Astfel se poate ține seama de efectul forțelor intermediare asupra stâlpului. Momentele de încovoiere între valorile extreme sunt determinate prin interpolare liniară.

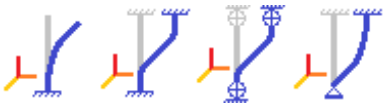
Moment de încovoiere datorat imperfecțiunilor geometrice

În cazul elementelor armate, momentele de încovoiere datorate imperfecțiunilor geometrice sunt considerate a fi constante de-a lungul stâlpului deoarece 1) axa coloanelor pe diferite niveluri nu este neapărat colinară; 2) dacă stâlpul are noduri rigide, o curbură locală determină același moment de încovoiere (N · ei) la capete decât la mijloc, dar cu semnul opus.

Forme de flmabaj pentru elemente rigidizate:

În funcție de standardul folosit se consideră diferența de mărime pentru elementele nerigidizate. În cazul elementelor nerigidizate (în cazul în care acest lucru există în standardul folosit), ținând seama de curba inițială, presupunem diagramă de moment încovoietor triunghiulară.

Forme de flmabaj pentru elemente nerigidizate:



Dacă imperfecțiunile globale sunt luate în considerare prin sarcini suplimentare care acționează asupra structurii, ele trebuie ignorate în calculul armăturii stâlpului. Pentru a realiza acest lucru, trebuie activate *Numai imperfecțiunile locale*. În cazul acesta se consideră doar o imperfecțiune geometrică locală constantă, iar lungimea de flambaj maximă este egală cu lungimea elementului (β ≤ 1.0)

Moment de încovoiere de ordinul doi

În funcție de codul de proiectare selectat, momentele de ordinul doi se calculează pe baza formei de flambaj sau din momentele de ordinul întâi (extins cu momentele de încovoiere datorate imperfecțiunilor). Prima metodă de calcul se numește metoda nominală de curbură., în timp ce cea de-a doua este metoda rigidității nominale

Metoda nominală de curbură

Momentele de ordinul II se calculează cu funcții trigonometrice, presupunând că momentul de încovoiere la amplitudinea maximă este egal cu N · e2. Amplitudinea maximă se obține în funcție de forma de flambaj selectată (**Vezi...** 6.5.4 Parametri de armare a stâlpilor (încovoiere pe două direcții))

1) $e_2 = \sin\left(\frac{\pi x}{L}\right) e_{2,0}$

2) $e_2 = \cos\left(\frac{\pi x}{2L}\right) e_{2,0}$

3) $e_2 = \cos\left(\frac{3\pi x}{2L}\right) e_{2,0}$

4) $e_2 = \cos\left(\frac{2\pi x}{L}\right) e_{2,0}$

5) $e_2 = \cos\left(\frac{\pi x}{L}\right) e_{2,0}$

6) $e_2 = \left[1 - \frac{\beta - 0.5}{0.5}\right] \cos\left(\frac{2\pi x}{L}\right) e_{2,0} - \left[1 - \frac{1-\beta}{0.5}\right] \sin\left(\frac{\pi x}{L}\right) e_{2,0}$

7) $e_2 = \cos\left(\frac{\pi x}{L}\right) e_{2,0}$

8) $e_2 = \cos\left(\frac{3\pi x}{2L} + \frac{\pi}{2}\right) e_{2,0}$

9) $e_2 = \cos\left(\frac{\pi x}{2L} + \frac{\pi}{2}\right) e_{2,0}$

$e_{2,0}$ Este amplitudinea maximă a excentricității de ordinul doi.

Metoda rigidității nominale

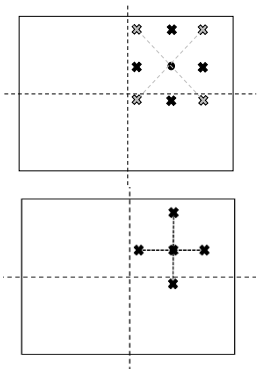
Această metodă ignoră forma de flambaj. Suma momentelor de încovoiere de ordinul întâi și momentele de încovoiere datorate imperfecțiunilor se înmulțește cu un factor. Pentru detalii suplimentare, a se vedea EN 1992-1-1. Olandeză și daneză

Excentricitate minimă

Codurile de proiectare necesită de obicei examinarea unei excentricități minime dacă excentricitatea calculată este mai mică decât această limită. În AxisVM, dacă suma excentricității de ordinul I, a excentricității datorate imperfecțiunilor și a excentricității de ordinul doi nu atinge minimul, excentricitatea datorată imperfecțiunilor este mărită pentru a se asigura excentricitatea minimă.

Încovoiere după două direcții

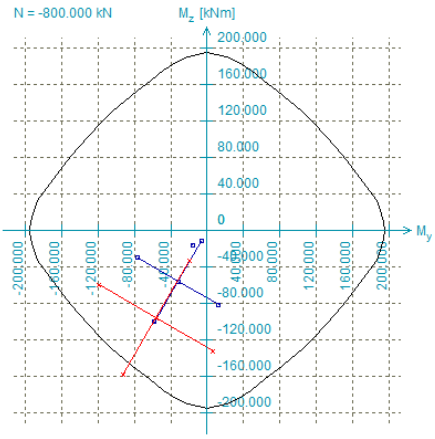
Un stâlp din beton armat este în general supus la încovoiere după două direcții, deoarece imperfecțiunile geometrice și excentricitățile de ordinul doi pot fi luate în considerare în ambele direcții principale. Sunt acoperite în total 5 cazuri. Centrul crucii reprezintă suma excentricității de ordinul întâi și a excentricității din imperfecțiunile geometrice. Excentricitățile de ordinul II sunt luate în considerare cu semnul +/-. Excentricitățile de ordinul doi pot fi considerate simultan (a) sau independent (b) în direcțiile y și z (A. W. Beeby, W. Beeby, R. S. Narayanan (2009): *Designer's guide to Eurocode 2: Design of concrete structures*).
(**vezi...** 6.5.4 Parametri de armare a stâlpilor (încovoiere pe două direcții)



Stâlp dublu simetric

Sunt cazuri speciale stâlpile tipice circulare și patrate, care, de obicei, se armează în general simetric. În cazul în care Ix = Iy și pentru secțiunea transversală și pentru armarea și rezemările sunt simetrice, atunci nu măsuram excentricitățile în direcții principale, ci pe baza momentelor de ordinul întâi născute în secțiunea critică pentru flambaj.

☞ ***Notă: Ilustrațiile din această secțiune au fost create luând în considerare cazul (b), când excentricitățile de ordinul doi sunt luate în considerare independent. Dacă excentricitățile de ordinul doi ar fi fost luate în considerare simultan (cazul (a)), ilustrațiile ar arăta o reprezentare diferită a excentricităților..***



6.5.9.2. Verificare conform MSZ (Încovoiere cu forță axială)

Momentele de dimensionare pentru cele două direcţii: $M_d = N_d \cdot e_d$ unde N_d forţa axială din stâlp, şi $e_d = \eta \cdot (e_0 + e_a)$ excentricitatea de dimensionare pe direcţia încovoierii.

e₀ : excentricitatea forţei axiale

$e_0 = \frac{M_I}{N_d}$, $\eta = \frac{M_{II}}{M_I}$

eₐ : excentricitatea adiţională.

$e_a = \frac{h}{30}$ dar minim *20mm*, unde *h* este dimensiunea stâlpului în planul paralel în care acţionează momentul încovoietor

Programul determină excentricităţiile pe cele două direcţii şi analizează următoarele situaţii la cele două capete ale stâlpului:

$$M_{dy} = N_d \cdot \eta_{yy} \cdot (e_{0z_i} \pm e_{az})$$

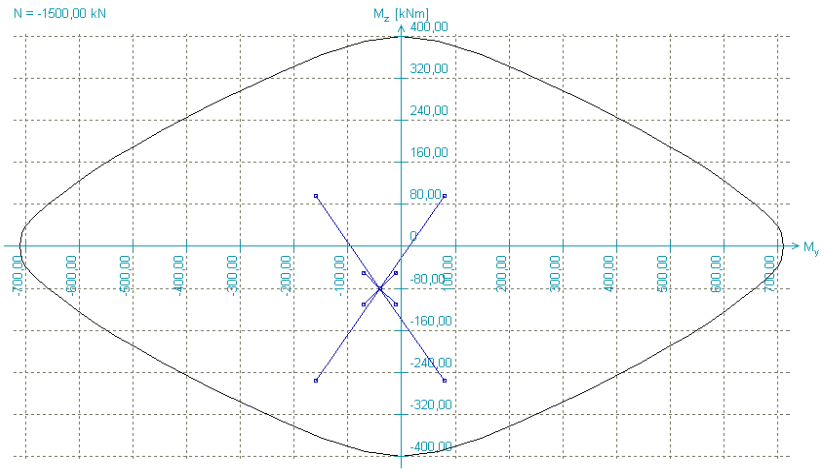
$$M_{dz} = -N_d \cdot \eta_{zz} \cdot (e_{0y_i} \pm e_{ay})$$

$$M_{dy} = N_d \cdot \eta_{yy} \cdot (e_{0z_s} \pm e_{az})$$

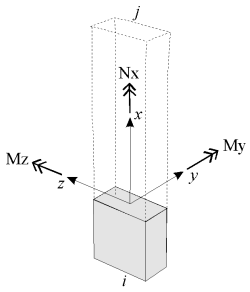
$$M_{dz} = -N_d \cdot \eta_{zz} \cdot (e_{0y_s} \pm e_{ay})$$

Programul calculează solicitările (M_{dy}, M_{dz}, N_d) şi verifică dacă sunt în interiorul suprafeţei de interacţiune. Dacă într-o situaţie nu este îndeplinită condiţia, atunci secţiunea cu armarea reaspectivă nu este corespunzătore.

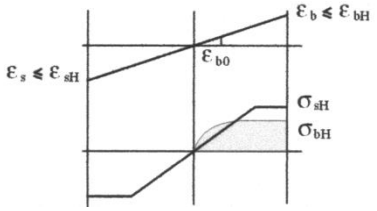
Valorile e_{0iy} , e_{0iz}, şi e_{0sy} , e_{0sz} sunt excentricităţile fortei axiale la cele două capete ale stâlpului.



Pe diagramele *N-M* limită sunt vizualizate punctele asociate acestor momente încovoietoare.
Tabelul se poate completa cu valori suplimentare de solicitări.
Semnele solicitărilor sunt conform figurii alăturate.
Analiza presupune următoarele ipoteze:



Diagrame σ,ε :



Barele care au diametrul mai mic de 10 mm nu se iau în considerare

6.5.9.3. Verificare conform Eurocod 2 (Încovoiere cu forță axială)

Momentele de dimensionare pentru cele doua direcţii: $M_d = N_d \cdot e_d$ unde N_d forţa axială din stâlp, si $e_d = e_e + e_i + e_2$ excentricitatea de dimensionare pe direcţia încovoierii. Excentricitate minimă: max (20 mm, h/30).

e_e este excentricitatea inițială calculată din forța și momentul de ordinul întâi.
Excentricitățile inițiale la marginile secțiunii investigate:

$$e_e = M_I / N_d$$

Excentricitățile inițiale la secțiunea transversală intermediară a secțiunii investigate (excentricitate echivalentă):

$$e_e = \max\begin{Bmatrix} 0.6 \cdot e_a + 0.4 \cdot e_b \\ 0.4 \cdot e_a \end{Bmatrix} \text{ și } |e_a| \geq |e_b|,$$

unde e_a și e_b sunt excentricitățile inițiale la marginile secțiunii investigate.

e_i este e**xcentricitatea din imperfecțiunile geometrice.**
$e_i = \alpha_h \Theta_0 \frac{l_0}{2}$, unde l_0 este lungimea de flambaj, $\alpha_h = 2/\sqrt{l}$ și $\frac{2}{3} \leq \alpha_h \leq 1$, unde l este înălțimea stâlpului.
Θ_0 – conform codurilor naționale

e_2 este **excentricitatea de ordinul doi.**
Excentricitatea de ordinul doi este luată în considerare dacă $\lambda \geq \lambda_{lim} = 20 \frac{ABC}{\sqrt{n}}$ unde $n = \frac{N_{Ed}}{A_c f_{cd}}$

☞ ***Calculul lui λlim poate fi diferit în funcție de normativul selectat.***

Metoda de calcul prescrisă de e_2 poate fi metoda nominală de curbură sau metoda nominală de rigiditate, în funcție de normativul selectat. În unele normative este permisă aplicarea ambelor metode. În aceste cazuri, se aplică metoda nominală de curbură.

Metoda niminală de curbură

$e_2 = \frac{1}{r}\frac{l_0^2}{c}$

unde $\frac{1}{r} = K_r K_\varphi \frac{f_{yd}}{E_s \cdot 0.45 \cdot d'}$
$8 \leq c \leq \pi^2$ Pe baza diagramei momentului de încovoiere de ordinul întâi
$K_r = \min\left\{\frac{N_u' - N_{Ed}}{N_u' - N_{bal}}; 1.0\right\}$, $K_\varphi = \max\{1 + \beta\varphi_{ef}; 1.0\}$,
$\beta = 0.35 + \frac{f_{ck}}{200} - \frac{\lambda}{150}$, unde f_{ck} este în N/mm
$d' = \frac{h}{2} + i_s$, unde i_s este raza de inerție a armăturii longitudinale

Metoda nominală de rigiditate

$e_2 = (e_e + e_i)\left[1 + \frac{\beta}{N_B/N_d - 1}\right]$,

unde $\beta = \frac{\pi^2}{c}$

N_B este sarcina de flambaj pe baza rigidității nominale

$EI = K_c E_{cd} I_c + K_s E_s I_s$ este rigiditatea nominală, unde

E_{cd} este valoarea de proiectare a modulului de elasticitate a betonului, a se vedea 5.8.6 (3) I_c este momentul de inerție al secțiunii transversale a betonului

E_s este valoarea de proiectare a modulului de elasticitate a armăturii, a se vedea 5.8.6 (3)

I_s este momentul de ordinul doi al zonei de armare, în jurul zonei de beton

K_c este un factor pentru efectele fisurilor, etc., a se vedea 5.8.7.2. (2), (3)

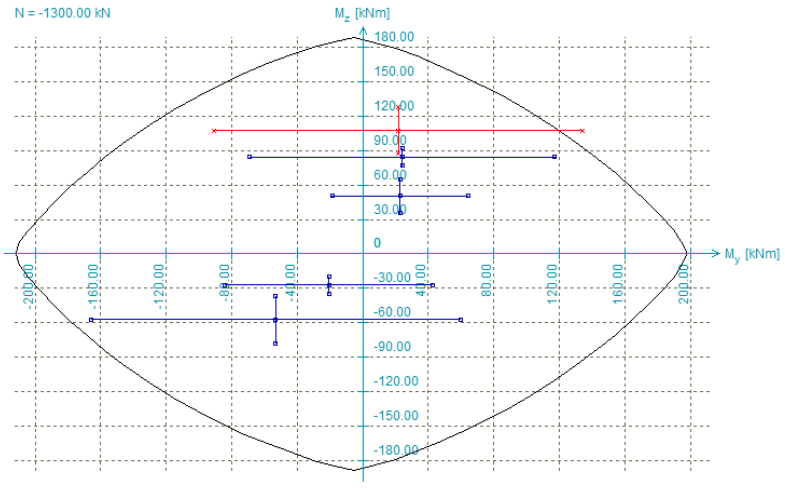
K_s este un factor pentru contribuția armării, a se vedea 5.8.7.2. (2), (3)

Excentricitățile sunt determinate în ambele direcții de încovoiere. Programul verifică următoarele situații de proiectare:

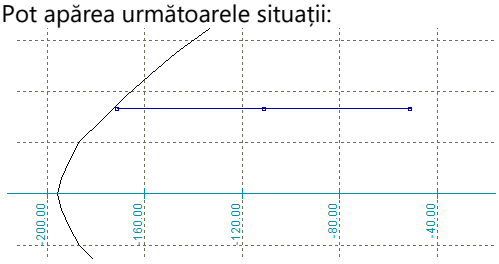
$\lambda_y/\lambda_z \le 2$ și $\lambda_z/\lambda_y \le 2$, $\frac{e_{dy}/b_{eq}}{e_{dz}/h_{eq}} \le 0{,}2$ sau $\frac{e_{dz}/h_{eq}}{e_{dy}/b_{eq}} \le 0{,}2$ *	Altfel
dacă $e_{dy}/b_{eq} > e_{dz}/h_{eq}$ $M_{dy,1} = 0$ $M_{dz,1} = -N_d(e_{ey} + e_{iy} \pm e_{2y})$ altfel $M_{dy,2} = N_d(e_{ez} + e_{iz} \pm e_{2z})$ $M_{dz,2} = 0$	$M_{dy,1} = N_d(e_{ez} + e_{iz})$ $M_{dz,1} = -N_d(e_{ey} + e_{iy} \pm e_{2y})$ $M_{dy,2} = N_d(e_{ez} + e_{iz} \pm e_{2z})$ $M_{dz,2} = -N_d(e_{ey} + e_{iy})$

* excepție DIN EN 1992-1-1 NA

AxisVM verifică dacă sarcinile calculate (Mdy, Mdz, Nd) se află în diagrama de interacțiune N-M. Dacă nu este satisfăcută în una dintre situațiile de proiectare, stâlpul cu secțiunea transversală dată și armarea nu verifică.

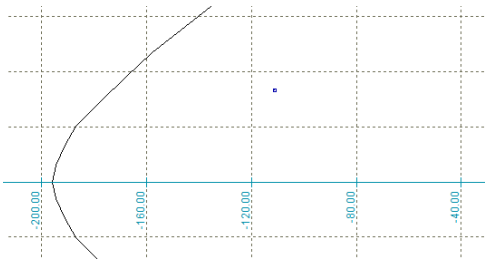


Pot apărea următoarele situații:



Motive posibile:

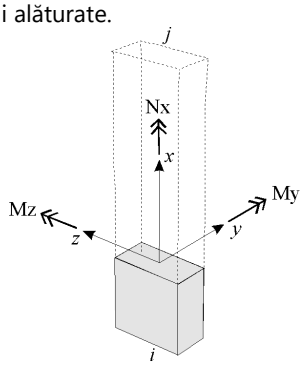
- senzația de oboseală legată de flambajul axei y sau z este mai mică decât valoarea limită λ_{lim};
- la capetele libere sau la capetele cu reazeme articulate, momentul de ordinul doi este zero;
- în cazul încovoierii după două direcții, în cazul în care criteriile sunt îndeplinite, excentricitățiile sunt afișate numai
- în direcția relevantă; considerarea excentricității de ordinul doi este oprită în jurul unei axe



Motive posibile:

- senzația de oboseală legată de flambajul axei y sau z este mai mică decât valoarea limită λ_{lim};
- la capetele libere sau la capetele cu reazeme articulate, momentul de ordinul doi este zero;
- considerarea excentricității de ordinul doi este oprită pentru ambele axe.

Pe diagramele *N-M* limită sunt vizualizate punctele asociate acestor momente încovoietoare.
Tabelul se poate completa cu valori suplimentare de solicitări.
Semnele solicitărilor sunt conform figurii alăturate.



Analiza presupune urmatoarele ipoteze:

Programul nu ţine cont de armătura longitudinala dacă se se îndeplineşte o condiţie din cele de jos:

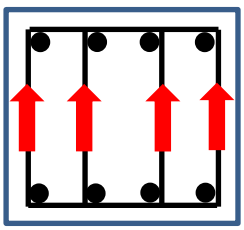
∅ < 8, s > 15 ∅, s> a $_{min,}$ s > 300 mm

Barele de armare longitudinale mai subțiri decât 1/15 din distanța etrierului vor fi ignorate pentru compresiune.

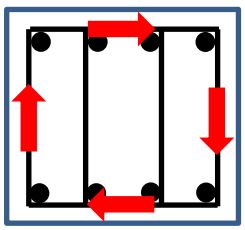
6.5.9.4. Verificarea stâlpului la forța tăietoare și la torsiune

Micșorarea rezistenței la forfecare a etrierilor datorită torsiunii (k_T)

Conform codurilor și ghidurilor de proiectare, armarea transversală nu poate fi utilizată în același timp pentru forfecare și torsiune. Din acest motiv, programul calculează eficiența ramurilor de forfecare considerând doar efectele de torsiune (kT) și calculează rezistența la forfecare a etrierilor cu valoarea redusă (1-k_T). Această rezistență redusă la forfecare este utilizată de calcularea eficienței globale din interacțiune prin forfecare și torsiune (ηVyVzT). Forțele de echilibru în etriere în urma efectelor de forfecare și torsiune:



***V_z** forfecare*



***T_x** torsiune*

Dacă eficiența etrierilor considerând doar torsiunea (kT) depășește 1,0, etrierii nu pot prelua forțe de forfecare. În aceste cazuri, utilizarea generală (overall utilization) cu interacțiunea forfecării și torsiunii, este η_{VyVzT}, nu poate fi calculată ce este marcat cu simbolul ???.

Efectul torsiunii este luat în calcul doar în cazul în care momentul de torsiune influențează în mod considerabil rezistența la forfecare (kT> 0,01), sau momentul de torsiune depășește 1% din rezistența la torsiune sau este îndeplinită următoarea condiție:

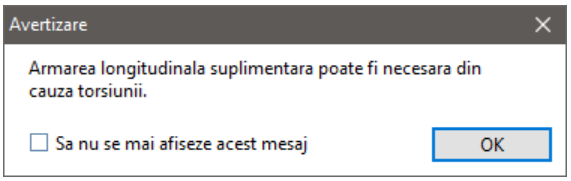
$$\frac{V_{y,E}}{V_{y,R,c}} + \frac{V_{z,E}}{V_{z,R,c}} + \frac{T_{x,E}}{T_{x,R,c}} > 1$$

Unde $V_{y,R,c}$, $V_{z,R,c}$ și $T_{x,R,c}$ sunt rezistența la forfecare a betonului în raport cu axele locale y și z și, respectiv rezistența la torsiune. Altfel, reducerea rezistenței la forfecare a etrierilor datorită torsiunii nu este luată în considerare (k_T = 0).

Armare longitudinală suplimentară pentru preluarea torsiunii (A_{st})

În cazul stâlpilor/grinzilor din beton armat, în cazul în care este necesară armarea longitudinală suplimentară pentru preluarea torsiunii, rezistența barelor de armătură este determinată de rezistența etrierilor și rezistența la torsiunea a armăturii longitudinale. Armătură longitudinală suplimentară trebuie distribuită uniform pe secțiune. Armarea pentru preluarea momentului de încovoiere nu poate fi luată în considerare pentru torsiune.
Deoarece efectele torsiunii nu sunt de obicei considerabile în cazul stâlpilor, armarea longitudinală se face la moment încovoietor. Programul calculează o armătură longitudinală suplimentară pentru preluarea torsiunii, în cazul în care torsiunea este considerabilă.

☞ ***Un mesaj de avertizare atrage atenția utilizatorului asupra necesității unei armări longitudinale suplimentare. Dacă opțiunea Sa nu mai apara mesajul este bifată, acest mesaj de avertizare nu este afișat din nou până când fereastra Armare efectiva la incovoiere biaxila (stalp) este deschisă.***



Eficiența totală a forfecării fără torsiune (η_{VyVz})

Stâlp cu secțiune rectangulară:

$$\eta_{VyVz} = \frac{V_{y,E}}{V_{y,R}} + \frac{V_{z,E}}{V_{z,R}} \leq 1$$

unde $V_{y,E}$ și $V_{z,E}$ sunt forțele de forfecare calculate din încărcări în raport cu axele locale y și z, iar $V_{y,R}$ și $V_{z,R}$ sunt rezistențe la forfecare calculate din parametrii de armare și etrieri în raport cu axele locale y și z.

În cazul secțiunilor circulare, programul calculează rezultanta forțelor de forfecare V_y și V_z, E. Rezultanta este comparată cu rezistența la forfecare a secțiunii calculate în direcția rezultantei:

$$\eta_{VyVz} = \frac{\sqrt{V_{y,E}^2 + V_{z,E}^2}}{V_R} \leq 1$$

Eficiența totală cu forfecării și torsiune (η_{VyVzT})

Eficiența η_{VyVzT} este evaluată similar cu η_{VyVz}, totuși, în acest caz, rezistența ramurilor exteriore ale etrierilor este redusă cu un factor (1-kT), în cazul determinării $V_{y,R}$, $V_{z,R}$ și V_R.
Torsiunea este considerată doar dacă momentul de torsiune influențează în mod considerabil rezistența la forfecare (kT> 0,01), sau momentul de torsiune depășește 1% din rezistența la torsiune sau este îndeplinită următoarea condiție:

$$\frac{V_{y,E}}{V_{y,R,c}} + \frac{V_{z,E}}{V_{z,R,c}} + \frac{T_{x,E}}{T_{x,R,c}} > 1$$

Eficiența totală a diagonalei comprimate de beton ($\eta_{VyVzT,max}$)

În cazul verificării prin forfecare și prin torsiune, rezistența maximă la forfecare și la torsiune a secțiunii transversale nu poate fi mai mare decât capacitatea portantă a diagonalei comprimate de beton. Dacă forțele de forfecare și momentele de torsiune sunt ambele prezente, efectul interacțiunii de forfecare și torsiune trebuie luat în considerare prin calcularea eficienței diagonalei comprimate de beton.

Stâlp cu secțiune rectangulară:

$$\eta_{VyVzT,max} = \frac{V_{y,E}}{V_{y,R,max}} + \frac{V_{z,E}}{V_{z,R,max}} + \frac{T_{x,E}}{T_{x,R,max}} \leq 1$$

În cazul secțiunilor circulare, programul calculează rezultanta forțelor de forfecare Vy și Vz, E. Rezultanta este comparată cu rezistența la forfecare a secțiunii calculate în direcția rezultantei:

$$\eta_{VyVzT,max} = \frac{\sqrt{V_{y,E}^2 + V_{z,E}^2}}{V_{R,max}} + \frac{T_{x,E}}{T_{x,R,max}} \leq 1$$

Dacă eficiența $\eta_{VyVzT,max}$ depășește 1,0, rezistența secțiunii poate fi mărită prin schimbarea clasei de beton sau prin creșterea secțiunii.

Rezistența la forfecare a secțiunii circulare

Rezistența la forfecare a stâlpilor din beton armat cu secțiune circulară este în principal identică cu cea efectuată în cazul secțiunilor rectangulare, există doar câteva modificări. Pentru informații suplimentare, vă recomandăm următoarele studii: John Orr - *Shear Capacity of Circular Concrete Sections*

Principalele diferențe luate în calcul:

a) Pentru calculul rezistenței la forfecare a betonului ($V_{y/z,R,c}$) și rezistenței maximă de calcul la forfecare a ($V_{y/z,R,max}$), 0.8D este utilizat ca lățimea secțiunii transversale, unde D este diamterul secțiunii.

b) În cazul etrierilor circulari, un factor de reducere (λ1) este utilizat la calculul rezistenței la forfecare datorită faptului că etrierii nu sunt paralele cu forța de forfecare de-a lungul înălțimii secțiunii. Factorul λ1 se calculează în felul următor [Turmo et. al (2008): *Shear truss analogy for concrete members of solid și hollow circular cross sections*] [J. Orr (2009): *Shear Capacity of Circular Concrete Sections*], unde z_0 este distanța dintre centrul armăturii întinse și centrul de greutate al secțiunii, z este brațul forțelor interne și r_s este distanța dintre linia centrală a etrierilor și centrul de greutate al secțiunii:

$$\lambda_1 = \int_0^1 \sqrt{1 - ((z_0 - zX)/r_s)^2}\, dX$$

c) În cazul fretelor, lângă factorul de reducere λ_1 este folosit un alt factor de reducere λ_2 deoarece componenta verticală a forței de rezistență nu este paralelă cu forța de forfecare. Factorul λ_2 se calculează în felul următor [I. Feltham (2004): *Shear in reinforced concrete piles și circular columns]*, unde p este pasul:

$$\lambda_2 = \left(\left(\frac{p}{2\pi r_s}\right)^2 + 1\right)^{-0.5}$$

Brațul al forțelor interne

În timpul calculului rezistenței la forfecare a unei secțiuni din beton armat, brațul forțelor interne (z) joacă un rol important. Brațul forțelor este interpretat ca distanța dintre centrul armăturii întinse și centrul zonei comprimate. În cazul grinzilor, z este selectat aproximativ 0.9d, unde d este înălțimea utilă. Cu toate acestea, dacă forța axială este prezentă, această aproximare nu poate fi utilizată. Programul calculează automat brațul forțelor interne, luând în considerare forța axială din secțiune.

6.5.9.5. Proiectare de capacitate: calcularea valorii de proiectare a forței de forfecare în conformitate cu Eurocode și SIA

În cazul structurilor disipative cu clasa de ductilitate DCM sau DCH (EN 1998-1-1), valorile de calcul ale forțelor de forfecare sunt determinate în conformitate cu regula de proiectare a capacității (în cazul în care încărcarea seismică este inclusă în combinația selectată), pe baza echilibrului stâlpului sub momentele finale $M_{i,d}$, corespunzătoare formării articulațiilor plastice pentru direcțiile pozitive și negative ale încărcării seismice

Calculul $M_{i,d}$

$$M_{i,d} = \gamma_{Rd} M_{Rc,i} min\left\{1; \frac{\sum M_{RB}}{\sum M_{RC}}\right\}$$

unde:

- i=1,2 denotează secțiunile finale ale stâlpului,
- γ_{Rd} factorul de incertitudine a modelului pentru valoarea de calcul a rezistențelor la estimarea efectelor acțiunilor de calcul asupra capacității, luând în considerare diverse surse de suprarezistență,
- $M_{Rc,i}$ valoarea de calcul a momentului capabil în capătul i al stâlpului luat cu sensul momentului de încovoiere sismic, pentru sensul considerat al acțiunii seismice;
- ΣM_{RB} și ΣM_{RC} suma valorilor momentelor capabile ale grinzilor și stâlpului care intră în nod.

Calculul V_{Ed}

$$V_{Ed} = V_{Ed,0} + V_{Ed,EQ}$$

unde:

- $V_{Ed,0}$ forța tăietoare din acțiunile neseismice inclusă în gruparea de acțiuni pentru o situație de proiectare seismică,
- $V_{Ed,EQ}$ forța tăietoare de calcul rezultată din analiza pentru o situație de proiectare sesismică.

Articulație plastică la partea inferioară și superioară

$$V_{Ed,EQ} = \frac{M_{1,d} + M_{2,d}}{l_{cl}}$$

unde:

- l_{cl} înălțimea liberă a stâlpului (setat la 90% din înălțimea stâlpului).

Articulație plastică la partea superioară

Dacă articulația plastică s-ar forma numai în partea superioară a coloanei (de exemplu datorită articulației etc.), se poate seta în fereastra parametrilor că articulația plastică este așteptată numai în partea superioară. În acest caz, valoarea de proiectare a forței tăietoare seismice se calculează în felul următor următor:

$$V_{Ed,EQ} = \frac{\left(M_{1,Ed,0} + x \cdot M_{1,Ed,EQ}\right) + M_{2,d}}{l_{cl}}$$

unde:

- $M_{1,Ed,0}$ momentul de încovoiere din acțiunile neseismice inclusă în gruparea de acțiuni pentru o situație de proiectare seismică,la partea inferioară
- $M_{1,Ed,EQ}$ momentul de încovoiere de calcul rezultat din analiza pentru o situație de proiectare sesismic, la partea inferioară
- x este un factor de multiplicare a momentului de încovoiere seismic pentru a atinge capacitatea momentului de încovoiere a articulației plastice din partea superioară.

Articulație plastică la partea inferioară

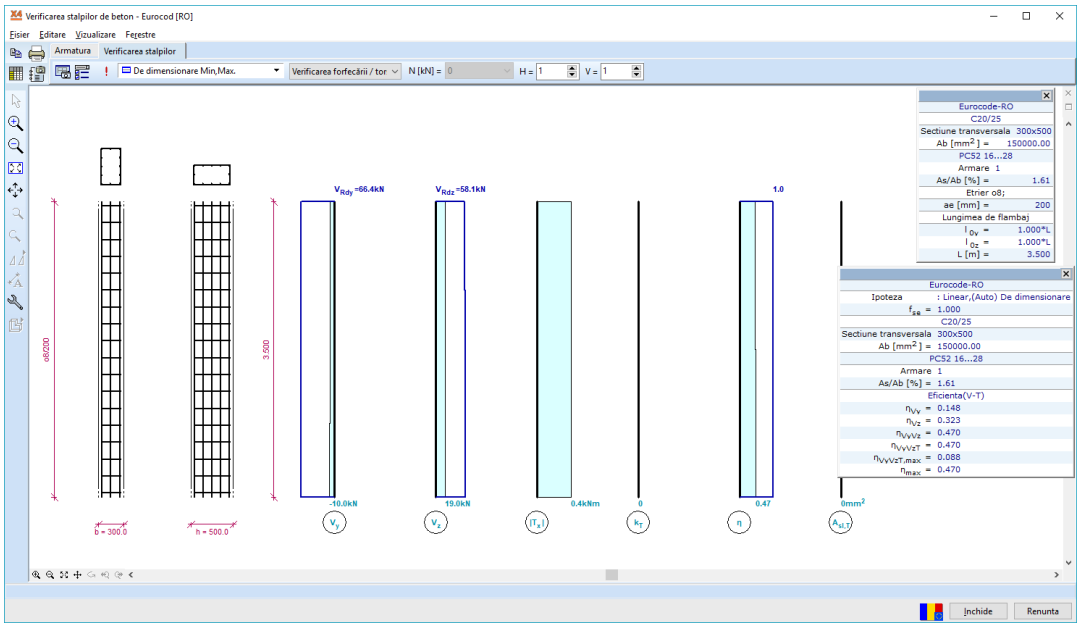
$$V_{Ed,EQ} = \frac{M_{1,d} + \left(M_{2,Ed,0} + x \cdot M_{2,Ed,EQ}\right)}{l_{cl}}$$

unde:

- $M_{2,Ed,0}$ momentul de încovoiere din acțiunile neseismice inclusă în gruparea de acțiuni pentru o situație de proiectare seismică,la partea superioară,
- $M_{2,Ed,EQ}$ momentul de încovoiere de calcul rezultat din analiza pentru o situație de proiectare sesismic, la partea superioară
- x este un factor de multiplicare a momentului de încovoiere seismic pentru a atinge capacitatea momentului de încovoiere a articulației plastice din partea inferioară

☞ ***Dacă forța tăietoare seismică din analiza seismică este mai mare decât forța tăietoare calculată pe baza regulilor de proiectare a capacității, forța tăietoare din analiza seismică este utilizată ca $V_{Ed,EQ}$.***

Rezultate



Calculul forței tăietoare seismice de proiectare descris mai sus se efectuează numai dacă există un caz de încărcare seismică în combinația de încărcări selectată. O forță tăietoare de bază (forță tăietoare dată de seism) calculată în conformitate cu regulile de proiectare la capacitate este adăugată forțelor de forfecare non-seismice în direcțiile y și z. Valoarea de proiectare a forței de forfecare, inclusiv forța de forfecare seismică, provenind din proiectarea capacității, este reprezentată de linii roșii întrerupte și solide. Forța de forfecare seismică trebuie luată în considerare atât cu semnul pozitiv, cât și cu cel negativ, având în vedere direcțiile pozitive și negative ale încărcării seismice. Linia roșie solidă reprezintă valori absolute mai mari.

☞ ***Programul verifică regulile de armare din standard privind rapoartele de armare longitudinală minimă / maximă, distanța maximă a etrierilor și diametrul minim al etrierilor. Mesajul de avertizare atrage atenția utilizatorului în fereastra de informații imediat după calculele de proiectare, dacă oricare dintre aceste reguli de armare nu a fost îndeplinită. În timpul definirii parametrilor, utilizatorul este informat despre îndeplinirea regulilor de armare privind distanța maximă a etrierilor și diametrul minim al etrierilor prin apăsarea butonului (a se vedea*** 6.5.4 Parametri de armare a stâlpilor (încovoiere pe două direcții)). ***Verificarea îndeplinirii normelor suplimentare specifice de detaliere specifice este responsabilitatea utilizatorului.***

6.5.10. Dimensionare armare grindă – modul RC2

Standarde

Programul AxisVM dimensionează armătura grinzilor conform standardelor următoare:

STAS: STAS 10107/0-90
Eurocode 2: EN 1992-1-1:2004

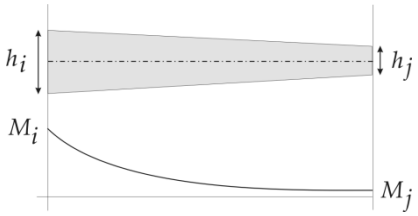
☞ ***Sunt considerate ca şi grinzi elementele care au o dimensiune considerabil mai mare decât celelalte două şi nu sunt solicitate la forţă axială.***

Parametri de armare a grinzilor

Programul se poate folosi pentru dimensionarea grinzilor cu secţiune constantă sau variabilă: secţiuni dreptunghiulare şi secţiuni dreptunghiulare cu placă. Grinda pe porţiunea analizată are secţiune constanta şi este din acelaşi material.
Calitatea oţelului considerat este acelaşi atât pentru armarea inferioară cât şi pentru cea superioară.
Armarea transversală se poate considera din material diferit faţă de cel din armarea longitudinală.
Dimensionarea grinzilor (definirea armăturii necesare și verificarea armăturilor) utilizează parametrii de dimensionare definiți în fereastra *Paremetri de armare a grinzilor* (**vezi...** 6.5.3 Parametri de armare a grinzilor (încovoiere pe o direcție)).

Secţiune variabilă

Programul ia în considerare reducerea forţei tăietoare rezultate din secţiunea variabilă. Dacă momentul creşte în aceeaşi direcţie ca şi secţiunea elementului, rezistenţa la forfecare creşte. în caz contrar scade.



Dacă valoarea $(h_i - h_j) \cdot abs(M_i - M_j)$ este pozitívă, atunci scade forţa tăietoare.
Se modifică forţa tăietoare cu

$$\Delta V = 2A_s f_{yd} \sin\alpha$$

unde A_s este aria armăturii longitudinale, α este unghiul dintre axul şi latura elementului.

Se presupune ca armătura longitudinală este paralelă cu latura elementului.

☞ ***Programul face numai analizele descrise, orice altă analiză descrisa în standarde trebuie efectuată de către utilizatorul programului.***
Programul nu face analiză pentru încovoiere oblică, solicitări compuse, pierderea stabilităţii grinzilor şi compresiunea locală din încărcările perpendiculare pe axul grinzii.
Programul nu se poate aplica pentru armarea consolelor scurte.

6.5.10.1. Etapele dimensionării grinzilor

Etapele dimensionării

Dimensionarea constă în doua etape:

1. dimensionarea armăturii longitudinale la solicitările M_y şi M_z
2. dimensionarea armaturii transversale pentru solicitările de forfecare V_z sau V_y şi de torsiune T_x

La determinarea armăturilor longitudinale forţa axiala se neglijează.
La forţe axiale considerabile se recomandă folosirea modulului de verificare armare stâlp.
Încovoierea şi forfecarea sunt analizate independent dar, la determinarea V_{Rd1} se ţine cont de aria de armătura întinsă (EC2, DIN1045-1, SIA262).
Armătura longitudinală este calculată pentru diagrama dilatată.

Următoarele diagrame pot fi afişate: Momentul de proiectare *(My_{Ed})*, armarea superioară / inferioară *(A_s)* calculată, forţa de forfecare proiectată (Vz), pasul etrierilor *(s_w)*, momentul de torsiune proiectat *(Tx)*, armatura de torsiune pe laturi *(A_{SL})*.

Rezultatele dimensionării

Armătura longitudinală

La calculul armăturii longitudinale se iau în considerare diametrele definite, astfel întotdeauna alegem un număr întreg de bare rotunjit în sus faţă de valoarea dată de program.

Din încovoiere

Armătura întinsă este reprezentată în culoarea albastră iar cea comprimată în culoarea roşie. Cantităţile armăturilor din procente minime de armare sunt reprezentate în culoarea gri.

Distanţa dintre etrieri

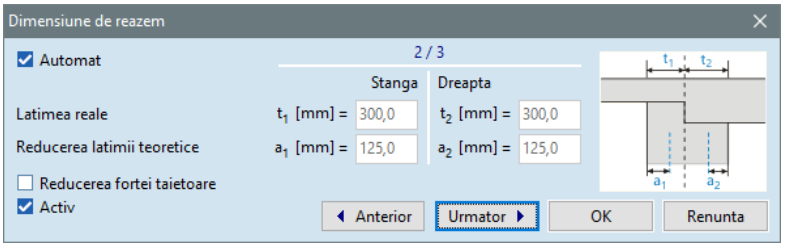
Distanţa maximă este reprezentată în culoarea neagră, distanţa calculată în culoarea albastră iar distanţele maxime din prescripţii în culoarea gri.

Armătura longitudinală din torsiune

Cantitatea de armătură necesară preluării torsiunii apare în culoarea mov.

Modificarea reazemelor

Programul recunoaşte automat elementele de reazem (stâlpi, pereţi, grinzi, reazeme nodale) dar proiectantul are posibilitatea modificării acestor reazeme.
Făcând clic pe simbolul reazemului, apare următoarea fereastră:



În fereastră avem posibilitatea de a defini următorii parametri:

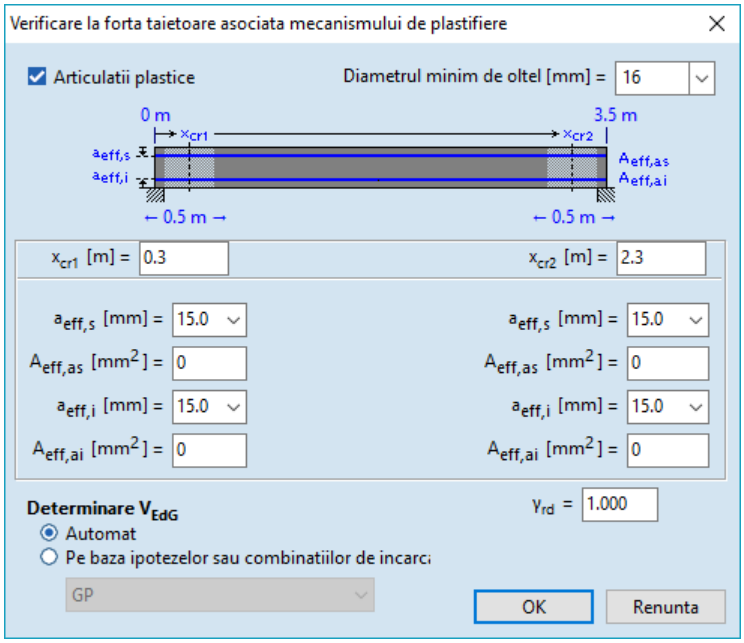
Automat Prin activarea opțiunii dimensiunile reazemului sunt calculate automat din model. În cazul în care opțiunea nu este activă trebuie definită *Lățimea reală* și *Reducerea lățimii teoretice*. Aici se poate defini distanța de la axul reazemului la ambele fețe și distanțele a_1 și a_2 de la fețele reazemului care nu vor fi luate în considerare în calcul. Solicitările sunt interpolate liniar între segmente.

Reducerea forței tăietoare Activând ***Reducerea forței tăietoare***, sunt reduse forțele tăietoare pe reazeme respectând prescripțiile din normativ.

Activ Nu se ia în considerare reazemul la dimensionare în cazul în care este dezactivată această opțiune.

Articulații plastice

În cazul structurilor disipative cu clasa de ductilitate DCM sau DCH (EN 1998-1-1), valorile de calcul ale forțelor de forfecare sunt determinate în conformitate cu regula de proiectare a capacității (în cazul în care încărcarea seismică este inclusă în combinația selectată), pe baza echilibrului stâlpului sub momentele finale Mi,d (cu i = 1,2 denotând secțiunile finale ale stâlpului), corespunzătoare formării articulațiilor plastice pentru direcțiile pozitive și negative ale încărcării seismice. (**vezi...** 6.5.9 Armarea stâlpilor – modul RC2).
Articulațiile plastice pot fi definite dacă există caz de încărcare seismică în model și factorul de comportare (q) **(vezi...** 4.10.23 Calculul seismului – modul SE1) este mai mare de 1,5 (cu excepția standardului Eurocode [RO]). Următorii parametri pot fi specificați de utilizator: factorul de siguranță, distanța dintre articulațiile plastice și armarea articulațiilor plastice. Lungimea sub articulațiilor plastice din fereastra de mai jos este lungimea zonei critice, în care programul consideră cerințe mai stricte în ceea ce privește regurilor de armare la forța tăietoare în vederea obținerii ductilității așteptate.



Având în vedere normele de proiectare a capacității, forța de forfecare proiectată se calculează în modul următor (în cazul în care încărcarea seismică este inclusă în combinația selectată):

$$V_{Ed} = V_{Ed,0} + V_{Ed,EQ}$$

unde:

- $V_{Ed,0}$ forța tăietoare din acțiunile neseismice inclusă în gruparea de acțiuni pentru o situație de proiectare seismică,
- $V_{Ed,EQ}$ forța tăietoare de calcul rezultată din analiza pentru o situație de proiectare sesismică.

$$V_{Ed,EQ} = \gamma_{Rd} \frac{M_{1,d} + M_{2,d}}{l}$$

unde:

- l distanța dintre articulațiile plastice ($x_{cr2} - x_{cr1}$).

Forța tăietoare seismică este considerată cu semn pozitiv și negativ, având în vedere direcțiile pozitive și negative ale încărcării seismice.

Parametrii grinzilor

Vezi... 6.5.3 Parametri de armare a grinzilor (încovoiere pe o direcție)

Afișarea rezultatelor

Afișarea diagramelor și etichetelor poate fi personalizată.

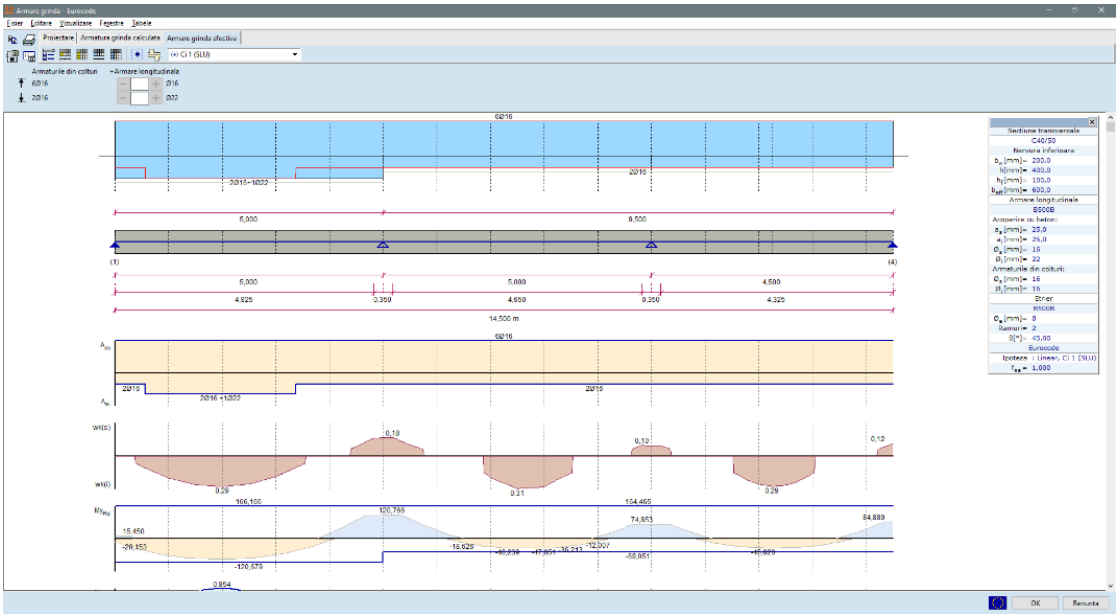
☞ ***Dacă forța tăietoare seismică din analiza seismică este mai mare decât forța de forfecare calculată pe baza normelor de proiectare a capacității, forța de forfecare seismică din analiza seismică este utilizată ca $V_{Ed,EQ}$.***

☞ ***Programul verifică regulile de armare din standard privind distanța maximă a etrierilor. Verificarea îndeplinirii normelor suplimentare specifice de detaliere specifice este responsabilitatea utilizatorului.***

6.5.10.2. Verificarea armăturii calculate din grinzi

Verificare

După clic pe *Armare grindă calculată*, se afișează următoarele diagrame:
Armătura calculată *(A_s)*, armătura laterală pentru torsiune *(A_{SL})*, deschiderea fisurilor *(w_k)*, spațierea etrierilor *(s_w)*, momentul de rezistență *(My_{Rd})*, forța tăietoare de rezistență *(Vz_{Rd})*, rezistența la torsiune *(Tz_{Rd})*, eficiența la moment încovoietor *(My_{Ed}/My_{Rd})*, eficiența la forță tăietoare *(Vz_{Ed}/Vz_{Rd})*, eficiența la torsiune *(Tz_{Ed}/Tz_{Rd})*, săgeata relativă *($e_{z,rel}$)*, săgeata absolută *($e_{z,abs}$)*.



Starea Limită Ultimă (SLU)

Încovoiere

Momentul de rezistență M_{Rd} este calculat din armătura necesară (calculată). Această versiune nu ia în considerare forța normală. Dacă forța normală este considerabilă, se recomandă modulul de dimensionare al stâlpilor. Eficiența momentului încovoietor (M_{Ed}/M_{Rd}) este deasemenea afișată ca diagramă.

Forfecare

Programul calculează capacitatea portantă a secțiunii:
- capacitatea portantă a secțiunii de beton ($V_{Rd,c}$),
- capacitatea portantă a diagonalelor comprimate de beton ($V_{Rd,max}$),
- capacitatea portantă a armăturilor transversale ($V_{Rd,s}$).

Pe baza forței tăietoare de calcul și capacităților portante descrise mai sus, programul afișează diagrama de eficiență $\left(\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}}\right)$.

Forfecare și torsiune

Programul calculează capacitatea portantă la forfecare și torsiune:
- capacitatea portantă a secțiunii de beton fără armături pentru forfecare-torsiune ($V_{Rd,c}$ și $T_{Rd,c}$),
- capacitatea portantă a diagonalelor comprimate de beton ($V_{Rd,max}$ și $T_{Rd,max}$),
- forța tăietoare capabilă a elementelor armate cu ertieri $\left(V_{Rd,s}\right)$ și monetul de torsiune a elementelor armate $\left(T_{Rd,s}\right)$.

Din aria armăturilor transversale (A_{sw}) programul calculează aria armăturilor transversale pentru torsiune $\left(A_{sw,T}\right)$, pe baza raportului dintre forța de forfecare calculată din momentul de torsiune și forța de forfecare de calcul:

$A_{sw,T} = \frac{V_{Ed,i}}{V_{Ed,i}+V_{Ed}} \cdot A_{sw}$, unde:
A_{sw} aria unei ramura de armătură transversală
$V_{Edi} = \frac{T_{Ed}}{2 \cdot A_k} \cdot z$ forța tăietoare rezultată din torsiune
V_{Ed}: valoarea de calcul a forței tăietoare aplicate

Programul ia în considerare doar ramurile exterioare de forfecare ale etrielor pentru torsiune.

Starea Limită de Serviciu (SLS)

Deschiderea fisurilor

Selectând fereastra ***Verificare,*** apare distribuția armăturilor inferioare și superioare calculate pentru ipoteza sau **combinația de încărcări selectată**, luând în considerare distanțele minime dintre armături în conformitate cu standardul ales. Dacă Într-un rând nu încap armăturile, sunt poziționate în două sau mai multe rânduri astfel încât cel puțin doua armături să fie poziționate (lângă etrier) într-un rând.
În cazul grinzilor T, armăturile vor fi poziționate în talpă doar dacă nu încap în inimă. În talpă nu poate fi decât un singur rând de armături și cantitatea acestor armături nu poate fi mai mare de 50% din armăturile longitudinale.

Dacă este selectată combinația de înfășurătoare, deschiderea fisurilor este calculată din toate combinațiile SLS incluse în înfășurătoare. Dacă nu este nici o combinație SLS inclusă în învelitoare, vor fi utilizate toate combinațiile SLS existente.
Proprietățile secțiunii și deschiderea fisurilor sunt calculate luând în considerare distribuția armăturilor din această fereastră. Dacă este selectată o combinație SLS, deschiderea fisurilor este calculată cu distribuția armăturilor rezultată din acea combinație SLS. Deschiderea fisurilor poate fi mai mare decât valoarea calculată pentru armăturile determinate din combinația de învelitoare.

Dimensionarea armăturilor la deschiderea fisurilor

Dacă definim deschiderea maximă a fisurilor, programul va majora cantitatea de armatură necesară pentru preluarea întinderii, până când deschiderea calculată a fisurilor nu va avea o valoare mai mică decât valoarea dată. Procentul de armare nu poate depăși valoarea maximă de 4%. $\left(\mathrm{A_S} \le 0.04 \cdot \mathrm{A_C}\right)$.

Săgeata

Săgeata este calculată pe baza unei aproximări acoperitoare:

Programul calculează factorul de distribuție ζ în câmp, pe punctele maxime ale momentelor încovoietoare și pe reazemele teoretice, valoarile dintre aceste puncte sunt considerate constante. Săgeata absolută din analiza liniară este redusă cu valoarea deplasărilor de reazeme. Valoarea aproximativă a săgeții într-un punct:

$e = e_I \cdot (1 - \zeta) + e_{II} \cdot \zeta$ unde factorul de distribuție $\zeta = 1 - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{M_{cr}}{M}\right)^2$

e_I este săgeata aproximată a batonului nefisurat: $e_I = e_0 \cdot \frac{I_I}{I_b}$

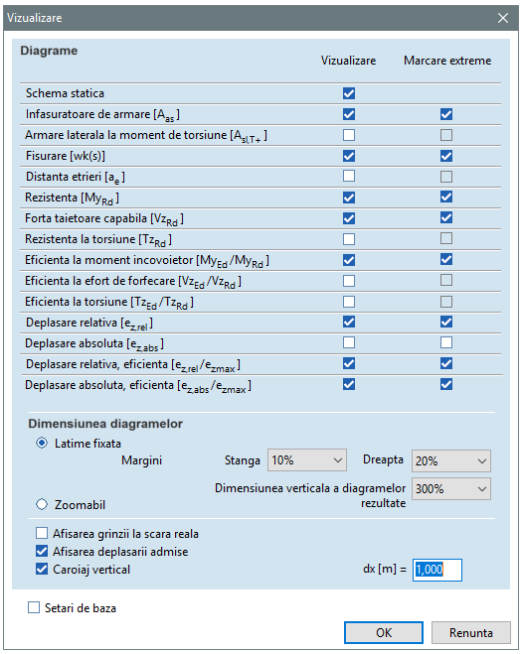
e_{II} este săgeata aproximată a batonului fisurat: $e_{II} = e_0 \cdot \frac{I_{II}}{I_b}$

e_0 este săgeata corectată luând în considerare modulul de elasticitate efectiv al betonului și valorile deplasărilor reazemelor $e_0 = e_{lim} \cdot \frac{E_{cm}}{E_{c,eff}}$

☞ ***Observație: Deoarece în această fereastră programul nu rulează o nouă analiză, doar estimează deplasările din rezultatele elastice. În cazul structurilor/încărcărilor mai complexe pot fi diferențe considerabile între această estimare și un calcul neliniar cu luarea în considerare a armăturii efective.***

Parametri de reprezentare

În această fereastră se pot defini compoentele diagramei și etichetele diagramelor care să fie reprezentate.



Tabel (ULS)

Sunt afișate două rânduri pentru fiecare secțiune, una pentru armătura inferioară și una pentru cea inferioară. Fiecare rând conține eforturi din ULS și valorile diferitor rezultate intermediare. Este disponibil deasemenea un sumar care afișează valorile doar în unele secțiuni importante.
Schma armării afișează numărul armăturilor în tălpile grinzii în [paraneteze pătrate] iar numărul armăturilor din inimă este afișată rând cu rând din exterior în (paranteză).

Tabel (SLS)

Într-un tabel asemănător apar valorile fisurilor și a deplasărilor împreună cu eforturile (SLS). Fisura superioară este calculată din momentul (max) care produce întindere în fibra superioară. Fisura inferioară este calculată din momentul (min) care produce întindere la partea inferioară. Dacă nu apare întindere în nici o parte, calculele sunt efectuate cu moment nul. An acest caz în tabel apare zero și apare momentul efectiv în paranteză.

☞ ***Eforturile din aceste două tabele (ULS/SLS) sunt diferite doar dacă armarea a fost calculată pentru o înfășurătoare sau din De dimensionare. Dacă a fost selectată o ipoteză de încărcare sau o combinație de încărcări, eforturile vor fi identice.***

6.5.10.3. Verificarea armăturii efective din grinzi

Modificarea armăturii efective

În fereastra *Armare grinda efectivă* se poate modifica armarea efectivă a elementelor finite. Selectați elementele finite sau eliminați din selecție prin clic sau prin selecție. Pentru adăugare la selecție apăsați tasta Shift în timpul operației. Diametrele armăturilor din colțuri și a celorlalte armături sunt definite la parametrii de armare a grinzilor. Căsuțele de editare permit modificarea numărul armăturilor superioare și inferioare din elementele selectate. Butoanele – și + cresc/scad numărul de armături.
Diagrama armăturii efective este hașurată în albastru deschis, diagrama A_s calculată din ipoteza sau combinația actuală poate fi văzută în spate, într-o diagramă roșie hașurată în roz.
Pe fila de *Armare efectivă a grinzii* este posibil să se modifice distanța efectivă de armare longitudinală sau a etrierilor atribuită elementelor finite.
După schimbarea armăturii sau distanțării etrierilor, rezultatele sunt recalculate automat dacă este *Afișat automat/Recalculat automat*. Dacă această caracteristică încetinește definiția (de exemplu, grinda trebuie verificat[pentru un număr foarte mare de combinații critice), dezactivează această opțiune. În acest caz, faceți clic pe butonul *Calculare* din partea de jos pentru a recalcula rezultatele.

Selectează totul (Ctrl+A)
Selectează toate elementele finite.

Aplicați distanța calculată de armare/spa'iere etrieri
Setează distanța efectivă de armare sau distanța între etrieri în funcție de valorile calculate pentru cazul de încărcare curent sau combinație pe întreaga grindă.

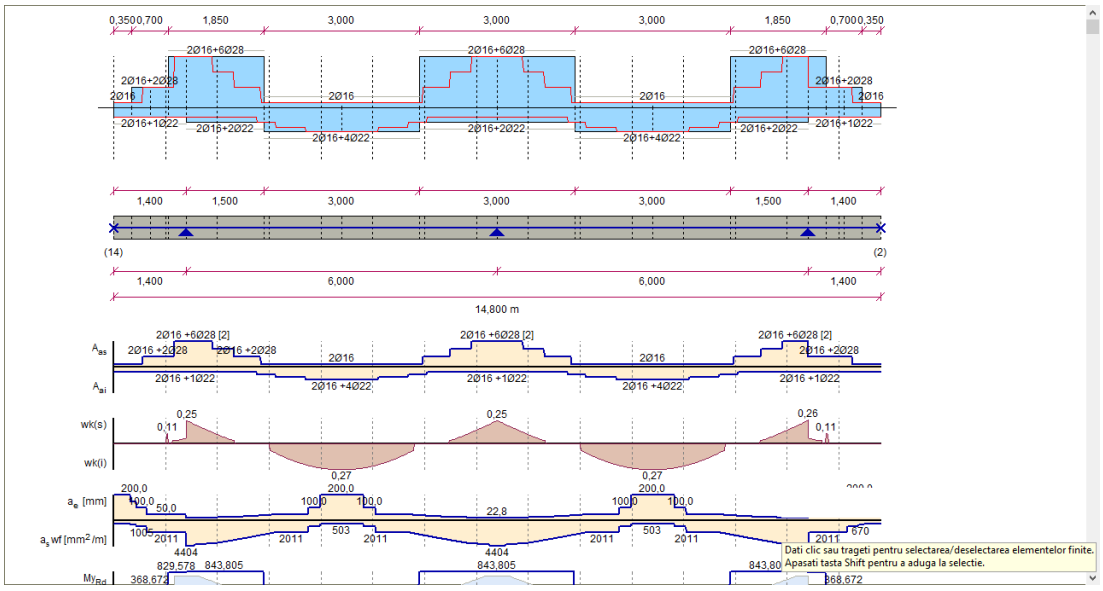
Faceți clic pe unul dintre cele două butoane exclusive pentru a selecta modul de definire:

Armare longitudinală *Spațiere etrieri*

Armare longitudinală
Dacă acest buton este în jos, armatura longitudinală poate fi definită.
Selectați elemente finite sau eliminați selecția făcând clic sau glisând mouse-ul. Pentru a adăuga elemente neadiacente în selecție, apăsați Shift în timpul operației. Diametrul barelor de colț și alte barele longitudinale sunt setate printre parametrii de armare a fasciculului. Casetele de editare permit modificarea numărului de barelor de sus și de jos în elementele selectate. Butoanele - și + scad/cresc aceste valori.
Diagrama armăturii reale este umplută cu albastru deschis, armarea calculată A_s pentru cazul sau combinația de încărcare curentă poate fi văzută în spatele ei ca o diagramă roșie umplută cu roz.

Verificarea armăturii efective

Programul afișează rezultatele selectate în același fel ca și în fereastra anterioară dar pentru armătura efectivă. Tabelele sunt identice doar că afișează rezultatele pentru armătura efectivă.

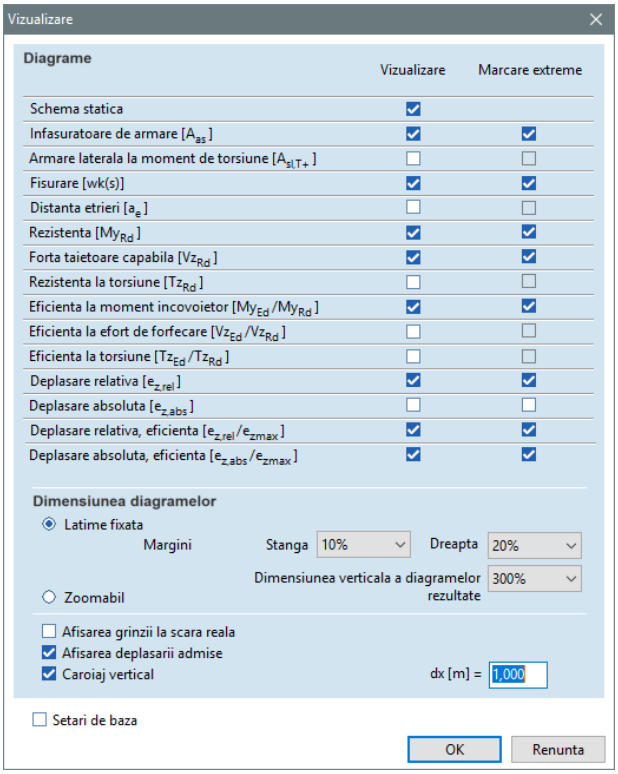


Afișarea rezultatelor

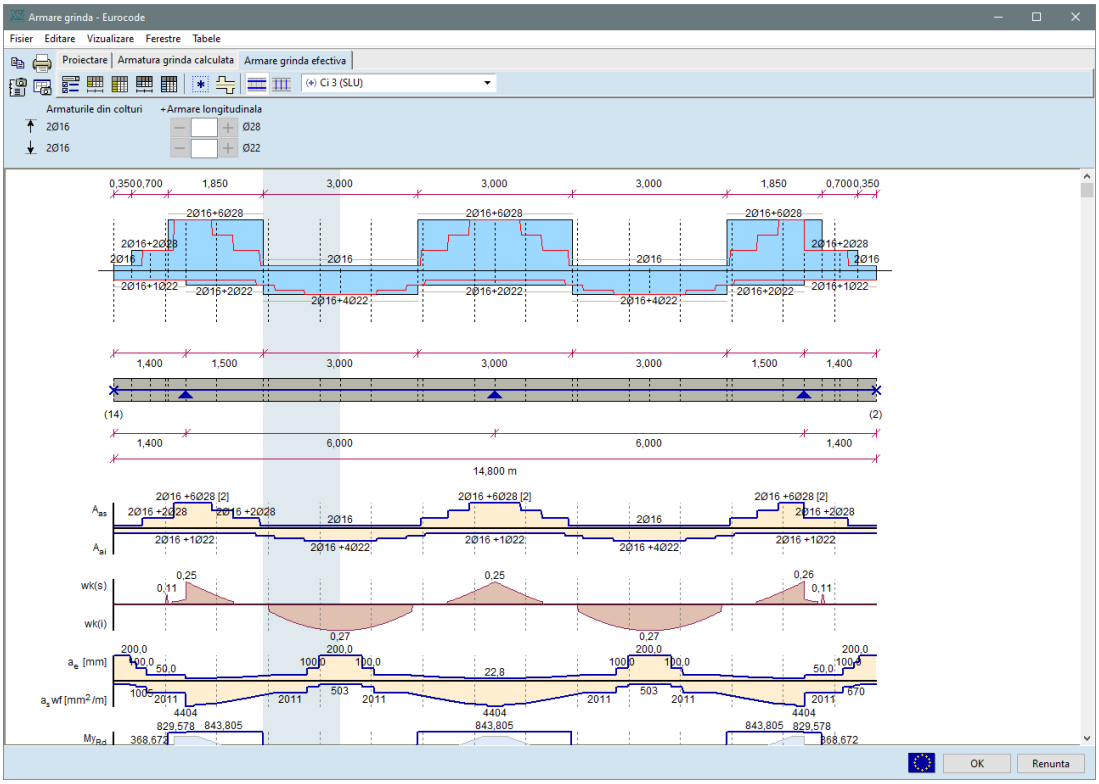
Faceți clic pe această iconiță pentru a seta diagramele și etichetele diagramelor pe care doriți să le afișați.
Setări speciale pentru ***Armare grindă efectivă***:

Margini. Setați marginea stânga și dreapta a diagramei ca procent din lungimea totală. Cu această setare aveți posibiltatea să lăsați lpc pentru fereastra de informație.

Dimensiunea verticală a diagramelor rezultate. Setați dimensiunea verticală a diagramei între 100% și 300%. Această valoare poate fi modificată și în fereastra diagramei prin rotirea roții mouse-ului.



Spațiere etrieri
Dacă acest buton este în jos, distanța efectivă a etrierilor poate fi setată.
O diagramă a distanței aplicate între etrieri *(s*)* și zona specifică de armare *(a_s*)* apare în partea de sus. Pe partea dreaptă apare o grilă care afișează distanța între etrieri ca o constantă a funcției de pas în secțiuni continue de-a lungul grinzii. Pot fi editate coordonata *x* a punctului de început al secțiunii, lungimea *L* a secțiunii și distanța *s** peste acea secțiune. Dacă rezultatele au fost calculate, este afișată și utilizarea fiecărei secțiuni (dacă această valoare este mai mare de 1, fundalul este roșu, altfel este verde).



Editarea spațierii etrierilor

După ce faceți clic pe butonul *Aplicați distanțierea armăturii/etrierului*, tabelul arată valorile calculate. Utilizați butoanele de mai jos pentru a edita tabelul care descrie funcția pas.

Introduceți un nou rând înainte de cel actual
Creează o nouă secțiune prin împărțirea rândului înaintea celei curente în două părți egale. s* rămâne același, dar poate fi editat separat.

Introduceți un nou rând după cel curent
Creează o nouă secțiune prin împărțirea secțiunii curente în două părți egale. s* rămâne același, dar poate fi editat separat.

Ștergeți rândurile selectate
După ștergerea rândurilor selectate, secțiunea anterioară va fi extinsă.

Editarea celulelor

Punctul de pornire x al unei secțiuni poate fi modificat la orice valoare între valorile x anterioare și valorile x următoare. Modificarea lui x va ajusta, de asemenea, lungimea secțiunii curente și anterioare în consecință. Valorile x în afara acestui interval vor fi respinse.

Lungimea L unei secțiuni poate fi modificată, dar punctul final al secțiunii trebuie să cadă la stânga sfârșitului secțiunii următoare. Lungimea secțiunii următoare va fi ajustată în consecință.

6.5.10.4. Dimensionare armare grindă conform STAS

Notaţii, materiale, coeficienţi:	
R_c	Rezistenţa de calcul a betonului la compresiune
R_t	Rezistenţa de calcul a betonului la întindere
R_a	Rezistenţa de calcul a armăturii
ε_a	Deformaţia specifică a armăturii
E_a	(=210 kN/mm^2) Modulul de elasticitate al armăturii

Dimensionarea armăturii transversale la forfecare/torsiune conform STAS 10107/0-90

Distanţa dintre etrieri se determină pe baza relaţiilor de mai jos:
Forţa tăietoare preluată de beton şi etrieri se determină cu relaţia:

$$Q_{cap} = Q_b + \sum n_e A_e R_{at}$$

Forţa tăietoare preluată de beton:

$$Q_b = \frac{b h_o^2 \sqrt{p}}{s_i} m_t R_t$$

pentru zone plastice potenţiale

$$m_t = \frac{3 - \overline{Q}}{2} \le 1$$

în celelalte cazuri

$$m_t = 1$$

nivelul de solicitare

$$\overline{Q} = \frac{Q}{A_{bo} R_t}$$

Dacă $\overline{Q} \le 0.50$ nu este necesară armarea la forţă tăietoare.
Dacă $\overline{Q} \le c$ nu se respectă, este necesară creşterea secţiunii sau a calităţii betonului.

$c = 2$ pentru zone plastic potenţiale
$c = 4$ pentru celelalte cazuri.

Unde:

$p = 100\frac{A_a}{bh_o}$ procentul de armare determinat din aria armăturilor întinse intersectată de fisura înclinată,

S_i proiecţia orizontală a fisurii înclinate.

Dacă secţiunea este solicitată şi la torsiune:

Aria necesară de armătură longitudinală uniform dispusă pe perimetrul de calcul al secţiunii se calculează cu relaţia:

$$A_{al} = \frac{M_t U_e}{2A_{bs}R_a}$$

Distanţa dintre etrierii suplimentari pentru preluarea torsiunii, cu relaţia:

$$(a_e)_{M_t} = \frac{2A_e A_{bs} R_a}{M_t}$$

Nivelul de solicitare se calculează cu relaţia $\overline{Q} = \left(\frac{Q}{A_{bs}} + \frac{M_t}{W_t}\right)\frac{1}{R_t}$

Unde: $W_t = \frac{1}{6}bh^2(3-\frac{b}{h})$, ***b*** fiind latura mică a secţiunii.

Dacă $\overline{Q} \le 0.50$ nu este necesară armarea la forţă tăietoare şi torsiune.

Dacă $\overline{Q} \le c$ nu se respectă, este necesară mărirea secţiunii sau a calităţii betonului.

$c = 2$ pentru zone plastic potenţiale

$c = 4$ pentru celelalte cazuri.

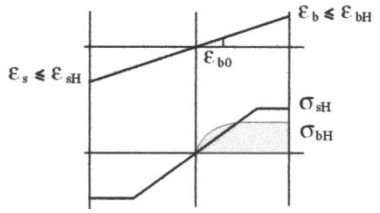
Distanţa maximă dintre etrierii care preiau forfecarea şi torsiunea se determină cu relaţia:

$$a_e = \frac{1}{\frac{1}{(a_e)_{M_t}} + \frac{1}{(a_e)_T}}$$

<u>Dimensionarea armăturii longitudinale</u>

Ipotezele de calcul sunt următoarele:

Diagrame σ,ε:



Eforturile în armături ating valoarea rezistenţei de calcul.

Înălţimea zonei comprimate nu va fi mai mare decât:

$$x_0 = h \cdot \frac{\varepsilon_{bH} - \varepsilon_{b0}}{\varepsilon_{s0} - \varepsilon_{bH}}$$

Dacă din calcule va rezulta o valoare mai mare, secţiunea se va arma dublu, însă armătura nu va prelua mai multă compresiune decât betonul comprimat.
Programul determină aria necesară de armătură întinsă şi comprimată pentru fiecare secţiune.
Armătura longitudinală întinsă se dimensionează la valoarea majorată a lui M / z din cauza fisurilor înclinate. Standardele recomandă dilatarea diagramei de momente. (STAS 10107/0-90)
Programul determină valorile minime ($M_{min} \le 0$) şi maxime ($M_{max} \ge 0$) a diagramelor dilatate pentru care dimensionează armătura întinsă şi comprimată.

Prevederi constructive:

Ariile minime de armătură întinsă

Grinzi care participă la structuri antiseismice:

$0.50\frac{f_{ctm}}{f_{yk}}bd$

Grinzi care nu participă la structuri antiseismice:

Maximul dintre: $0.26\frac{f_{ctm}}{f_{yk}}bd$, $0.0013bd$

Procente minime de armare din solicitări efective:
Aria de armatură se va calcula numai din solicitările efective.

Ariile minime de armătură comprimată

Grinzi care participă la structuri antiseismice:
Cel puţin jumătate din secţiunea de armătură întinsă se prevede şi în zona comprimată.

Aria de armătură maximă întinsă

Grinzi care participă la structuri antiseismice:
$x_u \le 0.25d$

Grinzi care nu participă la structuri antiseismice:
$x_u \le \xi_{\lim} d$, conform EC2

La calculul x_u se ţine cont şi de armătura comprimată.

Aria de armătura nu va depăşii *0.04A*$_c$.°

Coeficientul minim de armare transversală

$0.08\frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$

Distanţa maximă dintre etrieri

Grinzi care participă la structuri antiseismice:

Pentru clasa de ductilitate H minimul dintre: $\frac{h_w}{4}$, *150mm şi 7d*$_{bL}$

Pentru clasa de ductilitate M minimul dintre: $\frac{h_w}{4}$, *200mm şi 8d*$_{bL}$

unde d_{bL} este diametrul armăturii longitudinale

Grinzi care nu participă la structuri antiseismice:
Minimul dintre $0.75d$ şi *300mm*
Procente minime de armare din solicitări efective:
Distanţa va rezulta numai din solicitările efective.

Alte prevederi

La partea superioară şi inferioară a grinzilor se prevăd cel puţin câte două bare cu suprafaţă profilată cu diametrul minim de 14mm.
Cel puţin un sfert din armătura maximă de la partea superioară (de pe reazem) a grinzilor se prevede continuă pe toată lungimea grinzii.
Distanţa transversală între ramurile de etrieri nu va depăşii *0.75d* sau *350mm*.

Verificarea grinzii la forţa tăietoare asociată mecanismului de plastifiere

Forţele tăietoare de proiectare în grinzi se determină din echilibrul fiecărei deschideri sub încărcarea transversală din gruparea seismică şi momentele de la extremităţile grinzii, corespunzătoare pentru fiecare sens al acţiunii formării articulaţiei plastice în grinzi sau în elementele verticale conectate în nod.
La fiecare secţiune de capăt se calculează 2 valori ale forţelor tăietoare de proiectare, maximă $V_{Ed,max}$ şi minimă $V_{Ed,min}$, corespunzând valorilor maxime ale momentelor pozitive şi negative $M_{db,i}$, care se dezvoltă la cele 2 extremităţi i = 1 şi i = 2 ale grinzii:

$$M_{db,i} = \gamma_{Rd} M_{Rb,i} \min\left(1, \frac{\sum M_{Rc}}{\sum M_{Rb}}\right)$$

Forţa tăietoare asociată se determină cu relaţia:

$$VEd\ \min(\max) = \gamma_{Rd} \cdot \frac{M_{capi(s)} + M_{caps(i)}}{l_p} + V_{ld1(2)}$$

unde:

-$V_{Edmin(max)}$ -fo–ţa tăietoare asociată mecanismului de plastifiere,

-$M_{capi(s)}$, $M_{caps(i)}$ - momentul capabil a grinzii considerat pentru sensul de acţiune al seismului,

-l_p - d–stanţa dintre articulaţiile plastice,

-$V_{ld1(2)}$ - forţa tăietoare din încărcările gravitaţionale care intră în calculul forţelor seismice.
Pentru armarea efectivă programul verifică dacă înălţimea relativă a zonei comprimată este mai mică decât *0.25d*. În cazul în care condiţia nu este satisfacută apare un mesaj de atenţionare.

Forţele tăietoare associate sunt calculate pentru fiecare sens de acţiune al seismului.

6.5.10.5. Dimensionare armare grindă conform Eurocod 2

Eurocode 2

Notaţii, materiale, coeficienţi:	
f_{cd}	Rezistenţa de calcul a betonului la compresiune
f_{ctd}	Rezistenţa de calcul a betonului la întindere
α	= 0.85 coeficient care ţine seama de durata încărcărilor şi de alte efecte nefavorabile
γ_χ	= 1.5 coeficientul de siguranţă al betonului
$\phi_{\psi\delta}$	Rezistenţa de curgere a armăturii
$\varepsilon_{\sigma\upsilon}$	Deformaţia specifică limită a armăturii
E_σ	(=200 kN/mm^2) Modulul de elasticitate al armăturii
γ_σ	= 1.15 coeficientul de siguranţă al oţelului

Dimensionarea armaturii transversale la forfecare/torsiune

Dimensionarea se bazează pe cele trei forţe tăietoare capabile:

$V_{Rd,c}$ Forţa tăietoare care se poate prelua de secţiunea de beton
$V_{Rd,max}$ Forţa tăietoare maximă care se poate prelua fără cedarea armăturii comprimate
$V_{Rd,s}$ Forţa tăietoare preluată de armături
$T_{Rd,c}$ Momentul de torsiune capabil al secţiunii de beton fără armătură
$T_{Rd,max}$ Capacitatea portantă a barelor înclinate de beton

Programul presupune ca unghiul fisurii este de 45° şi verifică dacă barele de beton comprimate corespund solicitărilor forfecare-torsiune.

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,\max}} + \frac{T_{Ed}}{T_{Rd,\max}} \le 1$$

unde:

$$V_{Rd,\max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot \nu_1 \cdot f_{cd}}{\cot\Theta + \tan\Theta}$$

$$T_{Rd,\max} = 2 \cdot \nu \cdot \alpha_{cw} \cdot f_{cd} \cdot A_k \cdot t_{ef,i} \cdot \sin\Theta \cdot \cos\Theta$$

Dacă secţiunea este corespunzătoare atunci se verifică dacă este necesară armarea forfecare-torsiune pe baza relaţiei:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,c}} + \frac{T_{Ed}}{T_{Rd,c}} \le 1$$

unde forţa tăietoare capabilă fără armare de forfecare

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

şi momentul de torsiune capabil fără armare de torsiune

$$T_{Rd,c} = f_{ctd} \cdot t_{ef,i} \cdot 2 \cdot A_k$$

Dacă este necesară armarea de forfecare-torsiune atunci pe baza relaţiei:

$\frac{\sum A_{sl} \cdot f_{yd}}{u_k} = \frac{T_{Ed}}{2 \cdot A_k} \cot\Theta$, aria armături logitudinale pentru torsiune: $A_{sl} = \frac{T_{Ed} \cdot u_k}{\tan\Theta \cdot 2 \cdot A_k \cdot f_{yd}}$,

distanţa dintre etrierii pentru forfecare-torsiune rezultă din relaţiile:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot\Theta \text{ si}$$

$$V_{Rd,s} \geq V_{Ed} + V_{Ed,i}$$

$$s = \frac{A_{sw}}{V_{Ed} + V_{Ed,i}} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot\Theta$$

Cu metoda diagonalelor cu înclinare variabilă se poate reduce cantitatea de armătura transversală dacă armăturile comprimate determinate cu metoda standard au rezerva:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,\max}} + \frac{T_{Ed}}{T_{Rd,\max}} << 1$$

Prin schimbarea unghiului fisurii înclinate, barele comprimate preiau mai mult efort, iar armăturile transversale mai puţin. Rezultatele sunt puternic influenţate de prevederile constructive. Ungiul fisurii înclinate (valori între 21,8° (ctgΘ=2,5) şi 45° (ctgΘ=1)) se determină în aşa fel încât eficienţa barelor comprimate să fie de maxim 100%. Unghiul fisurii înlinate se determină pas cu pas până când este satisfacută condiţia:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,\max}} + \frac{T_{Ed}}{T_{Rd,\max}} \leq 1.$$

☞ ***Secţiunea nu este corespunzătoare dacă forţa tăietoare de dimensionare este mai mare decât forţa tăietoare capabilă a barelor comprimate:***

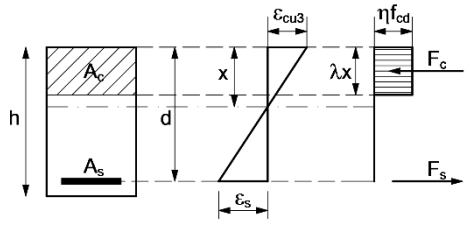
$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,\max}} + \frac{T_{Ed}}{T_{Rd,\max}} > 1$$

Prevederi constructive:

Dimensionarea armăturii longitudinale:

Calculul secțiunilor poate fi ecetuat utilizând relația efort-deformație, stadul de tensiune III: armăturile întinse întră în curgere ($\sigma_s = \sigma_{sH}$), și zona comprimată a betonului atinge starea limită de rupere. Se poate admite o diagramă dreptunghiulară de compresiuni în beton. (EC2 3.1.7. (3)).

EC2 3.1.7. (3)



Programul calculează armătură comprimată, în cazul în care înălțimea zonei comprimate de beton depășește înălțimea limită la care armătura întinsă se află în curgere.

În cazul armăturilor comprimate astfel calculate, distanța dintre etrieri, pe zona respectivă a grinzii nu poate să fie mai mare decât 12 diamatre a armăturii comprimate.

Calculul deschiderii fisurilor

Deschiderea fisurilor este calculată pe baza relației de la capitolul 6.5.7.2 Analiza conform Eurocod 2

Procentul de armare minimă pentru armături longituinale întinse

$$\rho_{\min} = \max\left(0{,}26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}}; 0{,}0015\right)$$

$$A_{\min} = \rho_{min} \cdot b_t \cdot d$$

Aria minimă a armăturii longitudinale întinse

Aria de armătură maximă $0{,}04 \cdot A_c$

Procentul de armare minimă pentru etrieri

$$\rho_{w,min} = \max\left(\frac{0{,}08 \cdot f_{ck}}{f_{yk}}; 0{,}001\right)$$

dacă $b_w > h$, akkor

$$\rho_{w,min} = \max\left\{\frac{0{,}08 \cdot f_{ck}}{f_{yk}} \cdot \frac{0{,}0007 + \frac{0{,}0003h}{b_w}}{0{,}001};\ 0{,}0007 + 0{,}0003h/b_w\right\}$$

Distanța dintre etrieri

$$\leq \min\{0{,}75 \cdot d; 1{,}5b_w; 300\ mm\},$$

Distanța dintre armături longitudinale

$$\geq \max\{20\ \text{mm}; k_1 \cdot \phi; D_{max} + k_2\},$$

unde $k_1 = 1$; $k_2 = 5\ mm$

☞ ***Programul verifică regulile de armare din standard privind rapoartele de armare longitudinală minimă / maximă, distanța maximă a etrierilor și diametrul minim al etrierilor. Mesajul de avertizare atrage atenția utilizatorului în fereastra de informații imediat după calculele de proiectare, dacă oricare dintre aceste reguli de armare nu a fost îndeplinită. În timpul definirii parametrilor, utilizatorul este informat despre îndeplinirea regulilor de armare privind distanța maximă a etrierilor și diametrul minim al etrierilor prin apăsarea butonului*** *(a se vedea* 6.5.3 Parametri de armare a stâlpilor (încovoiere pe două direcții)Parametri de armare a grinzilor (încovoiere pe o direcție)***).***

6.5.11. Verificare la străpungere – modul RC3

Programul pe baza grosimii utile a plăcii şi secţiunii stâlpului determină perimetrul critic de străpungere. Programul ţine cont de golurile şi marginile care sunt la distanţă mai mică decât şase ori grosimea utilă a plăcii.
Secţiunile concave de stâlp se consideră sectiuni convexe.

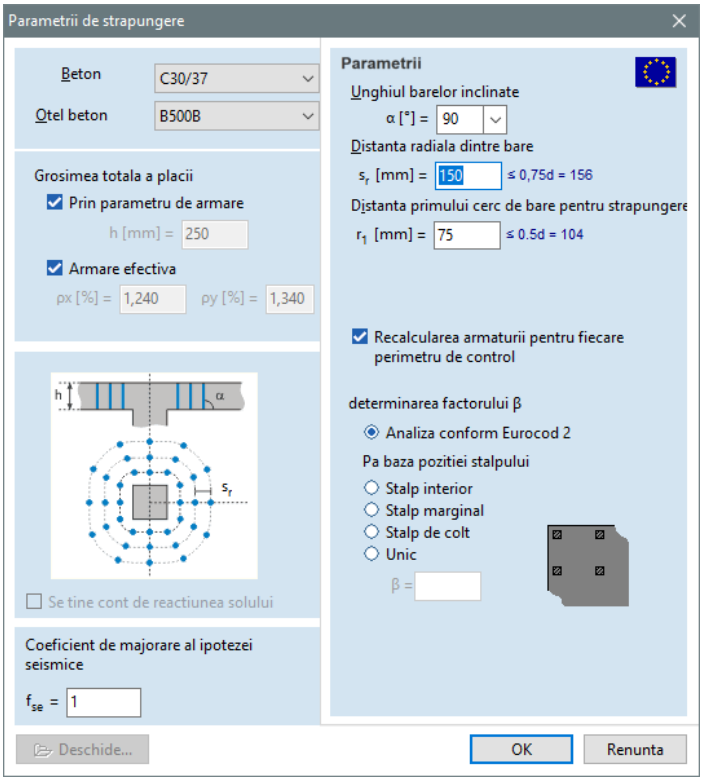
Standarde

Verificarea la străpungere se face conform standardului:

Eurocode 2 : EN 1992-1-1:2004
STAS : STAS 10107/-90

Pentru a verifica străpungerea trebuie introduse parametrii armării și armarea efectivă a plăcii verificate.
După activarea funcţiei se selectează stâlpul sau un reazem definit prin datele geometrice a unui stâlp (dacă în nod este cuplat şi o nervură analiza nu se poate efectua).

Se va afişa fereastra următoare:



Materiale

Beton, Armătura Clasele de beton şi de armătură utilizate.

Grosimea plăcii Grosimea plăcii
Programul afişează în fereastra de informaţii grosimea minimă al plăcii ce se poate dimensiona (H1) şi grosimea minimă al plăcii (H2) fără armătură de străpungere.

Procentul de armare Dacă este bifată această opţiune procentele *de armare* (ρ_x, ρ_y) sunt calculate din armătura efectivă. Dacă nu este bifată, aceste valori trebuie definite. Procentele de armare (ρ_x, ρ_y) pot fi preluate din armătura efectivă sau calculată sau setate la raportul personalizat şi specificat manual.

Coeficient de majorare al ipotezei seismice Valorile de proiectare ale eforturilor din gruparea de încărcări care include acţiunea seismică se stabilesc respectând regulile ierarhizării capacităcilor de rezistenţă, astfel încât să se obţină un mecanism favorabil de disipare a energiei induse de seism.

Aceasta condiţie se realizează practic prin amplificarea adecvată a eforturilor rezultate din calculul static sub actiunea forţelor laterale şi verticale.

Pentru mai multe detalii despre coeficientul de majorare al ipotezei seismice **vezi...** 4.10.23 Calculul seismului – modul SE1

Parametri

Unghiul barelor înclinate Unghiul dintre armătura şi planul plăcii (45˚-90˚)

Distanţa radială dintre bare Distanţa radială dintre bare
Butonul **OK** nu este activ până când nu sunt satisfacute următoarele condiţii constructive:

EC2 $s_r \le 0{,}75 \cdot d$

STAS $s_r \le 0{,}75 \cdot d$

Distanţa până la primul cerc de bare pentru străpungere Distanţa de la marginea stâlpului convex până la primul cerc de bare pentru străpungere

EC2 $0{,}3d \le r_1 \le 0{,}5d$

STAS $0{,}3d \le r_1 \le 0{,}5d$

Determinarea coeficientului B (Eurocode2, şi STAS)

Calculat conform Eurocode	$1+k\cdot\frac{M_{Ed}}{V_{Ed}}\cdot\frac{u_1}{W_1}$	
Conform poziţiei stâlpului (valori aproximate*)		Eurocode
	Stâlp central	1,15
	Stâlp marginal	1,4
	Stâlp de colţ	1,5
Unic	Definit de utilizator	

* Valorile aproximate se pot utiliza când conexiunea placă stâlp nu participă la preluarea forţelor orizoltale aplicate structurii şi deschideriile nu diferă cu mai mult de 25% între ele.

m_{bt} (STAS) Se poate defini coeficientul condiţiilor de lucru. Valoarea de bază este 1.00. Teoretic se poate defini orice valoare din intervalul [0.75, 1.00].

Racordarea conturului (STAS) Se poate opta pentru racordarea conturului de străpungere.

Se ţine cont de reacţiunea solului Dacă opţiunea este activată, forţa de străpungere este determinată în funţie de reacţiunea solului. Efectul este semnificativ la distaţe mai mari faţă de stâlp, care se reflectă în reducerea ariei de armatură necesară pe cercuri de străpungere. Necesarul de arie de armătură se poate vizualiza în fereastra de rezultate.

După definirea parametrilor de străpungere se afişează liniile de străpungere. Programul ţine cont de golurile şi marginile plăcii la determinarea lungimii liniilor de străpungere. Pe liniile desenate cu linie continuă este necesară armătură. Programul afişează pe linii aria necesară de armătură iar în fereastra de informaţii aria armăturii critice de străpungere.
La determinarea liniei critice de străpungere se presupune că armăturile aşezate pe un cerc de străpungere nu sunt la distanţe mai mari decât distanţa prevăzută în prescripţii (de regulă 2d). Utilizatorul trebuie să asigure această condiție (Prin alegerea diametrelor mai mici sau prin aşezarea armăturii suplimentare).

Calculul armăturii pentru fiecare perimetru de control Dacă această opțiune este activă, armarea pentru perimetrele de control dincolo de 2d va fi calculată luând în considerarea lungimea reală a perimetrului. Pentru perimetrele de control mai apropiate de 2d se aplică armarea calculată pentru perimetrul critic. Dacă această opțiune nu este bifată, armarea calculată pentru perimetrul critic va fi utilizată pentru toate perimetrele.

În prima etapă, AxisVM determină aria de armătură pentru linia critică de străpungere iar în etapa a doua aria de armătura pentru liniile de străpungere, care sunt afişate pe secțiune şi în fereastra de informaţii.
Dacă linia de străpungere este împărţită în mai multe segmente, de goluri sau de marginea plăcii, pe fiecare segment se va afişa aria de armătură. Cu linie roşie este desenată linia critică de străpungere şi cu linie neagră cercurile de armare.
Cu linie subţite întreruptă sunt desenate punctele la distanţa $6h_o$.
Cu linie subţire albastră este desenată linia de străpungere pe care nu mai este necesară armătură de străpungere. Aceasta linie este conturul capitelului care cu grosimea H2 nu necesită armare. Cu linie groasă albastră este desenată linia de străpungere, pe care placa cu grosimea dată nu rezistă nici cu armătura de străpungere. Această linie este conturul capitelului care se poate dimensiona cu grosimea H1 și cu armătură de străpungere.
Rezistenţa la străpungere se poate îmbunătăţi prin creșterea clasei de beton sau a secţiunii stâlpului.

Salvarea imaginii în biblioteca de imagini

Încărcarea parametrilor de străpungere din lista salvată

Salvarea parametrilor actuali

Afişarea şi modificarea parametrilor de străpungere

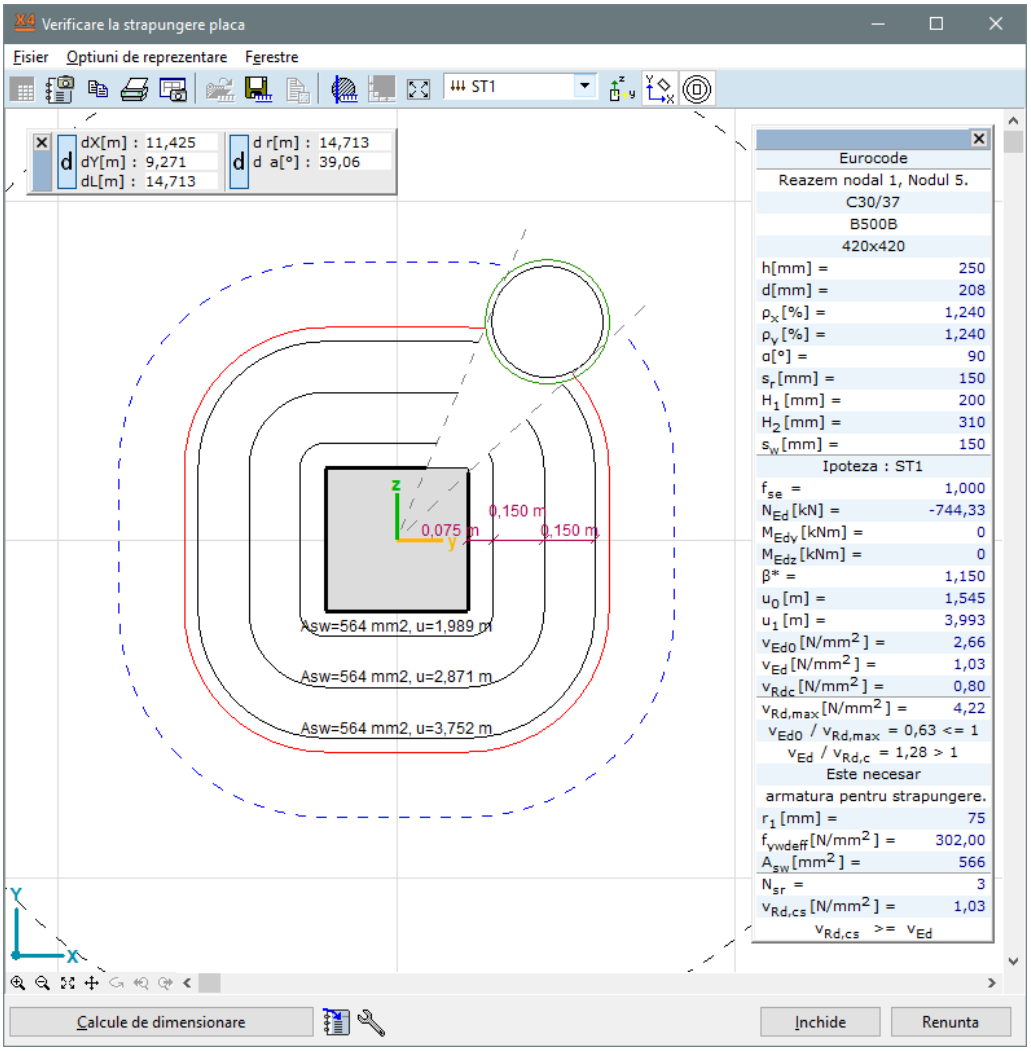
Extinderea plăcii până la marginea stâlpului

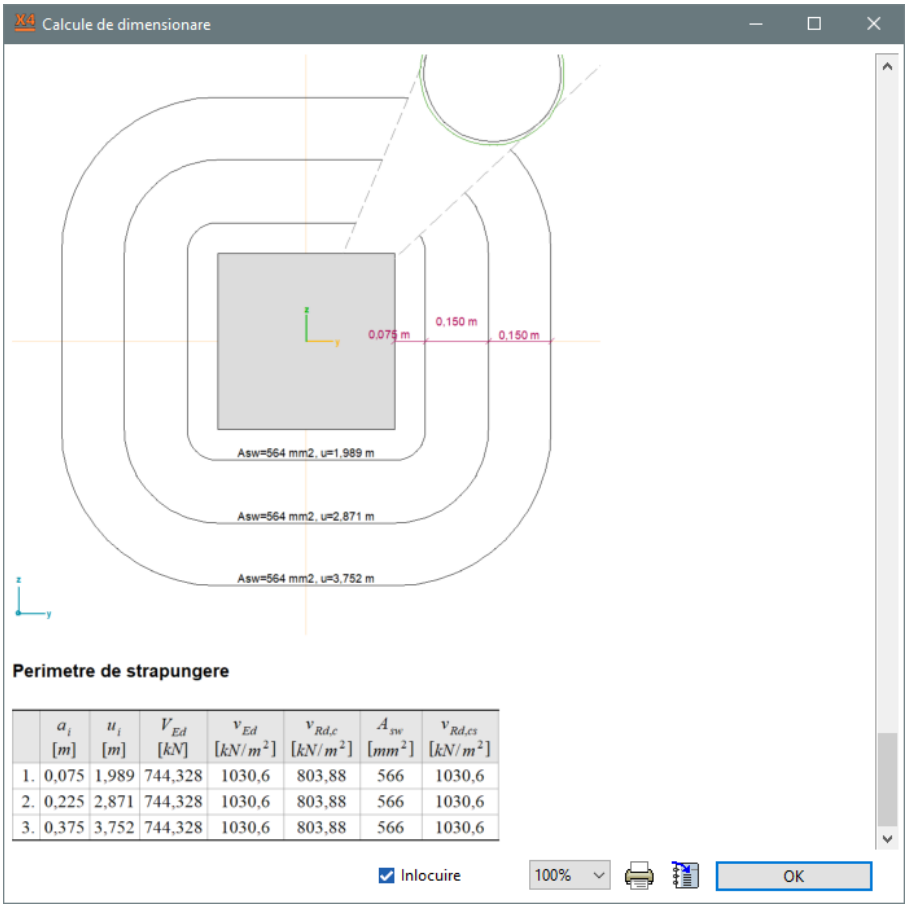
Afişarea pe tot ecranul a stâlpului şi a plăcii

Reprezentare în sistemul local de coordonate al stâlpului

Reprezentare în sistemul global de coordonate

Afişarea cercurilor de armare





	a_i [m]	u_i [m]	V_{Ed} [kN]	v_{Ed} [kN/m²]	$v_{Rd,c}$ [kN/m²]	A_{sw} [mm²]	$v_{Rd,cs}$ [kN/m²]
1.	0,075	1,989	744,328	1030,6	803,88	566	1030,6
2.	0,225	2,871	744,328	1030,6	803,88	566	1030,6
3.	0,375	3,752	744,328	1030,6	803,88	566	1030,6

Pentru a urmări calculele de dimensionare, daţi clic pe *Calcule de dimensionare*. Vezi şi la 6.6.2 Verificarea barelor de oţel conform Eurocod 3.

Printr-un clic pe această comandă se adaugă calculele de dimensionare la breviar.

Dacă daţi un clic pe comanda *Setări*, de lângă *Calcule de dimensionare*, veţi putea modifica unităţile de măsură a eforturilor şi a lungimilor în calculele de dimensionare.

6.5.11.1. Verificarea la străpungere conform Eurocod 2

Programul determină aria de armătura necesară cu relaţiile de mai jos:
Conexiunea stâlp-placă verifică la străpungere dacă forţa tăietoare specifică este mai mare decât capacitatea portantă a barelor înclinate comprimate şi capacitatea portantă determinată pe baza armării de străpungere.

$$v_{Ed} \le v_{Rd,\max} \text{ şi } v_{Ed} \le v_{Rd,cs}$$

V_{Ed} forţa tăietoare specifică

$v_{Rd,\max}$ capacitatea portantă a barelor înclinate de beton

$v_{Rd,cs}$ capacitatea portantă determinată pe baza armării de străpungere

$v_{Ed} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_i \cdot d}$, unde de străpungerea excentrică se ţine cont prin coeficientul β

$\beta = 1 + k \cdot \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{u_i}{W_1}$

Standardul presupune ca linia critică de străpungere este la distanţa *2h* faţă de marginea secţiunii stâlpului. Linia critică de străpungere şi momentul static a acesteia este determinată ţinând cont de marginile plăcii şi de goluri.
Capacitatea portantă la străpungere fără armătura transversală:

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \sigma_{cp} \geq (v_{\min} + k_1 \sigma_{cp})$$

$\rho_1 = \sqrt{\rho_x \rho_y}$ ($\rho_1 = \sqrt{\rho_\xi \rho_\eta}$ în cazul armării înclinate)

Dacă $v_{Ed} > v_{Rd,c}$, programul cu relaţiile $v_{Rd,cs} = 0{,}75 \cdot v_{Rd,c} + 1{,}5 \cdot \frac{d}{s_r} \cdot \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd,ef}}{u_1 \cdot d} \cdot \sin\alpha$

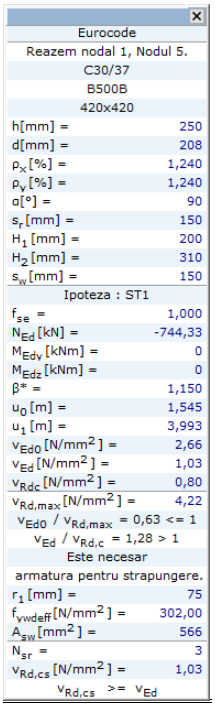
şi $v_{Ed} \leq v_{Rd,cs}$ determină aria de armatură necesară pentru linia critică de străpungere.

Programul la determinarea lungimii liniei critice de străpungere presupune ca barele din acelaşi cerc nu sunt la distanţe mai mari decât *2d*.

Programul pe baza relaţiei $v_{Ed} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_i \cdot d} \leq v_{Rd,c}$ determină aria de armătura necesară pentru fiecare cerc de bare, linia de străpungere pentru care nu mai este necesară armatură de străpungere.

Fereastra de informaţii

În fereastra de informaţii după denumirea elementului şi a materialul utilizat sunt afişate următoarele:



h: Grosimea plăcii
d: Grosimea utilă a plăcii
α: Unghiul armăturii faţă de planul plăcii
s_r: Distanţa radială între cercurile de armare
β: Factorul de excentricitate
H1: Grosimea minimă a plăcii ce se poate arma
H2: Grosimea minimă a plăcii fără armătură de străpungere
N_{Ed}: Valoarea de calcul a forţei de străpungere
M_{Edx}, M_{Edz} Valoarea de calcul a momentului încovoietor
β: Factorul de excentricitate
u_0: Lungimea liniei de străpungere pe perimetrul stâlpului
u_1: Lungimea liniei de străpungere pe cercul critic (2d)
v_{Ed0}: Forţa tăietoare specifică pe linia u_0
v_{Ed}: Forţa tăietoare specifică pe linia u_1
v_{Rdmax}: Maximul forţei tăietoare specifice
v_{Rdc}: Forţa tăietoare specifică fără armare
v_{Ed}/v_{Rdmax} : Eficienţa pe perimetrul critic
v_{Ed0}/v_{Rdmax} : Eficienţa pe linia u_0
v_{Ed}/v_{Rdc} : Eficienţa (întindere beton)

r_1: Distanta primului cerc de armare de la marginea stâlpului convex
f_{ywdeff}: Efortul în armătura de străpungere
A_{sw}: Aria armăturii de străpungere pe perimetrul critic de armare
N_{sr}: Numărul cercurilor de armare

6.5.11.2. Verificarea la străpungere conform STAS

Programul determină aria de armătură necesară cu relaţiile de mai jos:
Conexiunea stâlp-placă verifică la străpungere dacă forţa tăietoare specifică nu este mai mare decât capacitatea portantă a barelor înclinate de beton comprimate şi forţa taietoare capabilă a armăturilor de străpungere.
Efectele ce apar din solicitările excentrice ţine cont de coeficientul β

Pentru analizele fără armătură de străpungere se foloseşte relaţia:

$$\beta \cdot Q \leq 0{,}75 \cdot U_{cr} \cdot h_0 \cdot m_{bt} \cdot R_t$$

Pentru analizele cu armătură de străpungere se folosesc relaţiile:

$$\beta \cdot Q \le \begin{cases} 1{,}2 \cdot U_{cr} \cdot h_0 \cdot m_{bt} \cdot R_t \\ 0{,}5 \cdot U_{cr} \cdot h_0 \cdot m_{bt} \cdot R_t + A_a \cdot m_{at} \cdot R_a \cdot \sin \alpha \end{cases}$$

unde:

Q : Forţa de străpungere,

m_{bt} : Coeficientul condiţiilor de lucru. Valoarea de baza este 1.00. Teoretic se poate defini orice valoare din intervalul [0.75, 1.00].

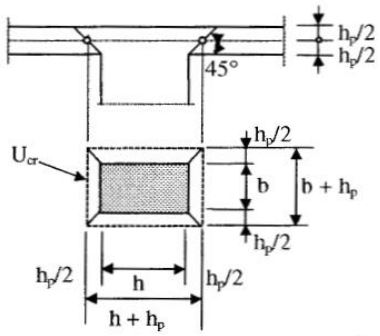
R_t : Rezistenţa la întindere a betonului,

A_a : Aria armăturii de străpungere,

α: Unghiul armăturilor de străpungere şi placă,

m_{at} : Coeficientul condiţiilor de lucru pentru armatură, 0.80 pentru PC60, PC52 şi OB37, şi 0.70 pentru STNB şi SPPB,

R_a : Rezistenţa de calcul al armăturii.



Linia critică de străpungere se presupune că este la distanţa $h_p / 2$. Opţional se poate opta pentru racordarea conturului de străpungere.
Liniile de străpungere sunt determinate în funcţie de marginea plăcii şi golurile din placă. Ariile de armatură necesare pentru străpungere sunt determinate din valorile maxime ale solicitărilor $\beta \cdot Q$.

Fereastra de informaţii

În fereastra de informaţii după denumirea elementului şi materialul utilizat sunt afişate următoarele:

h_p: Grosimea plăcii
h_0: Grosimea utilă a plăcii
α: Unghiul armăturii faţă de planul plăcii
s_r: Distanţa radială între cercurile de armare
H1: Grosimea minimă a plăcii ce se poate arma
H2: Grosimea minimă a plăcii fără armătură de străpungere
Q: Valoarea de bază a forţei de străpungere
M_x M_y Valoarea de calcul a momentului încovoietor
β*: Factorul de excentricitate
U_{cr}: Lungimea cercului critic de străpungere
Q_M: Valoarea de calcul a forţei de străpungere
Q_{max}: Forţa limită de străpungere
Q_b: Forţa limită de străpungere fără armare

STAS (Roman)	
Reazem nodal 1, Nodul 5.	
BETON C40/50	
PC 52/6-28	
420x420	
h_p [mm] =	250
h_0 [mm] =	208
ρ_x [%] =	1,240
ρ_y [%] =	1,240
α[°] =	90
s_r [mm] =	156
H_1 [mm] =	240
H_2 [mm] =	320
s_w [mm] =	156
Ipoteza : ST1	
f_{se} =	1,000
Q[kN] =	-744,33
M_x [kNm] =	0
M_y [kNm] =	0
β* =	1,150
U_{cr} [m] =	2,283
Q[kN] =	855,98
Q_{max} [kN] =	940,35
Q_b [kN] =	587,72
Q / Q_{max} = 0,91 <= 1	
Q / Q_b = 1,46 > 1	
Este necesar	
armatura pentru strapungere.	
r_1 [mm] =	62
A_a [mm²] =	1451
N_{sr} =	2

Mesaje de eroare

Mesaj
Forţa axială din placă este prea mare

Eveniment
Dacă eficienţa barelor comprimate de beton este mai mare decât 1.

Soluţionare
Majorarea grosimii plăcii sau a secţiunii stâlpului.
Alegeţi betoane cu rezistenţe superioare.

6.5.12. Dimensionarea fundaţiilor conform Eurocod 7 – modul RC4

6.5.12.1. Dimensionarea fundaţiilor izolate

Programul dimensionează fundaţii dreptunghiulare (cu sau fără trepte) sau prismatice, conform **EC 7**. În cadrul dimensionării se verifică dimensiunile fundaţiei, se calculează armarea, se verifică străpungerea şi lunecarea fundaţiei. Programul determină şi tasarea fundaţiei.

Determinarea dimensiunilor în plan ale fundaţiei

O parte a parametrilor geometrici se pot introduce ca şi date de intrare, dar aceste elemente le poate determina şi programul (în acest caz se vor introduce numai valorile maxime ale parametrilor). Programul pe baza solicitărilor şi a terenului de fundare determină iterativ dimensiunile în plan ale fundaţiei. Pe baza dimensiunilor efective pentru fiecare combinaţie şi ipoteză de încărcare se verifică aria încarcată centric A_{eff}, se determină solicitarea de dimensionare, capacitatea portantă, tasarea (pentru ipoteze de încărcare şi combinaţii de încărcări pentru SLS), eficienţa şi aria de armatură necesară pentru forfecare. Programul verifică fundatia şi la lunecare.

Dacă latura lungă a fundaţiei depăşeşte de 20-ori grosimea plăcii de fundare, programul nu mai creşte dimensiunea şi dă mesaj de eroare.
Dimensiunea treptei nu poate depăşi dimensiunea tălpii fundaţiei.

☞ ***Sistemul de coordonate folosit la dimensionarea fundaţiei este identic cu sistemul de coordonate de la reazem. Excentricitățile sunt calculate de la centrul fundației.***

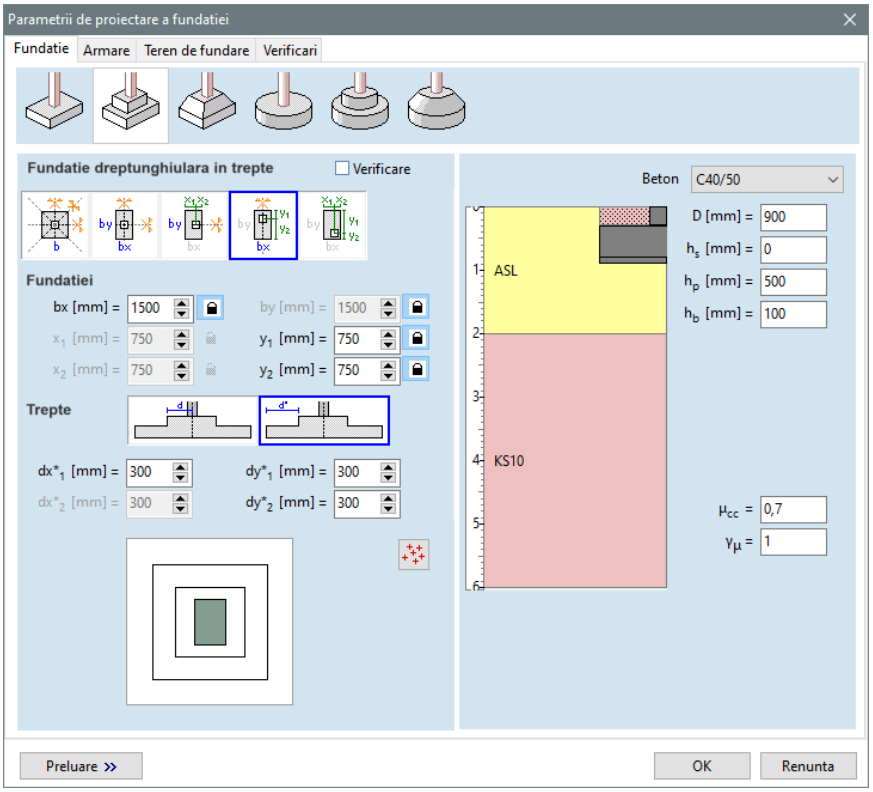
Parametri de proiectare

Se activează comanda *Dimensionare fundaţie izolată,* după care se selectează reazemele în care sunt conectaţi stâlpi verticali sau înclinaţi. Dacă sunt selectate reazeme, activând comanda se poate începe imediat proiectarea fundaţiei.
În prima etapă se definesc parametrii de proiectare a fundaţiei.

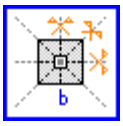
Fundaţie

În fereastră se poate alege tipul fundaţiei (bloc simplu, în trepte, trunchi de piramidă) după care se pot defini datele geometrice şi coeficientul de frecare între talpa fundaţiei şi betonul de egalizare.
În fila *Fundație*, selectați tipul de fundație (bloc de beton simplu/în trepte/înclinate, dreptunghiulară sau circulară) și setați parametrii geometriei și coeficientul de frecare dintre piciorul și betonul orb și factorul parțial pentru coeficientul de frecare.

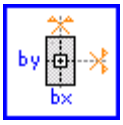
Parametrii fundaţiei



Limitele de simetrie și parametrii geometrici pentru o fundație de tip rectangular:



Fundaţie cu talpa pătrată
b latura pătratului,
stâlpul este centrat pe fundaţie
se va defini valoarea sau limita superioară pentru *b*



Fundaţie cu talpa dreptunghiulară
bx şi by sunt laturile dreptunghiului,
stâlpul este centrat pe fundaţie
se va defini valoarea sau limita superioară pentru *bx şi by*

Fundaţie cu talpa dreptunghiulară excentrică pe direcţia x
stâlpul este centrat pe fundaţie pe direcţia x şi este excentric pe direcţia y,
x_1 şi x_2 sunt distanţele din axul stâlpului pana la marginea fundaţiei pe direcţia x
se va defini valoarea sau limita superioară pentru x_1, x_2 şi *by*

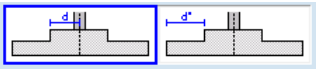
Fundaţie cu talpa dreptunghiulară excentrică pe o direcţia y
stâlpul este centrat pe fundaţie pe direcţia y şi este excentric pe direcţia x,
y_1 şi y_2 sunt distanţele din axul stâlpului până la marginea fundaţiei pe direcţia y
se va defini valoarea sau limita superioară pentru y_1, y_2 şi *bx*

Fundaţie cu talpa dreptunghiulară excentrică pe două direcţii
stâlpul este excentric pe ambele direcţii,
x_1 şi x_2 sunt distanţele din axul stâlpului până la marginea fundaţiei pe direcţia x
y_1 şi y_2 sunt distanţele din axul stâlpului până la marginea fundaţiei pe direcţia y
se va defini valoarea sau limita superioară pentru x_1, x_2, y_1, y_2

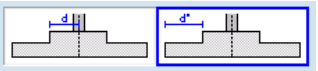
Dacă lacătul de lângă câmp este închis, valoarea din câmp este fixată (verificare). Dacă lacătul este deschis valoarea din câmp este o valoare maximă (valoarea va fi calculată de program). Dacă este activată opţiunea *Verificare,* toate valorile din câmpuri vor fi fixate iar dezactivarea se poate face numai prin dezactivarea opţiunii *Verificare*.

În cazul fundatiilor în trepte şi piramidale

Sunt două opțiuni de a defini mărimea pasului.



Distanţele dx_1 şi dx_2 se masoară din axul stâlpului până la marginea feţei superioare a treptei sau a piramidei pe direcţia x iar dy_1 şi dy_2, pe direcţia y. Aceste valori tot timpul sunt valori fixe.
Pentru fundații circulare: d_s este diametrul treptei cilindrice concentric sau a bazei superioare a conului trunchiat. Valoarea razei ds / 2 trebuie introdusă.



dx^*_1 și dx^*_2 sunt distanțele de la marginile treptei sau a bazei cuzinetului **de la perimetrul tălpii** în direcția x. dy_1 și dy_2 sunt la fel în direcția y.
Pentru fundații circulare: d_s este diametrul a treptei cilindrice concentrice sau a bazei superioare a conului trunchiat. Valoarea $d_s / 2' = (d_p - d_s) / 2$ trebuie introdusă.

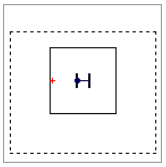
În primul caz, dimensiunea pasului este întotdeauna fixată. În cel de-al doilea caz, dimensiunea pasului va crește sau va scădea cu dimensiunea tălpii dacă nu este blocată.

Alți parametri:

Beton	materialul fundaţiei
t	adâncimea de fundare
h_2	înălţimea treptei sau a piramidei
h_1	grosimea plăcii de fundare
h_b	grosimea betonului de egalizare
φ_1	coeficientul de frecare dintre talpă şi betonul de egalizare
f_2	factorul coeficientului de frecare

Pentru mai multe detalii despre coeficientul de majorare al ipotezei seismice vezi: 4.10.20 Seism

Lângă câmpurile pentru introducerea datelor este afişată schiţa fundaţiei din vedere de sus. Valorile fixate sunt desenate cu lini continue iar valorile maxime cu lini punctate. Solicitările sunt reprezentate cu cruciuliţe având excentricitatea aferentă. Această reprezentare este orientativă, excentricitatea exactă se va calcula ţinând cont de greutatea fundaţiei şi a umpluturii.



Dacă butonul *Afişarea tuturor solicitărilor de reazem* este apăsată, imaginea este scalată în aşa fel încât să fie afişate toate solicitările, iar dacă nu este apăsată se vor afişa numai punctele din interiorul fundaţiei. Aceste forţe acţionează doar la partea superioară a fundației și nu includ greutatea umpluturii, a fundației și a betonului de egalizare.

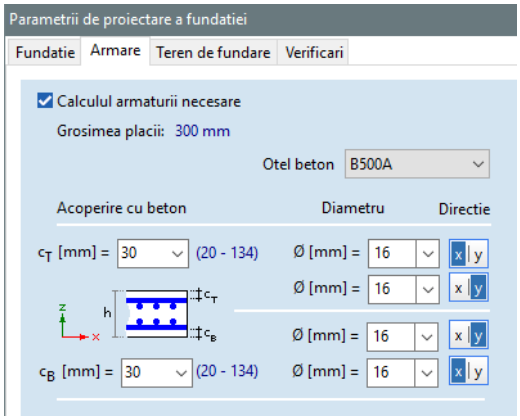
Coeficient de majorare al ipotezei seismice

Valorile de proiectare ale eforturilor din gruparea de încărcări care include acţiunea seismică se stabilesc respectând regulile ierarhizării capacităcilor de rezistenţă, astfel încât să se obţină un mecanism favorabil de disipare a energiei induse de seism.

Aceasta condiţie se realizează practic prin amplificarea adecvată a eforturilor rezultate din calculul static sub actiunea forţelor laterale şi verticale.

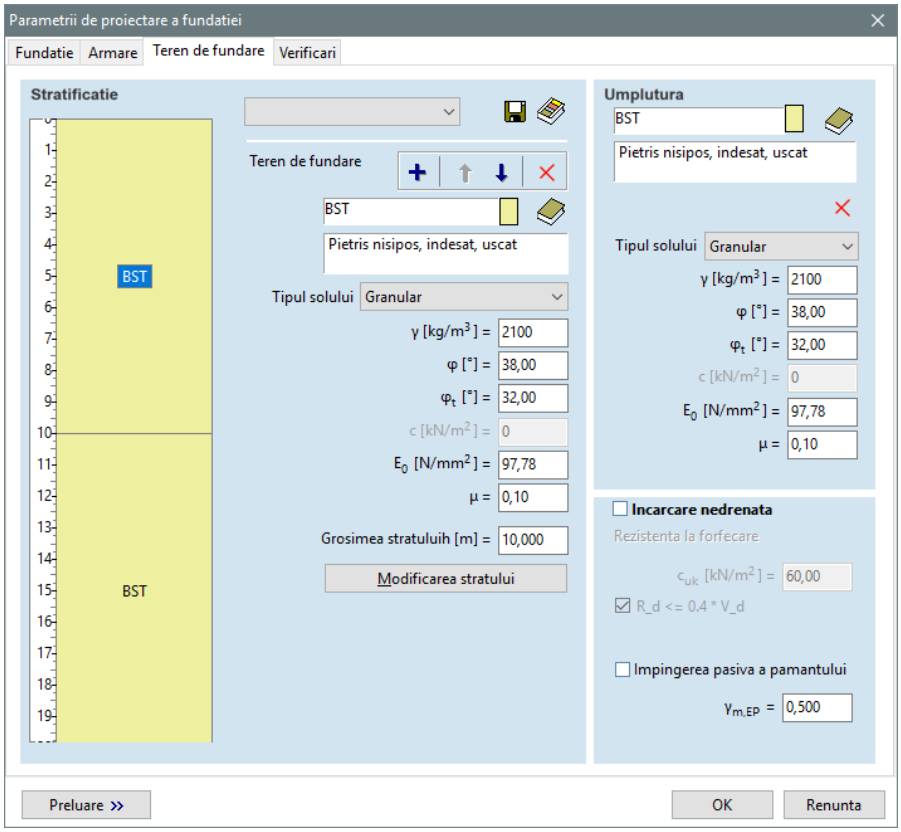
Armare

Pe pagina Armare se poate activa *Calculul armăturii necesare*. Se vor defini calitatea oţelului, diametrul armăturilor inferioare și superioare de pe direcţiile x, y şi straturile de acoperire cu beton aferente c_T și c_B. Primele două rânduri de sub **Diametru** reprezintă armăturile superioare (pe primul rând este armătura din exterior, iar pe al doile rând este armătura din interior) ultimele două rânduri reprezintă armăturile inferioare (pe al treilea rând este armătura din interior iar pe al patrulea rând este armătura din exterior). Schema efectivă în vederile locale x-z sunt afişate corespunzător.
Armătura pentru străpungere poate fi activată doar în cazul fundațiilor din bloc simplu.



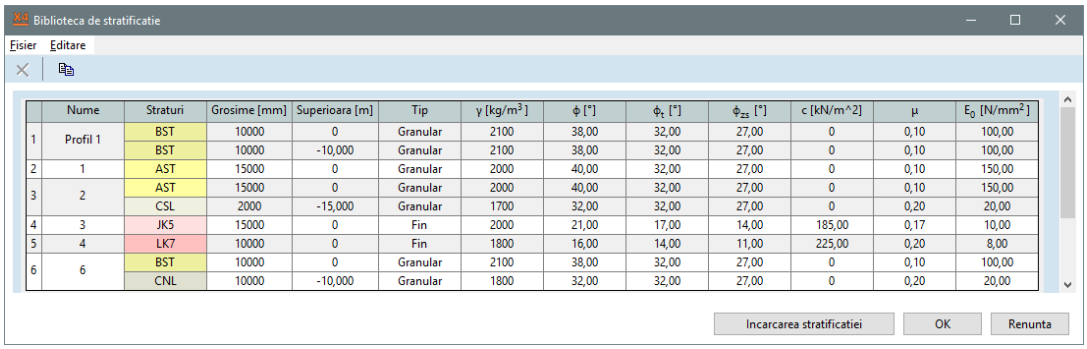
Terenul de fundare

Pe pagina *Teren de fundare* se poate defini stratificaţia terenului şi materialul umpluturii. Stratificaţia se poate salva cu o denumire.
Caracteristicile (denumire, culoare, descriere, parametri, grosime) stratului ales din stratificaţie se va afişa pe panoul *Stratificaţie* iar caracteristicile umpluturii pe panoul *Umplutură*. Parametrii se modifică cu butonul *Modificarea stratificaţiei*.
Se poate modifca denumirea şi culoarea. Culoarea stratului se poate modifica cu dreptunghiul de lângă denumire. Lânga aceasta este icoana bazei de date a terenurilor.



Salvează profilul solului sub un nume. Astfel puteţi reutiliza profilul solului şi la alte fundaţii în model.
Dacă este bifată opţiunea *Salvarea unei copii în Biblioteca de stratificaţie* profilul solului este salvat şi în biblioteca de stratificaţie. Astfel puteţi reutiliza profilul solului şi în alte modele.

Deschide biblioteca de stratificaţii.



	Nume	Strauri	Grosime [mm]	Superioara [m]	Tip	γ [kg/m³]	ϕ [°]	ϕt [°]	ϕzs [°]	c [kN/m^2]	μ	E0 [N/mm²]
1	Profil 1	BST	10000	0	Granular	2100	38,00	32,00	27,00	0	0,10	100,00
		BST	10000	-10,000	Granular	2100	38,00	32,00	27,00	0	0,10	100,00
2	1	AST	15000	0	Granular	2000	40,00	32,00	27,00	0	0,10	150,00
3	2	AST	15000	0	Granular	2000	40,00	32,00	27,00	0	0,10	150,00
		CSL	2000	-15,000	Granular	1700	32,00	32,00	27,00	0	0,20	20,00
4	3	JK5	15000	0	Fin	2000	21,00	17,00	14,00	185,00	0,17	10,00
5	4	LK7	10000	0	Fin	1800	16,00	14,00	11,00	225,00	0,20	8,00
6	6	BST	10000	0	Granular	2100	38,00	32,00	27,00	0	0,10	100,00
		CNL	10000	-10,000	Granular	1800	32,00	32,00	27,00	0	0,20	20,00

Şterge profilul solului selectat

Comenzile paginii *Teren de fundare* sunt următoarele: *Adăugare, Deplasare în sus, deplasare în jos, Ştergere*.

Adăugare	Se adaugă un strat nou la stratificaţia existentă cu grosimea şi caracteristicile setate. Stratul nou se adaugă la partea inferioară a stratificaţiei.
Deplasare în sus	Stratul selectat se deplasează în sus
Deplasare în jos	Stratul selectat se deplasează în jos
Ştergere	Şterge stratul selectat.

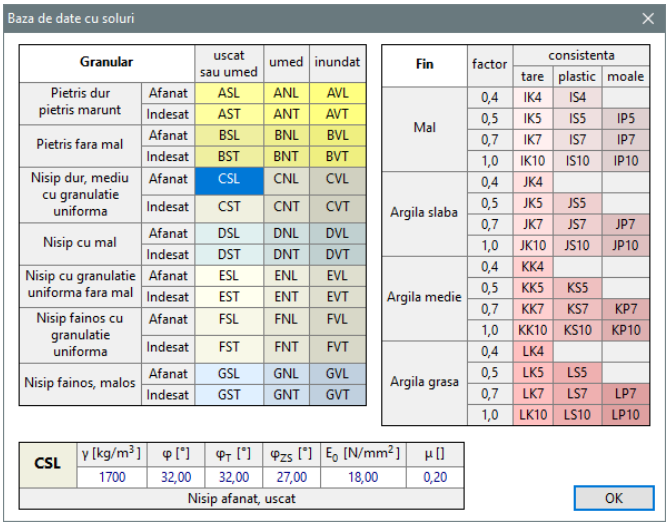
Parametrii terenurilor:

Tipul solului	Necoeziv sau coeziv
Grosime	Grosimea stratului
Faţa superioară	Poziţia feţei superioare faţă de cota terenului
γ [kg/m^3]	Densitate
φ [°]	Unghiul interior de frecare
φ_t [°]	Unghiul de frecare între teren şi beton
φ_{zs} [°]	Unghiul de frecare între teren şi cofraj
E_0 [N/mm^2]	Modulul de elasticitate a terenului
μ []	Coeficientul lui Poisson
c [kN/m^2]	Coeziune (pentru terenuri coezive)

Baza de date cu terenuri

După activarea funcţiei *Baza de date cu terenuri* se va afişa un tabel din care se poate selecta un material. Proprietăţile materialului selectat se vor afişa în tabelul de jos a ferestrei.

După apăsarea butonului OK, caracteristicile materialului selectat se vor afişa pe panoul de *Stratificaţie* sau *Umplutură*.



Granular		uscat sau umed	umed	inundat
Pietris dur pietris marunt	Afanat	ASL	ANL	AVL
	Indesat	AST	ANT	AVT
Pietris fara mal	Afanat	BSL	BNL	BVL
	Indesat	BST	BNT	BVT
Nisip dur, mediu cu granulatie uniforma	Afanat	CSL	CNL	CVL
	Indesat	CST	CNT	CVT
Nisip cu mal	Afanat	DSL	DNL	DVL
	Indesat	DST	DNT	DVT
Nisip cu granulatie uniforma fara mal	Afanat	ESL	ENL	EVL
	Indesat	EST	ENT	EVT
Nisip fainos cu granulatie uniforma	Afanat	FSL	FNL	FVL
	Indesat	FST	FNT	FVT
Nisip fainos, malos	Afanat	GSL	GNL	GVL
	Indesat	GST	GNT	GVT

Fin	factor	consistenta		
		tare	plastic	moale
Mal	0,4	IK4	IS4	
	0,5	IK5	IS5	IP5
	0,7	IK7	IS7	IP7
	1,0	IK10	IS10	IP10
Argila slaba	0,4	JK4		
	0,5	JK5	JS5	
	0,7	JK7	JS7	JP7
	1,0	JK10	JS10	JP10
Argila medie	0,4	KK4		
	0,5	KK5	KS5	
	0,7	KK7	KS7	KP7
	1,0	KK10	KS10	KP10
Argila grasa	0,4	LK4		
	0,5	LK5	LS5	
	0,7	LK7	LS7	LP7
	1,0	LK10	LS10	LP10

CSL	γ [kg/m^3]	φ [°]	φ_T [°]	φ_{ZS} [°]	E_0 [N/mm^2]	μ []
	1700	32,00	32,00	27,00	18,00	0,20
Nisip afanat, uscat						

Modificarea stratificaţiei

Numele, culoarea, desrierea şi caracteristicile stratului selectat pot fi modificate. Daţi clic pe acest buton pentru aplicarea modificărilor.

Încărcare nedrenată

Dacă avem încărcări nedrenate, apa din pori nu poate fi eliminată iar pământul este saturat. În acest caz valoarea rezistenţei la forfecare a terenului, cuk este constantă şi se poate defini prin cercetări. Dacă activăm această opţiune, trebuie să definim valoarea rezistenţei la forfecare.

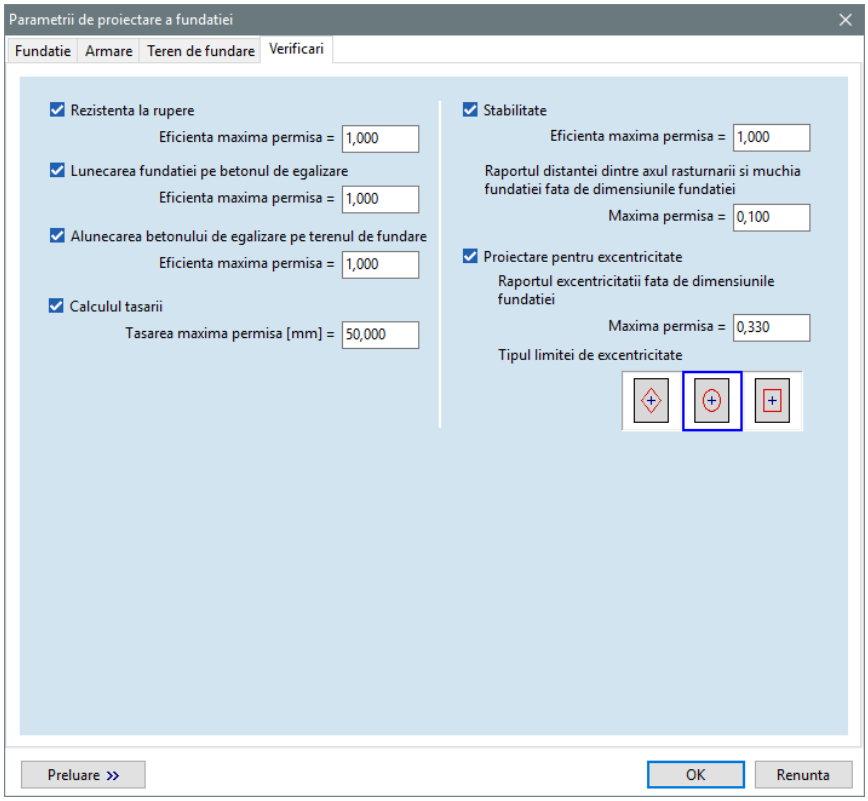
Împingerea pasivă a pământului

Dacă activăm această opţiune, programul majorează rezistenţa la lunecare luând în considerare împingerea pasivă a pământului. Împingerea activă majorează într-o mică măsură solicitările orizontale. Pentru o siguranţă sporită, de obicei se neglijează aceste efecte.
Parametrul Y $_{m,EP}$ este coeficientul împingerii pasive a pământului.

Verificări

Pot fi definite verificările necesare şi eficienţele maxime admise în fereastra *Verificări*
Dacă este bifat *Calculul tasării* programul verifică dacă tasarea este mai mare decât valoarea specificată la *Tasarea maximă permisă,* dar nu modifică dimensiunile fundaţiei.
Opţiunea Stabilitate permite definirea excentricităţii maxime admise pentru evitarea răsturnării fundaţiei.

Verificări



Rezistența la rupere

Dimensiunile fundației sunt crescute până când eficiența ruperii solului ajunge sub valoarea maximă permisă:

$$\lambda_{R,v} = \frac{V_d}{R_{V,d}} \le \lambda_{R,v,lim}$$

Verificarea la lunecare

Modulul determină dacă efortul de dimensionare din forțe orizontale este sub rezistența la lunecare între 1) sol și betonul de egalizare, 2) betonul de egalizare și blocul de fundare calculat din aria efectivă.

$$\tau_{Ed} \le \tau_{Rd} \text{ și } \tau_{Ed2} \le \tau_{Rd2}$$

Analiza solului multistrat

Dacă solul are mai multe straturi programul calculează eficiența din eforturile la partea superioară a stratului și rezistența solului presupunând că eforturile sunt disipate la 45°. Dimensiunile fundației cresc până când eficiența la ruperea solului cade sub valoarea maximă admisă.

$$B'_i = B' + 2 \cdot ((z_i) - D) \text{ și } L'_i = L' + 2 \cdot ((z_i) - D) \rightarrow A'_i = B'_i \cdot L'_i$$

$$q_{E,d,i} = \frac{V_d}{A'_i} + (q'_i - q')$$

Stabilitate

AxisVM calculează momentul acțiunilor în jurul axelor de răsturnare, însumând momentele de stabilizare și destabilizare și verifică:

$$\Delta_{EQU} = \left| \frac{M_{dst}}{M_{stb}} \right| \le \Delta_{EQU,lim}$$

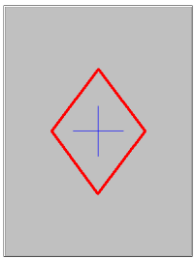
Verificare excentricitate

Dimensiunea fundației este crescută până când coeficientul de excentricitate (γ_{ecc}) calculat din combinațiile de încărcări cade sub valoarea maximă admisă: $\gamma_{ecc} \le \gamma_{ecc,lim}$.

Pentru fundații rectangulare $\gamma_{ecc} = 0{,}5$ înseamnă că dreptunghiul de încadrare a curbei limită a excentricității are dimensiunile $b_x/2$ și $b_y/2$, *unde* b_x și b_y sunt dimensiunile fundației.

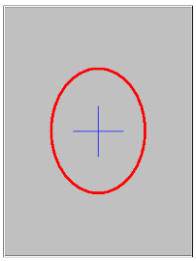
Factorul de excentricitate este calculat în funcție de *Tipul limitei de excentricitate*:

Liniar (romb),



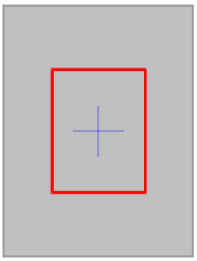
$$\gamma_{ecc} = \left|\frac{e_x}{b_x}\right| + \left|\frac{e_y}{b_y}\right|$$

Pătratic (elipsă)



$$\gamma_{ecc} = \sqrt{\left(\frac{e_x}{b_x}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{b_y}\right)^2}$$

Axul de rotație (dreptunghi)



$$\gamma_{ecc} = \max\left(\frac{|e_x|}{b_x}; \frac{|e_y|}{b_y}\right)$$

Pentru tălpi circulare, curba excentricitații limită e un cerc, $\gamma_{ecc} = e/r$, unde $r = d_p/2$

Analize

Verificarea capacității portante a terenului de fundare

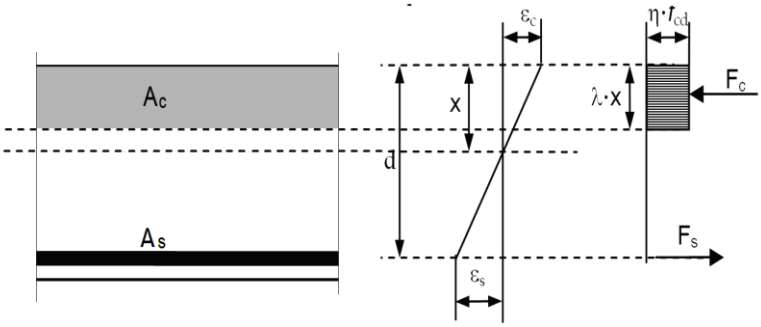
Programul schimbă iterativ dimensiunea fundaţiei până când presiunea pe talpa fundaţiei scade sub capacitatea portantă a terenului de fundare:

$$q_{Ed} \leq q_{Rd}$$

Atenţionări şi mesaje de eroare:
Dacă dimensiunea în plan a fundaţiei este mai mare decât de 10 ori grosimea tălpii, programul dă mesaj de atenţionare. Programul nu creşte dimensiunea fundaţiei la peste 20 ori faţă de grosimea tălpii.

Determinarea armării plăcii de bază

Dacă se dă poziţia şi diametrul armăturii programul determină aria necesară de armătură pe direcţiile x şi y conform figurii de mai jos.
Programul ia în considerare aria minimă de armătură.



În funcţie de diametrul armăturii programul calculează repartiţia.
Atenţionări şi mesaje de eroare:
Programul atenţionează dacă este necesară armătură comprimată sau dacă aria de armătura este prea mare ($A_s > 0{,}04 \cdot A_c$).

Verificarea lunecării

Programul verifică dacă lunecarea orizontală între talpa fundaţiei şi terenul de fundare sau betonul de egalizare, este mai mică decât capacitatea portantă de lunecare

$$\tau_{Ed} \leq \tau_{Rd}, \text{ sau } \tau_{Ed2} \leq \tau_{Rd2}$$

Calcule după EC7

EC7 dă diferite posibilităţi de abordare pentru dimensionarea fundaţiilor (DA, design approach). Acestea se referă la aplicarea combinaţiilor coeficienţilor de siguranţă la solicitări, materiale sau capacităţi portante. Coeficienţii pentru solicitări sunt A1, A2, pentru materiale M1, M2 şi pentru capacităţi portante R1, R2, R3 (vezi *EN 1997-1:2004, Anexa A*). Aproximările de proiectare se bazează pe combinaţia acestor sisteme.

Abordare pentru dimensionare		*Încărcări*	*Solicitări*	*Caracteristici materiale*	*Capacităţi portante*
DA1	Combinaţia 1	ULS	A1	M1	R1
	Combinaţia 2	SLS	A2	M2	R1
DA2		ULS	A1	M1	R2
DA3		SLS	A2	M2	R3

Programul, pentru cazurile SLU, face analizele A1+M1+R1 (DA1/1) şi A1+M1+R2 (DA 2) iar pentru SLS, analizele A2+M2+R1 (DA1/2) şi A2+M2+R3 (DA3). Pentru fiecare solicitare determină două rezultate.
Dacă dimensionarea se face pentru o combinaţie dată manual, este necesară setarea ULS sau SLS pentru combinaţie ca să nu se supradimensioneze fundaţia.
Capacitatea portantă a fundaţiei:

$$q_{Rd} = s_\gamma \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot 0{,}5 + s_q \cdot q \cdot N_q \cdot i_q \cdot b_q + s_c \cdot c \cdot N_c \cdot i_c \cdot b_c$$

La verificarea la lunecare se verifică dacă este îndeplinită condiţia între fundaţie şi betonul de egalizare sau betonul de egalizare şi teren:

$$H_d \le R_d + R_{p;d}$$

unde H_d este forţa de lunecare, R_d capacitatea portantă la lunecare iar $R_{p;d}$ rezistenţa pasivă a terenului de fundare.

Capacitatea portantă la lunecare se calculează cu:

$$R_d = V_d \cdot \tan\delta_d ,$$

unde V_d este forţa ce comprimă suprafeţele iar δ_d valoarea de proiectare a unghiului de frecare:

$$\delta_d = \arctan\left(\frac{\tan\varphi}{\gamma_\varphi}\right).$$

Unde φ unghiul de frecare între cele doua suprafeţe, γ_φ coeficientul de siguranţa pentru frecare.

Verificare la străpungere

Programul face verificarea de străpungere la perimetrul stâlpului, determină forţa tăietoare capabilă ($V_{Rd,max}$), şi aria de armătura necesară pe linia critică de străpungere.
Programul ţine cont de reacţiunea solului pe suprafaţa Aeff şi cu reacţiunea din interiorul liniei critice de străpungere reduce solicitarea de străpungere.
Placa este corespunzătoare la străpungere dacă:

$$v_{Ed} \le v_{Rd}$$

fără armătura de străpungere $v_{Rd} = \min \begin{cases} v_{Rd,c} \\ v_{Rd,\max} \end{cases}$, cu armătura de străpungere

$$v_{Rd} = \min \begin{cases} v_{Rd,cs} \\ v_{Rd,\max} \end{cases}$$

Atenţionări şi mesaje de eroare:

Dacă $v_{Ed} \le v_{Rd,c}$, nu este necesară armătură pentru străpungere.

Dacă $v_{Rd,max} > v_{Ed} > v_{Rd,c}$, este necesară armătură pentru străpungere.

Dacă $v_{Ed} > v_{Rd,max}$, placa nu ţine la străpungere. Se va majora grosimea plăcii sau dimensiunea stâlpului.

Dacă pe placă sunt trepte sau un trunchi de piramidă, dimensiunea acestora se va determina ţinând cont de străpungere. În aceste cazuri programul nu afişeaza eficienţa.

Determinarea tasării fundaţiei

Programul calculează tasarea elastică cauzată de eforturile din straturile terenului.
Încărcările duc la următoarele eforturi în adâncimea *z* sub centrul de greutate al blocului de fundare (pe baza ipotezei lui *Boussinesq-Steinbrenner*):

$$\sigma_{z,a} = \sigma_{z,I} + \sigma_{z,II} + \sigma_{z,III} + \sigma_{z,IV}$$

$$\sigma_z = \frac{\sigma_0}{2\pi}\left\{\arctan\left[\frac{b}{z}\cdot\frac{a\left(a^2+b^2\right)-2az(R-z)}{\left(a^2+b^2\right)(R-z)-z(R-z)^2}\right]+\frac{b\,z}{b^2+z^2}\cdot\frac{a\left(R^2+z^2\right)}{\left(a^2+z^2\right)R}\right\}$$

unde

dinstanța dintre punctul caracteristic și axele centrale este *0,37 B'* și *0,37 L'*.

a și *b* sunt dimensiunile celor patru părți ale dreptunhiului încărcat cconform tabelului de mai jos:

	a	*b*
I.	*(0,5 - 0,37) · L'*	*(0,5 - 0,37) · B'*
II.	*(0,5 + 0,37) · L'*	*(0,5 - 0,37) · B'*
III.	*(0,5 + 0,37) · L'*	*(0,5 + 0,37) · B'*
IV.	*(0,5 - 0,37) · L'*	*(0,5 + 0,37) · B'*

Dacă *a* < *b*, cele două valori se schimbă.

σ_0 efortul unitar pe talpa fundaţiei (inclusiv greutatea fundaţiei şi a umpluturii) redus cu efortul unitar din presiunea geologică

şi $R=\sqrt{a^2+b^2+z^2}$.

Metoda de determinare a eforturilor unitare presupune că terenul de fundare este omogen. Dacă terenul de fundare este alcătuit din mai multe straturi, se vor lucra cu grosimi de straturi echivalente

$$h_{hi} = h_i \cdot \left(\frac{E_{si}}{E_{s0}}\cdot\frac{\rho_0}{\rho_i}\right)^{2/5}$$

unde

h_{hi} grosimea stratului echivalent pentru stratul *i*

h_i grosimea stratului *i*

E_{s0} modulul de elasticitate al stratului de bază

E_{si} modulul de elasticitate al stratului *i*

ρ_0 densitatea stratului de bază

ρ_i densitatea stratului *i*

Straturile definite sunt împărţite de program în straturi elementare de 10cm. La baza straturilor elementare se determină eforturile unitare din greutatea proprie a straturilor şi a încărcărilor suplimentare. Deformaţia straturilor elementare se va determina cu relaţiile:

$\Delta h_i = h_i \cdot \frac{\sigma_{ai}}{E_{si}}$, unde $\sigma_{ai} = \frac{\sigma_{i-1}+\sigma_i}{2}$

σ_{ai} media efortului unitar suplimentar în stratul elementar *i din* încărcări

σ_{i-1} efortul unitar suplimentar pe partea superioară a stratului elementar *i*

σ_i efortul unitar suplimentar pe partea inferioară a stratului elementar *i*

E_{si}: modulul de elasticitate al stratului elementar *i*

Tasarea se determină prin însumarea deformaţiei straturilor elementare:

$$s_m = \sum_{i=0}^{m} \Delta h_i$$

Programul determină adâncimea la care efortul unitar din încărcare este mai mică decât 10% din presiunea geologică, cu condiţia $\sigma = 0.1\cdot\sigma_{ob}$.

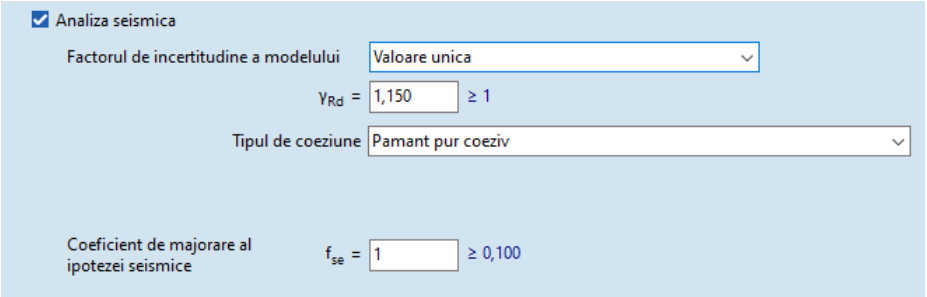
Dacă adâncimea limită este mai mare decât stratificaţia dată, tasarea estimată minimă va fi cea calculată pe faţa de jos a stratului inferior, calculând şi raportul dintre efortul unitar din încărcări şi efortul unitar din presiunea geologică.

Dacă presiunea pe talpa fundaţiei este mai mică decât presiunea geologică, tasarea nu se calculează.

Programul determină tasarea pentru fiecare ipoteză de încărcare şi alege valoarea maximă pentru care reprezintă diagramele presiunilor şi a tasării. Diagrama tasării este deformaţia straturilor până la adâncimea considerată.

Verificare seismică

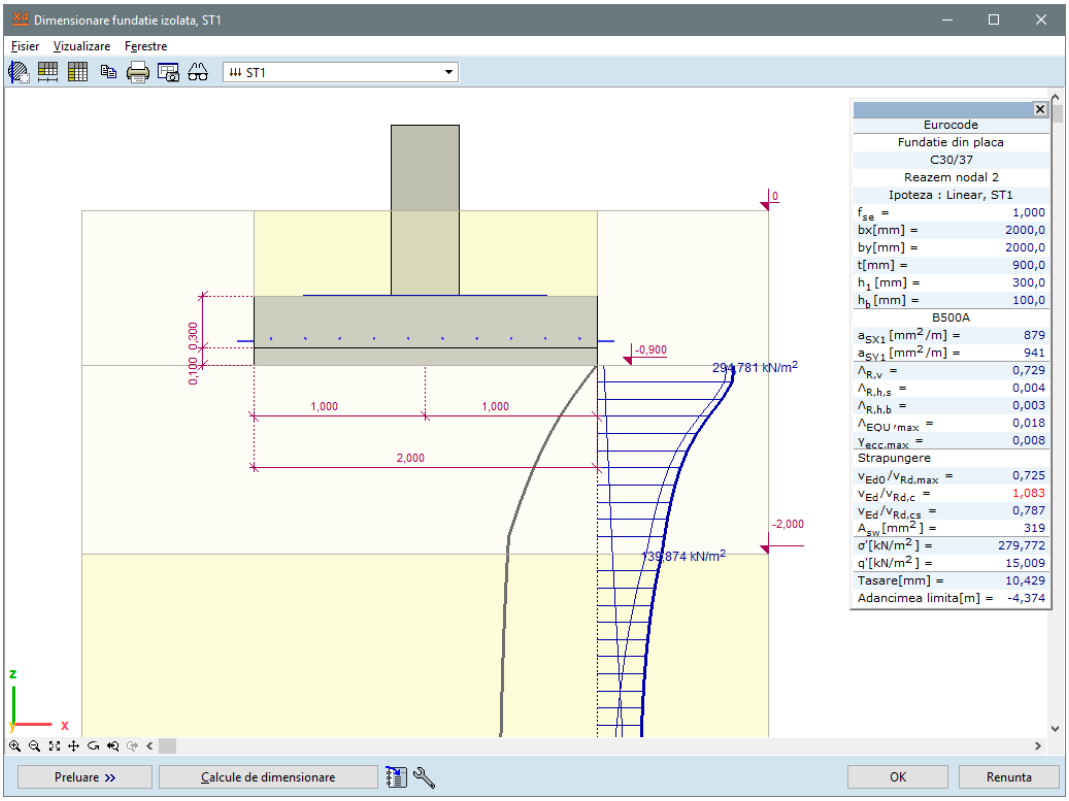
Dacă analiza de vibrație este completă și forțele seismice sunt generate, verificarea seismică a fundațiilor poate fi efectuată. Introduceți următorii parametrii:



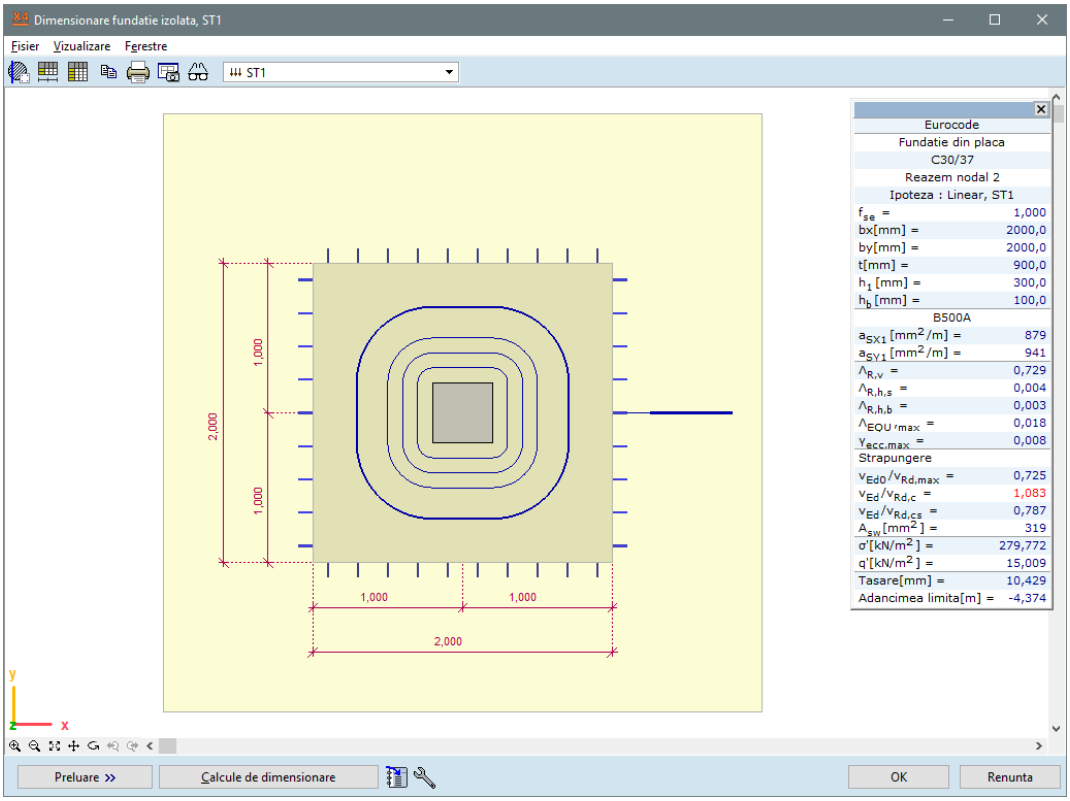
Dimensionarea fundației

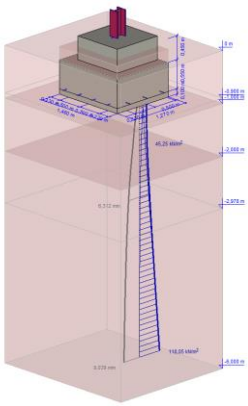
După definirea parametrilor programul afișeaza fundația dimensionată, stratificația terenului, cercurile de armare și cotele aferente. Figura se poate micșora, mări și deplasa în mod similar cu fereastra principală a programului AxisVM.

Vederea laterală a fundației cu diagrama de tasare



Vederea de sus a fundației cu curbe de străpungere





Se poate activa reprezentarea tasării. Cu linia albastră groasă este reprezentat efortul unitar total pe teren în funcţie de adâncime. Cu linie subţire este reprezentat efortul unitar din încărcare şi presiunea geologică (primul are tendinţă de descreştere, celălalt de creştere). Liniile orizontale reprezintă delimitarea straturilor elementare. Diagrama desenată în culoarea gri reprezintă tasarea calculată la adâncimea respectivă (curba de tasare). Tasarea afişată în fereastra de info, este valoarea funcţiei de tasare pentru adâncimea limită (unde efortul unitar suplimentar din încărcare este mai mic decât 10% din presiunea geologică).
Dacă efortul unitar suplimentar sub stratul inferior este mai mare decât 10% din presiunea geologică, adâncimea limită nu se poate determina fiindcă nu se cunoaşte stratificaţia terenului de fundare. În acest caz, în fereastra de info va fi afişată valoarea funcţiei de tasare pentru ultimul strat de sus în jos sub forma *>valoare*.
Pentru un calcul mai exact stratificaţia va fi extinsă la o adâncime mai mare.

Solicitările fundaţiei

În tabel sunt afişate solicitările reazemelor nodale şi rezultatele calculate din aceste valori în diferite ipoteze de încărcare. Din solicitări se determină solicitările înfăşurătoare şi se afişează caracteristicile geometrice rezultate. Solicitările de reazem rezultă în sistemul local de axe al reazemului, iar direcţiile *x* şi *y* folosite la dimensionarea fundaţiei coincid cu sistemul local al reazemului. În cazul reazemelor după direcţiile globale X şi Y, solicitarile coincid cu direcţiile globale.

Notaţii:

R_x, R_y, R_z, R_{xx}, R_{yy}, R_{zz}	Solicitări de reazem
q_{Ed}	Solicitarea de dimensionare
q_{Rd}	Capacitatea portantă a terenului
q_{Ed}/q_{Rd}	Eficienţa
axa	Armătura inferioară necesară pe direcţia *x* (dacă se calculează)
aya	Armătura inferioară necesară pe direcţia *y* (dacă se calculează)
axf	Armătura superioară necesară pe direcţia *x* (dacă se calculează)

ayf	Armătura superioară necesară pe direcţia *y* (dacă se calculează)
τ_{Ed}/τ_{Rd}	Eficienţa pentru lunecarea între betonul de egalizare şi teren de fundare
τ_{Ed2}/τ_{Rd2}	Eficienţa pentru lunecarea între fundaţie şi betonul de egalizare
v_{Ed}/v_{Rd}	Eficienţa pentru străpungere (dacă se calculează)
Tasare	Valoarea tasării fundaţiei
bx, by	Dimensiunea fundaţiei pe direcţiile *x* şi *y*
dx, dy**	Dimensiunea treptei sau piramidei pe direcţiile *x* şi *y*
ex, ey**	Excentricitatea treptei sau piramidei faţă de centrul de greutate al plăcii de fundare

Solicitări detaliate

În tabelul *Solicitări detaliate* faţă de tabelul *Solicitări de fundaţie* se mai afişeaza următoarele rezultate:

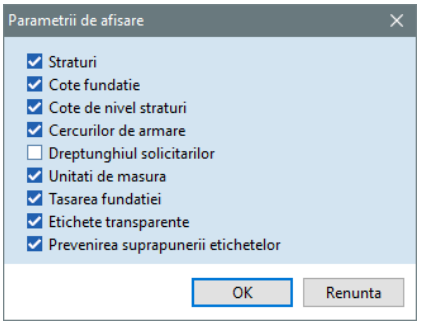
c_x, c_y	Dimensiunea *x* şi *y* al dreptunghiului ariei comprimate centric
e_x, e_y	Excentricitatea încărcării pe direcţiile x şi y
armare xa	Armături inferioare pe direcţia *x* (dacă se calculează)
armare ya	Armături inferioare pe direcţia *y* (dacă se calculează)
armare xf	Armături superioare pe direcţia *x* (dacă se calculează)
armare yf	Armături superioare pe direcţia *y* (dacă se calculează)
τ_{Ed}	Efort de dimensionare unitar de forfecare între betonul de egalizare şi fundaţie
τ_{Rd}	Efort capabil unitar de forfecare între betonul de egalizare şi fundaţie
τ_{Ed2}	Efort de dimensionare unitar de forfecare între betonul de egalizare şi terenul de fundare
τ_{Rd2}	Efort capabil unitar de forfecare între betonul de egalizare şi terenul de fundare
V_{Rdc}	Limita inferioară a efortului capabil unitar de forfecare fără armătură de străpungere
V_{Rdmax}	Limita superioară a efortului capabil unitar de forfecare fără armătură de străpungere
V_{Rdcs}	Efortul capabil unitar de forfecare cu armătura de străpungere
u_1	Lungimea liniei critice
A_{sw}	Armătura de forfecare pe linia de străpungere
Raportul presiunilor	Raportul dintre efortul unitar suplimentar şi presiunea geologică (dacă stratificaţia dată nu ajunge până la adâncimea limită, are valoarea >0.10)
Adâncimea limita	Adâncimea la care raportul presiunilor ajunge la valoarea 0.10 (dacă stratificaţia nu ajunge la adâncimea limită, aici se va afişa ? fiindcă nu se poate determina adâncimea limită)

Copierea figurii din fereastră în memoria rapidă.

Imprimarea figurii din fereastră.

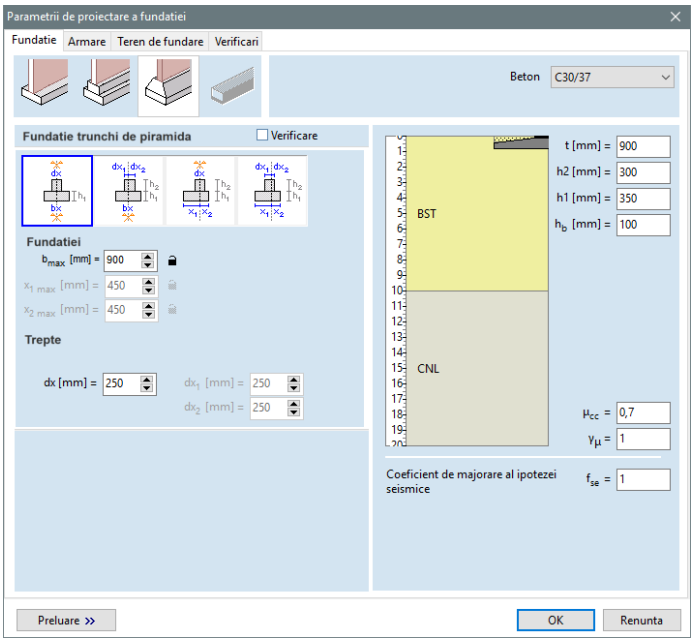
Salvarea imaginii în biblioteca de imagini

Parametrii de afişare.
Afişarea elementelor de desen se pot activa sau dezactiva.



6.5.12.2. Dimensionarea fundaţiilor continue

Programul dimensionează fundaţii continue dreptunghiulare (cu sau fără trepte) sau prismatice, conform **EC 7**. În cadrul dimensionării se verifică dimensiunile fundaţiei, se calculează armarea, se verifică străpungerea şi lunecarea fundaţiei. Programul determină şi tasarea fundaţiei. Dimensionarea fundaţiei continue este similară cu dimensionarea fundaţiei izolate cu deosebirea că în cazul fundaţiei continue trebuie definite dimensiunile secţiunii fundaţiei.



6.5.13. Proiectarea pereților și a nucleelor din beton armat – modulul RC5

RC5 oferă instrumente pentru a atribui armarea nucleelor și pereților din beton și pentru a realiza verificările după cod a nucleelor/pereților supuși la încovoiere și forță axială.
O armare, alta decât armătura de suprafață simplă (**vezi...** 6.5.1 Calculul parametrilor de armare și calculul armăturii pentru elemente plane – modul RC1) poate fi atribuită barelor virtuale sau fâșiilor virtuale (**vezi...** 2.16.16 Bara virtuală) făcând click pe pictograma barei cu instrumente R.C.Design sau făcând click pe axa unei fâșii/bare virtuale. Pictograma este disponibilă doar dacă 1) modelul conține un domeniu de beton armat 2) conține măcar o bară/fâșie virtuală și 3) rezultatele analizei statice și dinamice au fost calculate.

Întâi selectați o fâșie/bară virtuală existentă. Selecția nu este corectă dacă

- Nicio o bară virtuală și nici o fâșie virtuală nu au fost selectate.
- Mai multe de o fâșie/bară virtuală au fost selectate.
- Bara/fâșia virtuală selectată au domenii diferite de beton.
- Bara/fâșia virtuală selectată nu e continuă.
- Secțiunea transversală a barei/fâșiei virtuale selectate nu e acceptată (ex: secțiune variabilă).
- Bara/fâșia virtuală selectată nu e verticală (max. 15° deviație e permisă).
- Bara/fâșia virtuală selectată are o secțiune transversală automată dar o nervură conectată în unul din domenii nu e din beton.

După completarea selecției, un dialog *Pereți și nuclee din beton armat* va fi afișat. Acest dialog este pentru a atribui etajele și armarea nucleelor și pereților și pentru a realiza verificările după codul de proiectare.
Acest dialog are 3 file: *Bare virtuale, fâșii virtuale, Utilizare per total.*

Bare virtual

Barele virtuale pot fi utilizate pentru proiectarea nucleelor de beton armat cu ipoteza că secțiunile rămân aproximativ plane înainte și după încărcare. Această ipoteză poate fi greșită în cazul miezurilor mari și scurte și în prezența unui moment torsional considerabil de deformare, dacă secțiunea este sensibilă la efectele de deformare.
Verificările nucleelor din beton armat sunt similare cu cele ale stâlpilor din beton armat. Diagrama de interacțiune a rezistenței N_x–M_y–M_z a secțiunii e calculată iar apoi verificată dacă punctul care reprezintă forțele de proiectare $N_{x,Ed}$, $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$ e cuprins în diagrama de interacțiune. Verificarea armării nucleului nu permite definirea a unui coeficient de lungime de flambaj, întrucât codurile de proiectare modernă (EN 1992-1-1) includ metode care iau în calcul efectul **imperfecțiunilor** și **a efectelor de ordin doi** la nivel structural. **În cazul nucleelor din beton armat, se presupune că forțele interne de proiectare integrate includ efectul imperfecțiunilor și efectele de ordinul doi.**

Fâșii virtuale

Fâșiile virtuale pot fi folosite la verificarea capetelor pereților sau a segmentelor de perete considerând posibile cedări din flambajul peretelui între etaje. Programul e capabil să calculeze excentricitățile adiționale date de imperfecțiuni și efecte de ordin doi considerând etajele. Adăugându-le excentricităților inițiale (calculate din forțele interne integrate), programul calculează forțele de proiectare $N_{x,Ed}$, $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$. **Se presupune că forțele interne de proiectare integrate includ efectul imperfecțiunilor și efectele de ordin doi la nivel structural.** Verificarea la proiectare e realizată similar cu cazul nucleelor din beton armat, care este generată diagrama de interacțiune a forței N_x-M_y-M_z a secțiunii și se verifică dacă punctul reprezentând forțele de proiectare $N_{x,Ed}$, $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$ se află în diagrama de interacțiune.

Utilizare per total

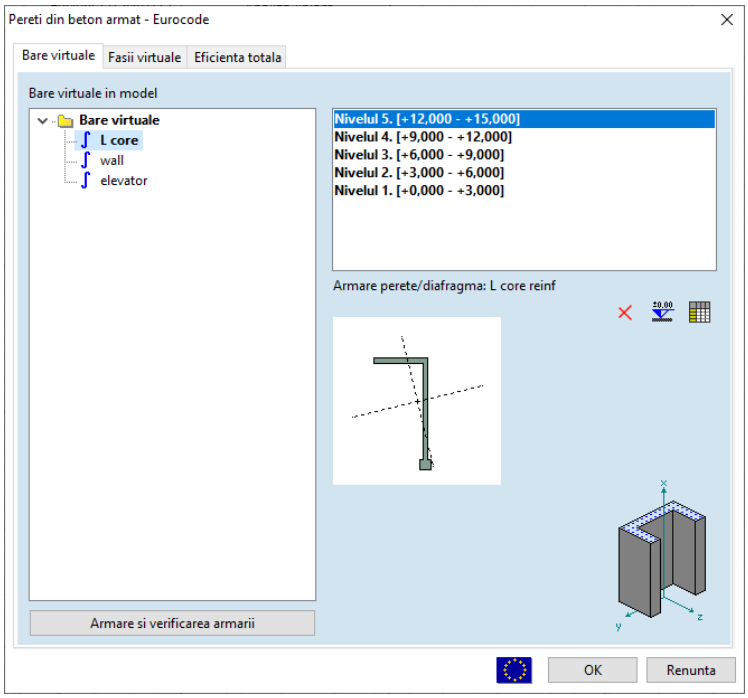
Utilizarea per total constă în combinarea utilizării derivate din rezultatele proiectării nucleelor de beton armat calculate cu bară virtuale și utilizarea obținută din rezultatele de proiectare ale capetelor pereților/segmentelor calculate cu fâșii virtuale. Combinarea celor două valori de utilizare este necesară, deoarece diagrama de interacțiune a forței Nx-My-Mz a nucleelor este generată ignorând o posibilă pierdere de stabilitate (și rezistență) a capetelor peretelui comprimat și a segmentelor interioare de perete.
Pentru modelarea unui miez de beton armat definiți o bară virtual și o armătură pentru întregul miez și calculați utilizarea acestuia. Apoi, definiți fâșii virtuale pentru secțiuni de bază individuale și calculați utilizarea lor în ceea ce privește pierderea de stabilitate. Programul acceptă utilizarea diferitelor reguli de rezumare (vezi mai jos).

☞ **În cazul nucleelor sensibile la deformare și prezența unor momente torsionale considerabile, secțiunea se deformează și nu rămâne plană după încărcare. Se recomandă să se efectueze verificarea pentru segmente de perete ale nucleelor în astfel de cazuri, deoarece secțiunea nu poate fi proiectată în ansamblu.**

Bare virtuale

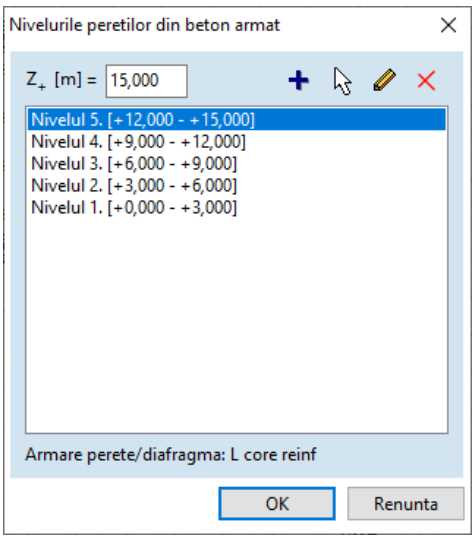
Barele virtuale ale modelului

Arborele din stânga afișează fasciculele virtuale ale modelului. Dacă etajele de armare pereți au fost atribuite barei virtuale, numele o sa-i apară îngroșat. Dacă o asemenea bară va fi selectată, etajele atribuite vor fi afișate în dreapta. Etajele cu armare efectivă vor fi afișate cu caractere îngroșate.



Dacă este selectat o bară virtuală fără etaje, lista rămâne goală și este disponibil doar butonul din mijloc. Faceți clic pe butonul pentru a atribui etaje barei virtuale.

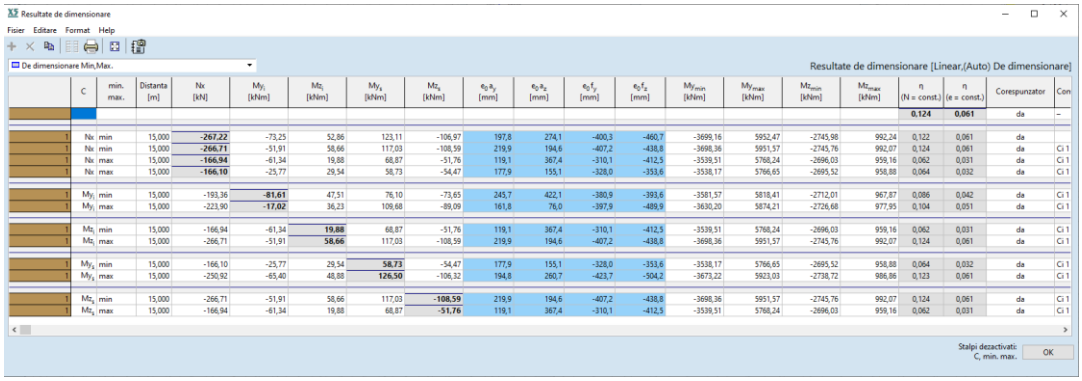
Înainte de a defini armarea efectiv, etajele trebuie alocate barelor/fâșiilor virtuale. Împărțirea barei virtuale la etaje face ca armarea să fie mai economică și mai eficientă, deoarece poate urmări schimbările forțelor interne.
Un etaj trebuie să intersecteze axa barei/fâșiei virtuale selectate. Etajele model existente care îndeplinesc aceste criterii sunt adăugate automat la listă (**vezi...** 3.3.4 Niveluri), dar etajele alocate unei bare sau fâșii virtuale nu trebuie să fie identice cu etajele modelului.



Etajele pot fi șterse (șterge pictograma), modificate (creion) și pot fi adăugate etaje noi (+ și săgeată). Etajele sunt salvate în bara/fâșia virtuală. Dacă etaje sunt alocate barei/fâșiei virtuale, secțiunea sa transversală va fi afișată cu cercuri pe axa barei/fâșiei virtuale care indică limitele etajului.

Armarea poate fi ștearsă din etajul selectat cu acest buton. Este disponibil numai dacă o armătură este atribuită etajului.

Rezultatele proiectării etajului selectat al barei virtuale selectate pot fi văzute rezumativ într-un tabel (vezi mai jos). Acest buton este disponibil numai dacă armarea este atribuită la etaj.

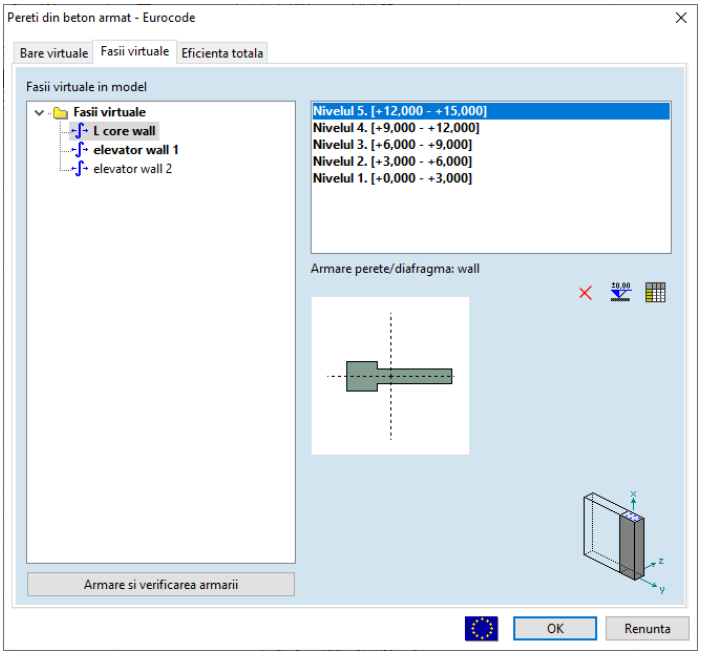


Definire și verificare armare

După ce faceți clic pe butonul *Definire și verificare armare*, se deschide un nou dialog (**vezi...** Definirea armării peretelui/) unde o armare nouă poate fi atribuită la etaj sau poate fi modificată o armare existentă.

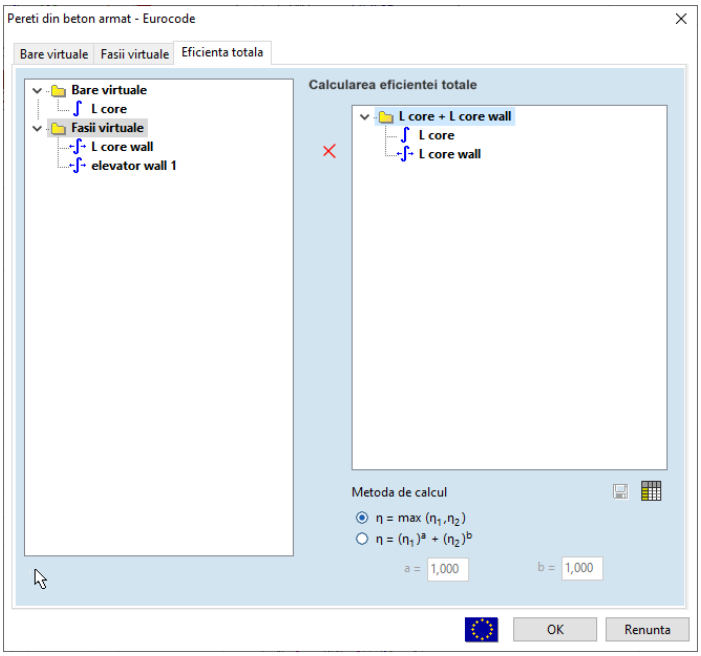
Fâșii virtuale

În fila *Fâșii virtuale*, sunt disponibile aceleași funcționalități și butoane ca în fila *Bare virtuale*. Etaje și armături pot fi alocate fâșiilor virtuale care pot fi utilizate pentru modelarea și proiectarea capetelor și segmentelor pereților.



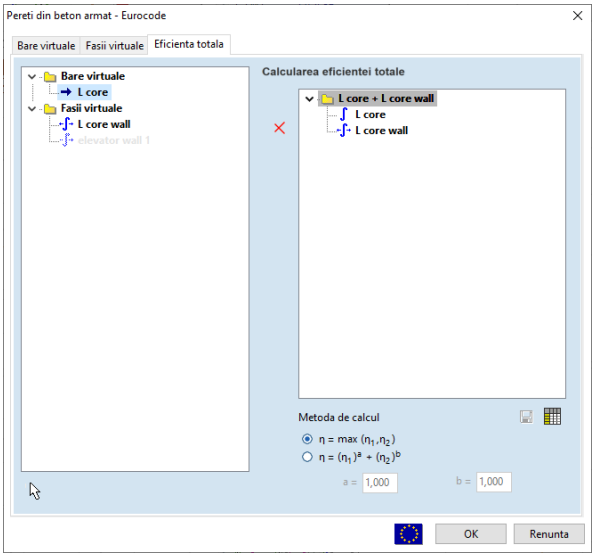
Utilizare per total

În fila *Utilizare per total*, perechile bare virtuale – fâșii virtuale care sunt utilizate pentru a calcula utilizarea generală a nucleelor și pereților armați pot fi create, șterse și modificate.



Bare virutale și fâșii virtuale în model

Arborele din stânga afișează bare virtuale și fâșii virtuale care au alocate etaje de armare a peretelui. Bare virtuale și fâșii cu lipsă de armare reală pe unul sau mai multe etaje apar în roșu. În acest caz, utilizarea generală nu poate fi calculată pentru fiecare etaj.
Arborele din stânga acceptă selecția multiplă. Țineți apăsat butonul Ctrl și faceți clic pe elemente pentru a le adăuga la selecție. O bară virtuală și o fâșie virtuală pot fi asociate numai dacă bara virtuală și fâșia virtuală sunt compatibile. Dacă este selectat o bară virtuală, toate fâșiile virtuale incompatibile se vor transforma în gri deschis.



☞ **O bară virtual și o fâșie virtuală sunt compatibile dacă au același număr de etaje și etajele lor sunt identice.**

Calculul utilizării generale

Toate perechile de bare virtuale - fâșii virtuale create sunt listate în partea dreaptă.

Acest buton este disponibil numai dacă este selectat o bară virtuală și o fâșie virtuală compatibilă din stânga. Faceți clic pe acest buton pentru a adăuga o nouă pereche de bare virtuale - fâșii virtuale în listă. Numele perechii este compus din numele de bară virtuală și fâșie virtuală.

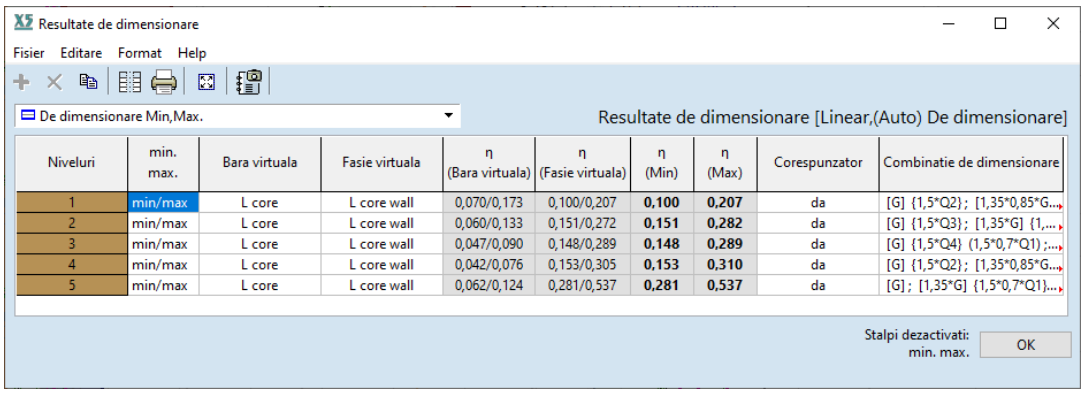
Acest buton poate fi utilizat pentru a șterge din listă o bară virtuală - fâșie virtuală.

Regula de combinație pentru calcularea utilizării globale a perechii de bară virtuală - fâșie virtuală poate fi definită sub listă. Două reguli de combinație diferite sunt disponibile.

$$\eta = \max(\eta_1, \eta_2) \quad \text{or} \quad \eta = \eta_1^a + \eta_2^b$$

Regula implicită este prima. Faceți clic pe butonul de salvare pentru a modifica regula de combinație a perechii de bară - fâșie virtuală selectată.

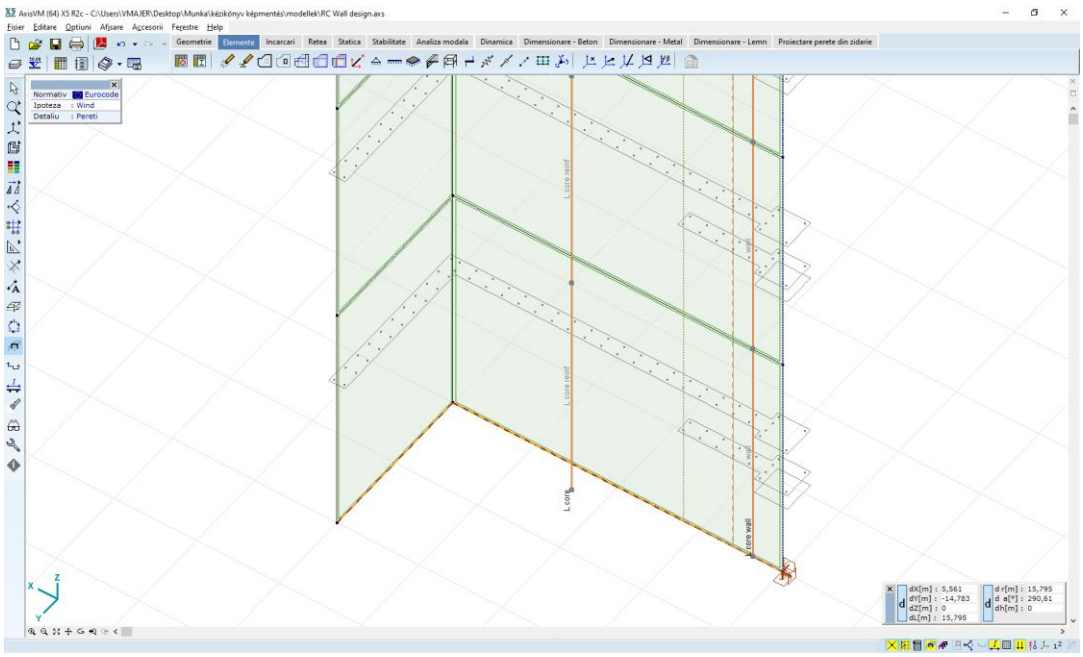
Faceți clic pe butonul tabelului pentru a rezuma rezultatele proiectării perechei de bară - fâșie virtuală selectate într-un tabel (a se vedea mai jos).



Niveluri	min. max.	Bara virtuala	Fasie virtuala	η (Bara virtuala)	η (Fasie virtuala)	η (Min)	η (Max)	Corespunzator	Combinatie de dimensionare
1	min/max	L core	L core wall	0,070/0,173	0,100/0,207	**0,100**	**0,207**	da	[G] {1,5*Q2} ; [1,35*0,85*G...
2	min/max	L core	L core wall	0,060/0,133	0,151/0,272	**0,151**	**0,282**	da	[G] {1,5*Q3} ; [1,35*G] {1,...
3	min/max	L core	L core wall	0,047/0,090	0,148/0,289	**0,148**	**0,289**	da	[G] {1,5*Q4} (1,5*0,7*Q1) ;...
4	min/max	L core	L core wall	0,042/0,076	0,153/0,305	**0,153**	**0,310**	da	[G] {1,5*Q2} ; [1,35*0,85*G...
5	min/max	L core	L core wall	0,062/0,124	0,281/0,537	**0,281**	**0,537**	da	[G] ; [1,35*G] {1,5*0,7*Q1}...

Afișare

Dacă etajele și armarea reală sunt atribuite barei/fâșiei virtuale, secțiunea transversală cu armătură va fi afișată cu cercuri pe axa barei/fâșiei virtuale care indică limitele etajelor de armare a peretelui. Numele armăturii efective alocate etajului este afișat aproape de mijlocul etajului pe axa barei/fâșiei virtuale.



☞ **Cu asocierea etajelor și armarea efectivă la bare virtuale și fâșii virtuale, practic, alocăm armări elementelor inexistente (bare virtuale și fâșii virtuale) pentru a integra tensiunile din domenii și suprafețe și pentru a efectua verificarea designului pentru forțele interne integrate. Lățimea dată de fâșiile virtuale sau etajele definite nu se potrivesc neapărat la granițele domeniilor sau rețelei elementelor finite. Din acest motiv, parametrii de armare și armarea efectivă sunt independenți de parametrii de armare** (**vezi...** 6.5.1 Calculul parametrilor de armare și calculul armăturii pentru elemente plane – modul RC1) **și armarea efectivă** (**vezi...** 6.5.2 Aria de armătură efectivă) **atribuită suprafețelor. Statistica armării în raportul de greutate (vezi...** 3.2.13 Masa elementelor**) nu include armările reale atribuite barelor și fâșiilor virtuale.**

6.5.13.1. Definirea armării peretelui/nucleului

Faceți clic pe butonul *Definire și verificare armare* pe fila bare virtuale sau fâșii virtuale pentru a defini armarea/parametrii peretelui și de armare efectivă în dialogul de mai jos (verificarea Design de bază de beton / perete armat). Dialogul este foarte similar cu dialogul de armare al stâlpului (**vezi...** 6.5.4 Parametri de armare a stâlpilor (încovoiere pe două direcții) și 6.5.9 Armarea stâlpilor – modul RC2).

Bare de armătură

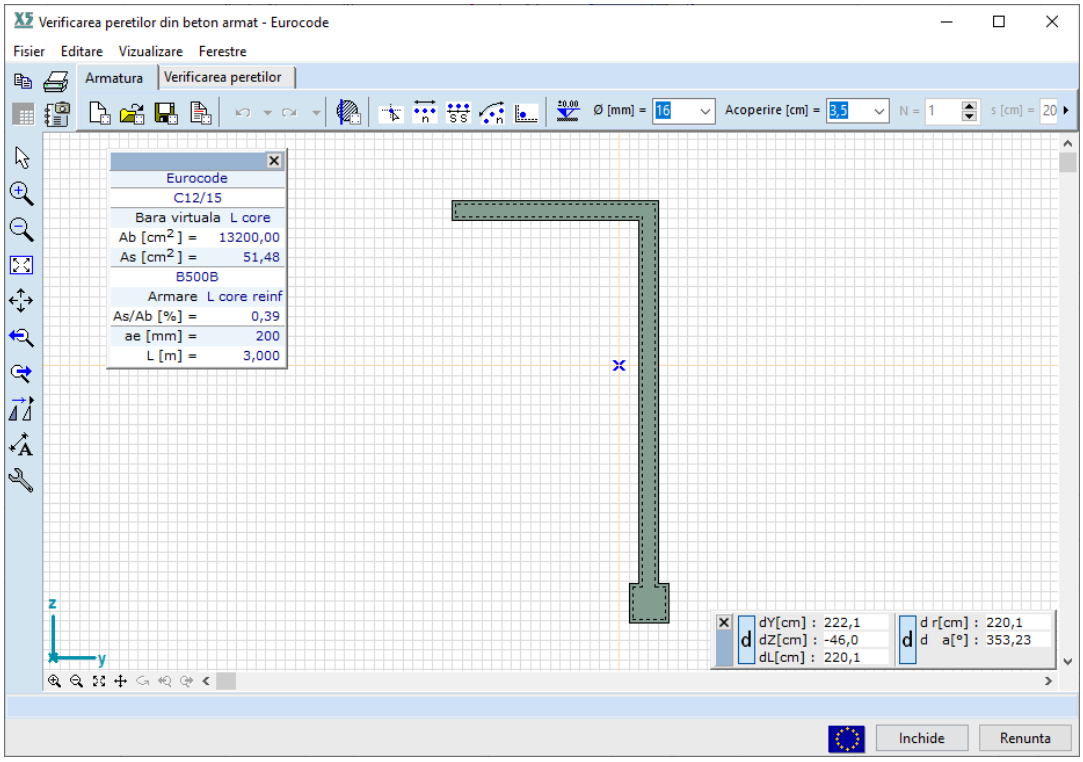
Această filă este de a seta gradul de oțel și beton, parametrii de flambaj din afara planului (numai în cazul fâșiilor virtuale) și dispunerea armăturilor în secțiunea transversală a peretelui.

Secțiune transversală

Fereastra principală prezintă secțiunea transversală a designului moștenită de la bara/fâșia virtuală. Secțiunea transversală a barelor și fâșiilor virtuale poate fi creată automat din elementele de suprafață intersectate sau definite de utilizator. Secțiunea transversală nu poate fi modificată aici, deoarece este o caracteristică a barei/fâșiei virtuale. Secțiunea transversală poate fi modificată numai pe fereastra Bare Virtuale (**vezi...** 2.16.16 Bara virtuală).

Sistem de coordonate locale

Sistemul local de coordonate al barei/fâșiei virtuale joacă un rol important în procedura de verificare a proiectării datorită faptului că forțele interne sunt integrate de eforturile din acest sistem de coordonate. Orientarea secțiunii transversale afișate în *Verificarea proiectării nucleului/peretelui* din beton armat este, de asemenea, în concordanță cu acest sistem de coordonate local.



Adăugați desenul în galerie

Salvează desenul curent în biblioteca de desene.

Armare nouă

Definește o armare nouă.

Încărcare

Încarcă armări definite anterior.

Salvează

Salvează armarea.

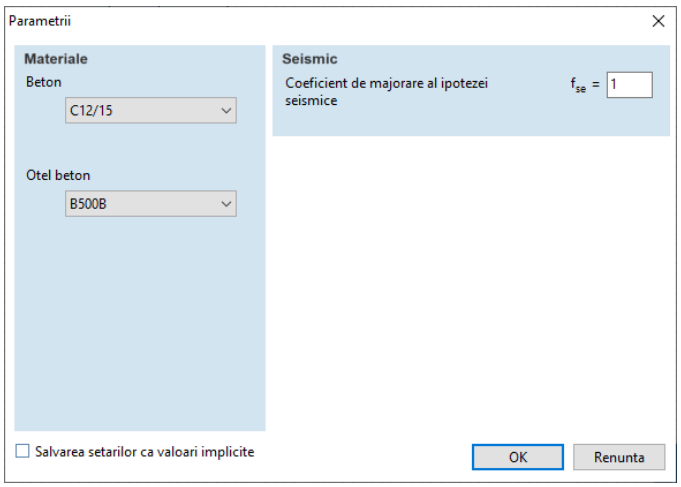
Listă de armare

Lista armăturilor existente.

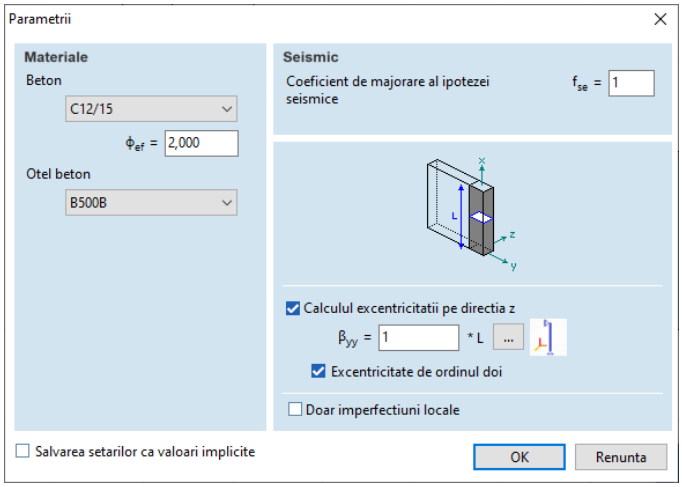
Parametri

Vă permite să specificați parametrii folosiți în cursul verificării.
Pentru fâșii virtuale lungimea de flambaj β_{yy} poate fi specificată. (β_{yy} cu referință la flambajul în planul *x-z*). Este posibil să se aleagă forma flambajului. Lungimea de flambaj se calculează ca înălțimea peretelui din etajul selectat înmulțit cu factorul lungimii de flambaj.
Clasa de beton utilizat în calcul poate fi diferită de clasa de beton atribuit elementului structural. Permite utilizatorului să evalueze siguranța structurală cu o clasă de beton diferită, fără noi analize statice. ϕ_{ef} is the so-called raportul efectiv al curgerii lente în concordanță cu Secțiunea 5.8.4 a standardului EN 1992-1-1.
Se pot vedea coeficienții încărcărilor seismice în 4.10.23 Calculul seismului – modul SE1.

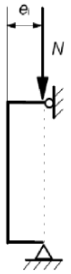
Bară virtuală



Fâșie virtuală

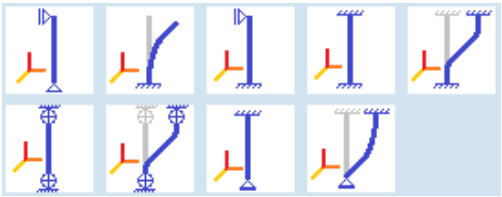


Dacă imperfecțiunile globale sunt luate în considerare de sarcinile suplimentare care acționează asupra structurii, acestea trebuie ignorate în calculul armăturii. Pentru a obține acest lucru, verificați doar *imperfecțiunile locale*. Dacă este selectată o formă de flambaj balansant, se are în vedere doar o imperfecțiune geometrică locală constantă (**vezi...** 6.5.13.3 Calculul excentricității).



Forma de flambaj

Excentricitățile de ordinul doi sunt calculate pe baza formei de flambaj selectate (**vezi...** 6.5.13.3 Calculul excentricității). Factorii de lungime a flambajului sunt schimbați în consecință, dar pot fi suprascriși.



Dispune/după acoperire

Generează o bară de armătură cu diametrul specificat până la locația cursorului.
Dacă cursorul se află pe un colț sau pe linia de contur, armatura va fi plasată luând în considerare acoperirea cu beton.

Spațiere

Inserează uniform N + 1 bare de armătură între două puncte selectate.

Spacing with constant rebar distance

Inserează noi bare de armătură între două puncte selectate, luând în considerare distanța constantă a barei de armătură. Dacă distanța dintre punctele finale și nu este valoare întreagă multiplă a distanței între bare, distanța între ultimele două bare va fi mai mică decât s.

Spațiere pe un arc de cerc

Inserează uniform N + 1 noi bare între un punct de plecare selectat și un punct final al unui arc de cerc.
Dacă este desenat un întreg cerc, programul introduce N bare uniform în jurul cercului.

Dispunere bare la colțuri

Dispune bare în colțuri pozitive și negative (> 5°) dacă nu este nicio bară acolo.

Etaje

Deschide un dialog pentru a selecta etaj.

Diametru

Ø [mm] = 16

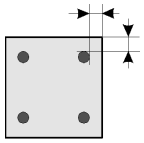
Vă permite să definiți sau să modificați diametrul unei bare.

Pentru a modifica, selectați barele și introduceți diametrul sau selectați o valoare din listă.

Acoperirea cu beton

Betonf. [cm] = 3,5

Vă permite să definiți sau modificați acoperirea cu beton.



N (număr diviziuni)

N = 1

Numărul diviziunii care definește numărul de repetiții ca N + 1.

s (distanța între bare)

s [cm] = 20,0

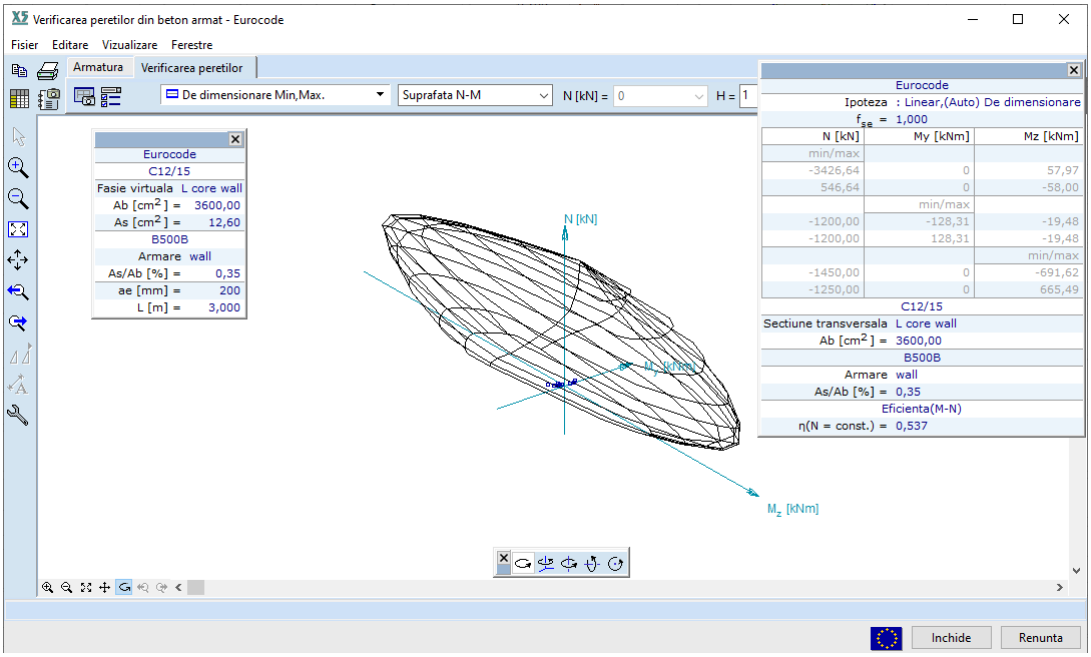
Distanța între bare care este considerată în distanțare cu distanță constantă între bare.

Transformări geometrice

Translație		Creează bare noi prin copierea celor existente prin translație.
Rotație		Creează bare noi prin copierea celor existente prin rotație.
Oglindire		Creează bare noi prin oglindirea celor existente.

6.5.13.2. Verificare armare perete/nucleu

Verificarea poate fi efectuată pe baza următoarelor coduri de proiectare:
Eurocod 2: EN 1992-1-1:2004 + (MSZ, DIN, SR, DS, NBN, BS, NEN, SFS, SS, NTC, CSN NAs)
SIA : SIA 262:2013



Verificare perete/nucleu

Selectând fila de verificare *Nucleu/perete*, programul efectuează verificarea la încovoiere cu sau fără forță axială bazată pe proprietățile secțiunii transversale și al parametrilor de armare. Determină excentricitățile provenite de la imperfecțiuni și efecte de ordinul doi (în cazul fâșiilor virtuale bazate pe parametrii de flambaj dat) și în conformitate cu cerințele actualului cod de proiectare.
Programul calculează forțele interne de proiectare $N_{x,Ed}, M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$ (**vezi...** 6.5.13.3 Calculul excentricității) și verifică dacă aceste puncte se află în diagrama de interacțiune.
Verificarea nucleelor și pereților din beton armat se realizează foarte similar cu verificarea stâlpilor din beton armat, astfel diagramele, funcționalitățile și butoanele sunt foarte similare sau identice, care sunt introduse în secțiunile anterioare (**pentru mai multe detalii vezi...** 6.5.9 Armarea stâlpilor – modul RC2).
Diagrama afișată și proprietățile acesteia pot fi setate în fereastra Parametri de afișare.

Forțe interne

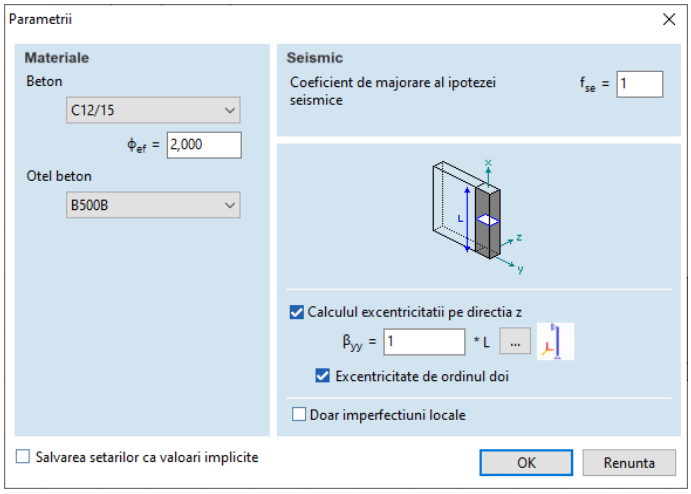
Tabelul cu rezultatele conține forțele maxime normale și momentele de încovoiere în partea de sus și de jos a etajului selectat al nucleului/peretelui. Forțele interne sunt integrate de eforturi și sunt asociate cu sistemul local de coordonate al barei/fâșii virtuale.

6.5.13.3. Calculul excentricității

Excentricitățile datorate imperfecțiunilor și efectelor de ordinul doi sunt calculate numai în cursul verificării armăturilor atribuite fâșiilor virtuale. Aceste excentricități sunt însumate cu excentricitățile inițiale calculate din forțele interne. În cazul armăturilor atribuite barelor virtuale, software-ul nu calculează excentricitățile datorate imperfecțiunilor și efectelor de ordinul doi, iar excentricitățile inițiale sunt excentricități de proiectare, deoarece codurile de proiectare moderne (de ex. EN 1992-1-1) includ metode pentru a ține cont de efectul imperfecțiunilor și a efectelor de ordinul doi la nivel structural. Se presupune că forțele interne reprezintă deja aceste efecte.

Calculul excentricităților datorate imperfecțiunilor și efectelor de ordinul doi pentru armare în fâșii virtuale se realizează ca și calculul stâlpilor din beton armat (**vezi...** 6.5.9 Armarea stâlpilor – modul RC2). Diferența majoră este că excentricitățile sunt calculate doar în direcția perpendiculară pe planul peretelui (se presupune că această direcție este identică cu axa z locală).

☞ **În cazul armăturilor alocate fâșiilor virtuale, se presupune că axa z locală a fâșiei virtuale este perpendiculară pe perete. Din acest motiv, se presupune că axa slabă este axa y locală. Printre parametrii de armare, utilizatorul poate specifica coeficientul de lungime de flambaj legat de axa slabă y. Revizuirea orientării sistemului local de coordonate este recomandată înainte de a efectua verificarea.**



6.5.13.3.1. Verificarea armării conform Eurocod 2

Momentul de proiectare este $M_d = N_d \cdot e_d$

unde N_d este forța axială și e_d excentricitatea de proiectare.

- Bare virtuale: $e_d = e_e$
- Fâșii virtuale paralele cu planul: $e_d = e_e$
- Fâșii virtuale perpendiculare pe plan: $e_d = e_e + e_i + e_2$

Excentricitatea minimă: $max\left(20mm, \frac{h}{30}\right)$.

e_e este **excentricitatea inițială** calculată din momentul încovoietor și forța axială de ordin 1.
Excentricități inițiale la capetele secțiunii cercetate:

$$e_e = M_I/N_d$$

Excentricități inițiale la secțiunea intermediară a secțiunii investigate (excentricitate echivalentă):

$$e_e = \max\begin{Bmatrix}0.6 \cdot e_a + 0.4 \cdot e_b \\ 0.4 \cdot e_a\end{Bmatrix} \text{ and } |e_a| \geq |e_b|,$$

unde e_a și e_b sunt excentricitățile inițiale la capetele secțiunii cercetate.

e_i este excentricitatea din **imperfecțiunile geometrice.**
$e_i = \alpha_h \Theta_0 \frac{l_0}{2}$, unde l_0 este lungimea de flambaj, $\alpha_h = 2/\sqrt{l}$ și $\frac{2}{3} \leq \alpha_h \leq 1$, unde l este înălțimea etajului.
Θ_0 – conform cu AN a codului ales.

e_2 este **excentricitatea de ordinul doi.**
Excentricitatea de ordinul doi este considerată dacă $\lambda \geq \lambda_{lim} = 20\frac{ABC}{\sqrt{n}}$ unde $n = \frac{N_{Ed}}{A_c f_{cd}}$

☞ ***Calculul lui λ_{lim} poate fi diferit conform AN a codului selectat!***

În cazul DIN EN 1992-1-1: $n < 0.41 \rightarrow \lambda_{lim} = \frac{16}{\sqrt{n}}; n > 0.41 \rightarrow \lambda_{lim} = 25.0$

În cazul Codului Italian: $\lambda_{lim} = 15.4\frac{C}{\sqrt{n}}$

Metoda de calcul prescrisă de $\boldsymbol{e_2}$ poate fi metoda curburii nominale sau metoda de rigiditate nominală conform AN a codului selectat. În unele AN, aplicarea ambelor metode este permisă. În aceste cazuri, se aplică metoda curburii nominale..

Metoda curburii nominale

$$e_2 = \frac{1}{r}\frac{l_0^2}{c}$$

unde $\frac{1}{r} = K_r K_\varphi \frac{f_{yd}}{E_s \cdot 0.45 \cdot d'}$
$8 \leq c \leq \pi^2$ bazat pe diagrama momentului de încovoiere de prim ordin
$K_r = \min\left\{\frac{N_u' - N_{Ed}}{N_u' - N_{bal}}; 1.0\right\}$, $K_\varphi = \max\{1 + \beta\varphi_{ef}; 1.0\}$,
$\beta = 0.35 + \frac{f_{ck}}{200} - \frac{\lambda}{150}$, unde f_{ck} este în N/mm2
$d' = \frac{h}{2} + i_s$, unde i_s este raza de inerție a armăturii longitudinale

Metoda rigidității nominale

$$e_2 = (e_e + e_i)\left[1 + \frac{\beta}{N_B/N_d - 1}\right],$$

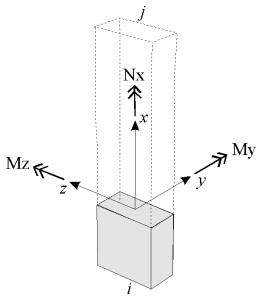
unde $\beta = \frac{\pi^2}{c}$
N_B este sarcina critică de flambaj bazată pe rigiditatea nominală
$EI = K_c E_{cd} I_c + K_s E_s I_s$ este rigiditatea nominală, unde
E_{cd} este valoarea de proiectare a modulului de elasticitate a betonului, vezi 5.8.6 (3)
I_c este momentul de inerție al secțiunii transversale din beton
E_s este valoarea de proiectare a modulului de elasticitate a armăturii, 5.8.6 (3)
I_s este al doilea moment de inerție al ariei armăturii, în jurul centrului ariei de beton
K_c este un factor pentru efectele fisurării, curgerii lente etc, vezi 5.8.7.2. (2), (3)
K_s este un factor de contribuție al armăturii, vezi 5.8.7.2. (2), (3)

Excentricitățile sunt determinate în ambele planuri de încovoiere. Programul verifică următoarele situații de proiectare:

Bare virtuale	Fâșii virtuale
$M_{dy} = N_d e_{ez}$	$M_{dy} = N_d(e_{ez} + e_{iz} \pm e_{2z})$
$M_{dz} = -N_d e_{ey}$	$M_{dz} = -N_d e_{ey}$

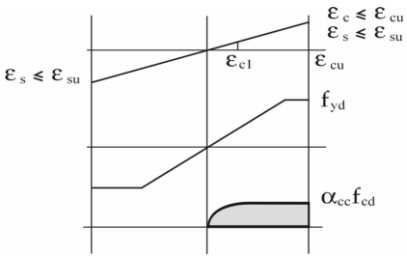
AxisVM verifică dacă sarcinile de proiectare calculate (M_{dy}, M_{dz}, N_d) se află în diagrama de interacțiune a rezistenței N-M. Dacă nu este satisfăcut în niciuna dintre situațiile de proiectare, nucleul/peretele cu secțiunea transversală și armarea nu verifică.

Pe diagramele de interacțiune de rezistență N-M_R și pe curbele de excentricitate critică, punctele reprezintă aceste sarcini de proiectare. Valori de forță și moment personalizate pot fi, de asemenea, introduse în tabel. Aceste puncte vor fi afișate în diagramele de interacțiune a forței N-M_R și în curbele de excentricitate critică. Semnele forțelor și momentelor sunt determinate în funcție de imaginea alăturată.



Modele de materiale

Relațiile σ, ε pentru beton și oțel:



6.5.13.3.2. Verificarea armării conform SIA 262

Momentul de proiectare este $M_d = N_d \cdot e_d$

unde N_d este forța axială și e_d excentricitatea de proiectare.

- bare virtuale: $e_d = e_{1d}$
- fâșii virtuale paralele cu planul: $e_d = e_{1d}$
- fâșii virtuale perpendiculare pe plan: $e_d = e_{1d} + e_{0d} + e_{2d}$

e_{0d}: **increment datorat imperfecțiunilor geometrice**

$e_{0d} = \max\left\{\alpha_i \frac{l_{cr}}{2}; \frac{d}{30}\right\}$

unde $\frac{1}{200} \geq \alpha_i = \frac{0.01}{\sqrt{l}} \geq \frac{1}{300}$

l_{cr} este lungimea de flambaj, l este lungimea reală, d este înălțimea efectivă a secțiunii.

e_{1d}: este **excentricitatea inițială** calculată din forța și momentul de prim ordin.
Excentricitățile inițiale la capetele secțiunii cercetate:

$$e_{1d} = M_I / N_d$$

Excentricități inițiale la secțiunea intermediară a secțiunii investigate (excentricitate echivalentă):

$$e_{1d} = \max\begin{Bmatrix} 0.6 \cdot e_a + 0.4 \cdot e_b \\ 0.4 \cdot e_a \end{Bmatrix} \text{ și } |e_a| \geq |e_b|,$$

Unde e_a și e_b sunt excentricitățile inițiale la capetele secțiunii investigate.

$e_{2d} = \chi_d \frac{l_{cr}^2}{\pi^{2'}}$

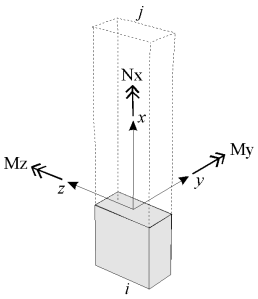
unde $\chi_d = \frac{2 f_{sd}}{E_s (d - d')}$ dacă opțiunea de curbură aproximativă este bifată, altfel $\chi_d = \frac{\varepsilon_{sd} - \varepsilon'_{sd}}{d - d'} + \frac{|\varepsilon_{c,\infty}|}{d}$.

Excentricitățile sunt determinate în ambele planuri de încovoiere. Programul verifică următoarele situații de proiectare:

Bare virtuale	Fâșii virtuale
$M_{dy} = N_d e_{1z}$	$M_{dy} = N_d (e_{1z} + e_{0z} \pm e_{2z})$
$M_{dz} = -N_d e_{1y}$	$M_{dz} = -N_d e_{1y}$

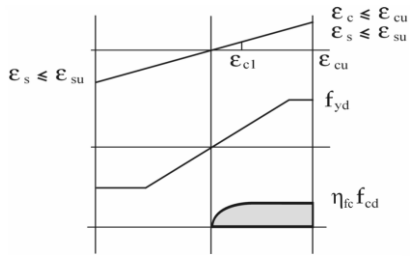
AxisVM verifică dacă sarcinile de proiectare calculate (M_{dy}, M_{dz}, N_d) se află în diagrama de interacțiune a rezistenței N-M. Dacă nu este satisfăcut în niciuna dintre situațiile de proiectare, nucleul/peretele cu secțiunea transversală și armătura nu verifică.

Pe diagramele de interacțiune de rezistență N-M_R și pe curbele de excentricitate critică, punctele reprezintă aceste sarcini de proiectare. Valorile de forță și moment personalizate pot fi, de asemenea, introduse în tabel. Aceste puncte vor fi afișate în diagramele de interacțiune a rezistenței N-M_R și în curbele de excentricitate critică. Semnele forțelor și momentelor sunt determinate în funcție de imaginea alăturată.



Modele de material

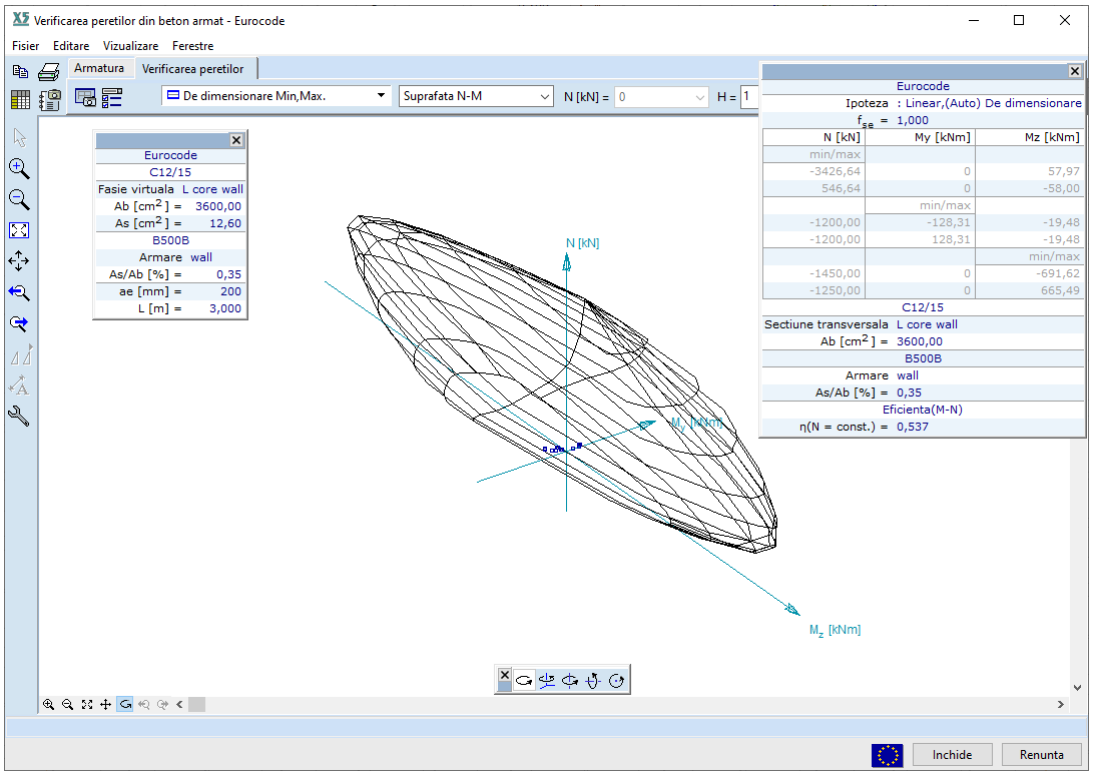
Relațiile σ, ε pentru oțel și beton:



6.5.13.4. Rezultate

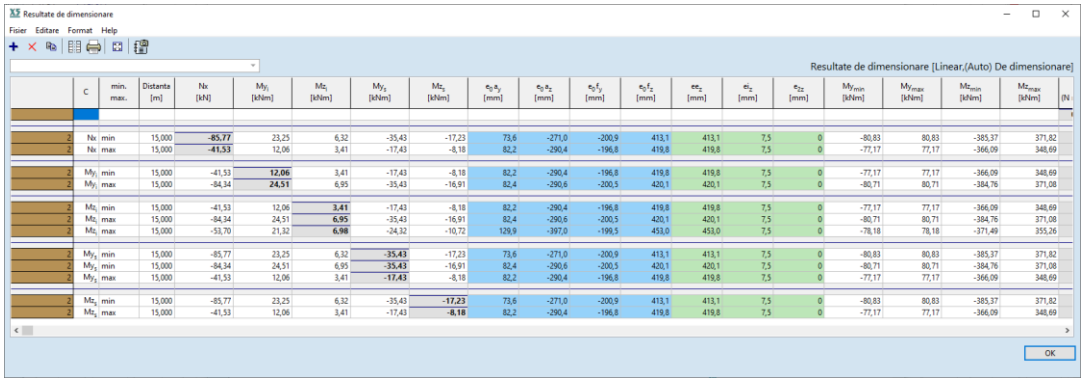
Rezultatele proiectării nucleelor și pereților din beton armat sunt disponibile în mai multe moduri în program.

Desene



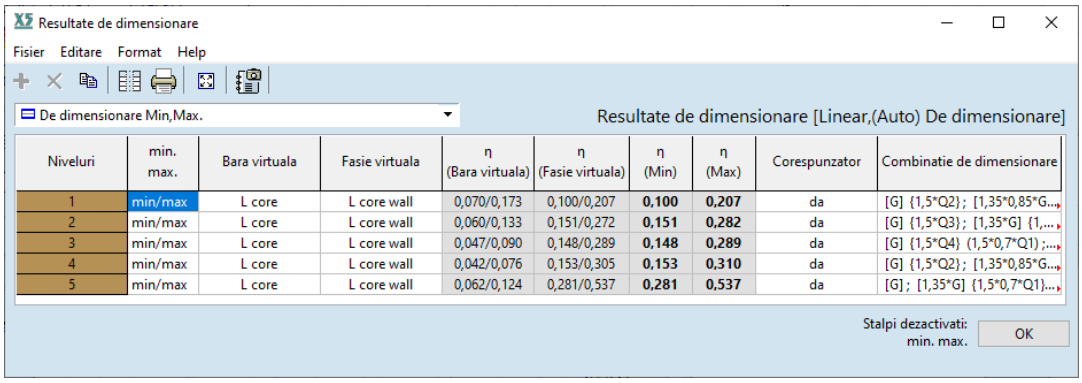
Desenele de verificare a proiectului (N_x-M_y-M_z, N_x-M_y, N_x-M_z *and* M_y-M_z diagrame de interacțiune de rezistență, curbe de excentricitate critică) pot fi salvate în Biblioteca de Desene făcând clic pe butonul Salvează în Biblioteca de Desene (**vezi...** 3.6.9 Biblioteca de desene).

Tabele



Tabelul *Rezultate proiectare* este disponibil în ambele ferestre *Verificarea nucleelor/pereților din beton armat* și *Nuclee și pereți din beton armat*. Tabelul e editabil dacă dacă a fost deschis prin fereastra *Verificare nucleu/pereți din beton armat*. În acest caz, stâlpii pot fi activați/dezactivați și pot fi adăugate noi valori personalizate de moment încovoietor. Dacă tabelul este deschis din fereastra *Nuclee și pereți din beton armat*, tabelul nu este editabil. În acest caz, cazul/combinația de încărcare, înfășurătoarea sau combinația automată de încărcări critice poate fi selectată într-o listă care este luată în considerare în verificare. După modificarea selecției din această listă, fereastra efectuează automat verificările care pot dura câteva secunde.

Tabelul *Rezultatele proiectării* pentru afișa utilizări per total poate fi deschis doar prin fereastra *Nuclee și pereți din beton armat*. Tabelul rezumă rezultatele proiectării barei virtuale și fâșiei virtuale și prezintă utilizarea generală.
Dacă utilizarea nu poate fi calculată din orice motiv, aceasta este marcată cu simbolul ???. Dacă utilizarea calculată depășește 1,0, utilizarea este afișată cu culoare roșie.

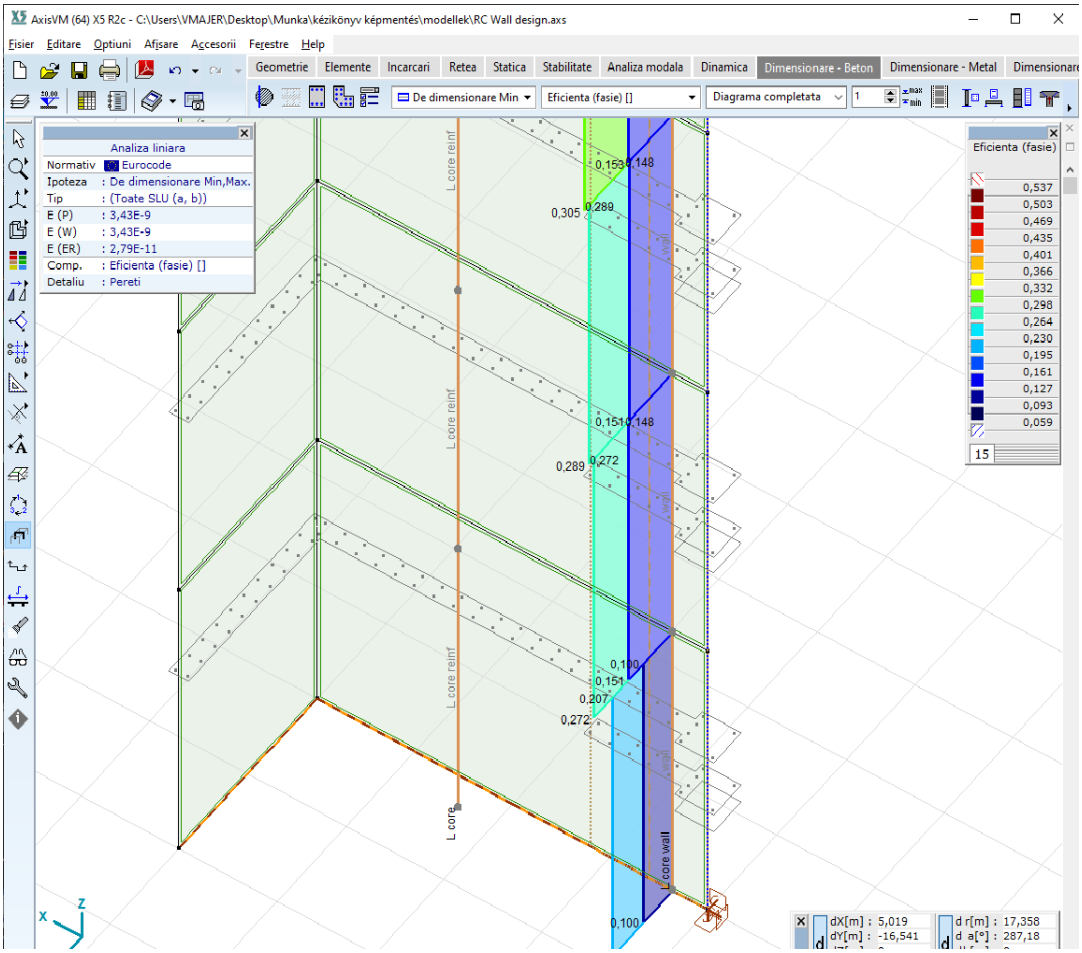


Componentele rezultatelor

Dacă sunt etaje și armări atribuite barelor/fâșiilor virtuale în model și rezultatele statice (linear/non-linear) sau dinamice sunt disponibile, noi componente ale rezultatelor devin disponibile pe fila *Proiectare Elemente din Beton Armat* referitoare la rezultatele verificării nucleelor și pereților:

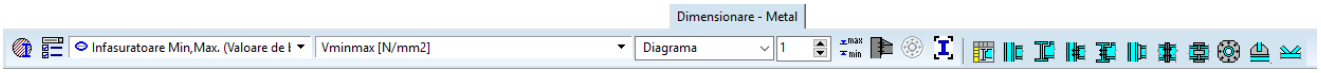
- *Utilizare (bară)* – dacă sunt etaje și armări atribuite barelor virtuale în model,
- *Utilizare (fâșie)* – dacă sunt etaje și armări atribuite fâșiilor virtuale în model,
- *Utilizare generală* – dacă măcar o pereche bară/fâșie virtuală este definită în fereastra *Nuclee și pereți din beton armat*.

(Rezultatele utilizării generale sunt afișate pe o bandă a perechilor bare-fâșii virtuale)



6.6. Dimensionarea elementelor din oţel

6.6.1. Verificarea barelor de oţel conform STAS



STAS 10108/0-78

Verificare structuri de oţel conform STAS 10108/0-78

Conform standardului STAS 10108/0-78, dimensionarea structurilor metalice se poate face manual. În standard sunt detaliate metodele pentru un calcul manual şi de regulă, se tratează structurile plane. În această situaţie, modulul de dimensionare a structurilor metalice din programul AxisVM, se bazează pe metodele de calcul manuale aplicate la structurile spaţiale.

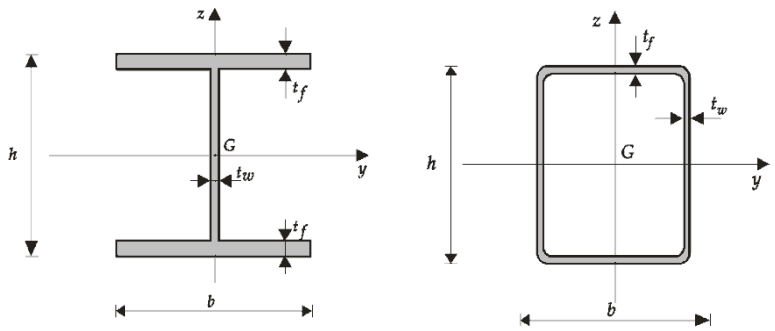
În continuare, se vor prezenta metodele de calcul din programul AxisVM, care sunt concepute pe baza formulelor care exprimă eficienţa în secţiunile de bară. Aceste formule diferă doar ca formă de cele exprimate în standarde.
Pentru a înţelege metoda folosită de programul AxisVM, se va exemplifica analiza barelor de oţel la încovoiere-răsucire. Programul face verificarea chiar dacă aceasta nu este necesară folosind singura metodă introdusă în program. Această exemplificare este necesară pentru a înţelege metodele de calcul care au fost implementate în program.

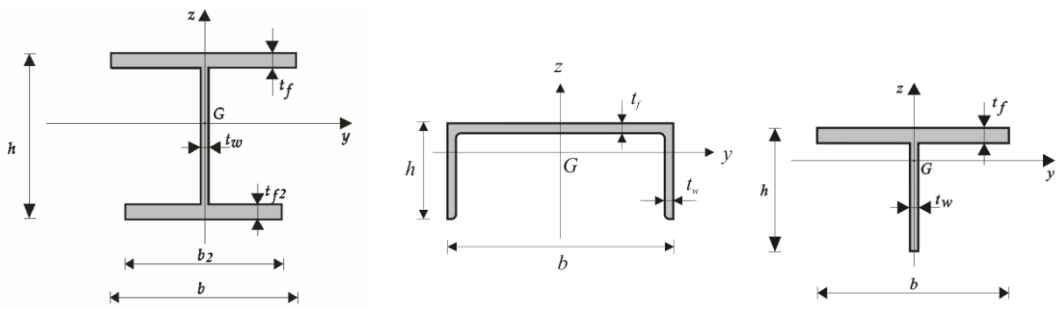
Modulul de dimensionare conform STAS 10108/0-78 se poate utiliza la:

a.) profile laminate I
b.) profile sudate I
c.) ţeavă dreptunghiulară
d.) ţevi
e.) profile laminate I cu o singură axă de simetrie
f.) profile T
g.) secţiuni dreptunghiulare pline
h.) secţiuni circulare pline
i.) profile oarecare, cu limitări

Programul consideră că secţiunile nu conţin slăbiri (găuri sau goluri) şi nu sunt mai groase de 40mm. Se presupune că secţiunea este constantă sau liniar variabilă. Se mai presupune că profilele cu o singură axa de simetrie sunt încărcate în planul de simetrie şi planul de încovoiere coincide cu planul de simetrie. Pentru barele şi zăbrelele din profilele oarecare (profile fără axa de simetrie) sunt efectuate numai verificările de rezistenţă.

☞ ***Programul efectuează analizele descrise în acest capitol. Orice altă analiză (torsiune împiedicată, acţiunea forţelor transversale, legături etc.) prevăzută în standarde şi normative trebuie să fie efectuată de către utilizatorul programului.***
Pentru profilele oarecare direcţiile principale trebuie să coincidă cu axele locale y şi z.





Analize

Programul efectuează următoarele analize:

Compresiune-Încovoiere [N-M] (STAS 10108 6.1, 7.1, 8.1)

Compresiune-Încovoiere-Stabilitate [N-M] (STAS 10108 6.2, 7.2, 8.2)

Forfecare /y [V_y]
Forfecare /z [V_z]
Tensiune echivalentă în punctul de legătură a inimii şi a tălpii [σ_{ech}] (STAS 10108 8.3)

În relaţiile de calcul sunt folosite capacităţile portante ale secţiunilor:

1) $\frac{A_y}{A_x}$ raportul ariei de forfecare pe direcţia y
2) $\frac{A_z}{A_x}$ raportul ariei de forfecare pe direcţia z
3) W_y modulul de rezistenţă pe direcţia y
4) W_z modulul de rezistenţă pe direcţia z
5) $\max(\lambda_y, \lambda_z)$ zvelteţea maximă a secţiunii
6) $\varphi_{\min}$ coeficientul de flambaj minim
7) φ_g coeficientul de flambaj la răsucire

Programul furnizează aceste date ca rezultate parţiale.
Analizele sunt efectuate conform expresiilor eficienţelor. Descrierea variabilelor, expresiilor lor şi situaţiile în care acestea sunt aplicate, sunt detaliate în standard. În continuare, sunt prezentate etapele în care sunt determinate eforturile capabile (pentru detalii suplimentare se va consulta standardul).

Compresiune-Încovoiere

Este o verificare de rezistenţă. Analiza este exprimată cu relaţiile de mai jos formulate pe baza relaţiilor din standard (STAS 6.1, 7.1, 8.1).

$$\frac{N}{AR} + \frac{M_y}{W_y R} \le 1$$

$$\frac{N}{AR} + \frac{M_z}{W_z R} \le 1$$

$$\frac{N}{1.1AR} + \frac{M_y}{1.1W_y R} + \frac{M_z}{1.1W_z R} \le 1$$

Compresiune-Încovoiere-Stabilitate

Analiza este exprimată cu relaţiile de mai jos formulate pe baza relaţiilor din standard (STAS 10108 6.2, 7.2, 8.2):

$$\frac{M_y}{\varphi_g W_y R} \le 1 \qquad (7.8)$$

$$\frac{M_y}{1.1\varphi_g W_y R} + \frac{M_z}{1.1W_z R} \le 1 \qquad (7.9)$$

$$\frac{N_c}{\varphi_{\min} AR} + \frac{c_y M_y}{\varphi_g \left(1 - \frac{N}{N_{Ey}}\right) W_y R} \le 1 \qquad (8.5)$$

$$\frac{N_c}{\varphi_{\min} AR} + \frac{c_z M_z}{\left(1 - \frac{N}{N_{Ez}}\right) W_z R} \le 1 \qquad (8.5)$$

$$\frac{N_c}{1.1\varphi_{\min} AR} + \frac{c_y M_y}{1.1\varphi_g \left(1 - \frac{N}{N_{Ey}}\right) W_y R} + \frac{c_z M_z}{1.1\left(1 - \frac{N}{N_{Ez}}\right) W_z R} \le 1 \qquad (8.10)$$

Pentru solicitările de întindere, standardul nu oferă relaţii explicite. În aceste cazuri, analiza se face conform EC3:

$$M_{eff,y} = \left(\frac{M_y}{W_y} - 0.8\frac{N_t}{A}\right) W_y$$

$$\frac{N_t}{AR} + \frac{M_{eff,y}}{\varphi_g W_y R} \le 1$$

$$\frac{N_t}{1.1AR} + \frac{M_{eff,y}}{1.1\varphi_g W_y R} + \frac{M_z}{1.1 W_z R} \le 1$$

Forfecare/y

Este o verificare de rezistenţă. Analiza este exprimată cu relaţia:

$$1.2\frac{Q_y}{A_y R_f} \le 1$$

unde A_y este aria de forfecare pe direcţia *y*, şi R_f=0.6*R*.

Coeficientul 1.2 ţine cont de distribuţia eforturilor unitare

Forfecare /z

Pentru profile cu inimă:

$$\frac{\tau_{z\max}}{R_f} = \frac{Q_z S_y}{t I_y R_f} \le 1 \qquad (7.2)$$

pentru alte profile:

$$1.2\frac{Q_z}{A_z R_f} \le 1$$

unde A_y aria de forfecare pe direcţia y, t grosimea totală a inimilor, şi R_f=0.6*R*.

A_y, şi A_z sunt calculate de program şi nu sunt identice cu valorile date la definirea secţiunilor.

Tensiune echivalentă în punctul de legătură al inimii şi al tălpii

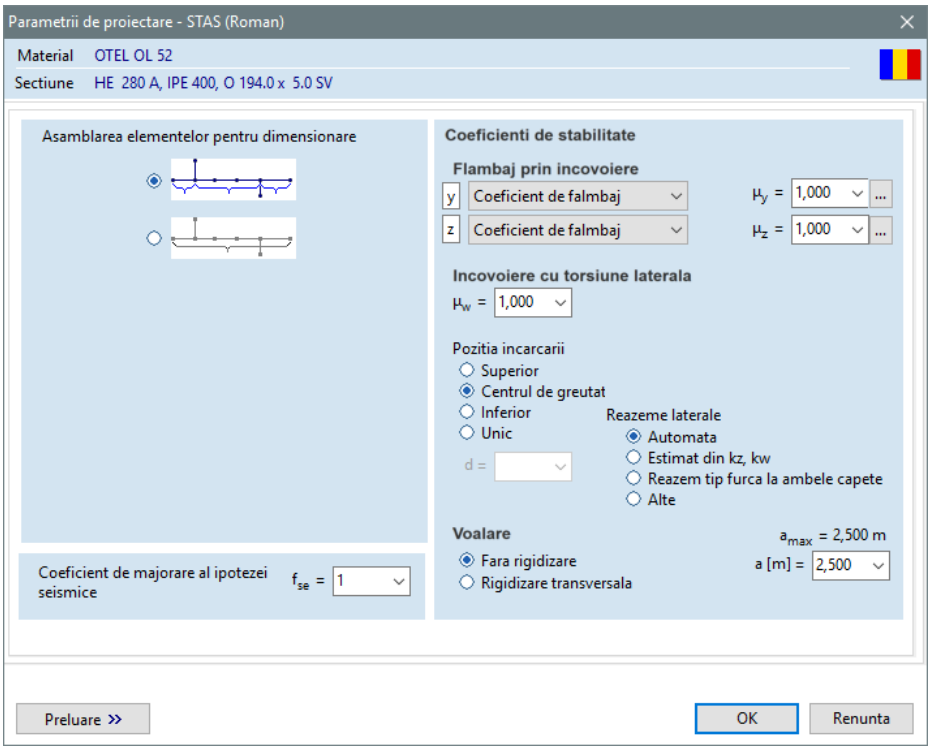
Verificarea se face pe baza relaţiei (pentru profile I, profile I cu o singură axă de simetrie, profile T şi ţevi dreptunghiulare):

$$\sigma_{ech} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \le 1.1R$$

unde σ, τ reprezintă eforturile unitare calculate în punctul de legătură al inimii şi al tălpii.

Parametri de proiectare

Pentru verificarea conform STAS 10108/0-78 în fereastra de dialog *Parametri de proiectare*, se dau următorii parametri:



Flambaj

μ_{yy}, $\mu_{\zeta\zeta}$: coeficienţii lungimii de flambaj în jurul axelor y sau z conform STAS 10108/0-78 Aceşti coeficienţi se determină conform recomandărilor din standard.

Dacă rezemarea se poate considera continuă, atunci coeficientul lungimii de flambaj va avea o valoare mică.

În cazul stâlpilor rigidizaţi cu rigle de fronton şi al grinzilor rigidizate cu pane, coeficienţii lungimii de flambaj în planul rigidizărilor se vor lua corespunzător raportului dintre distanţa dintre rigidizări şi lungimea elementului.

Încovoiere cu torsiune

μ_0: coeficientul de flambaj pentru răsucire care poate să ia valori între 0.5 şi 1.0 (vezi STAS 10108):

- dacă torsiunea nu este impiedicată are valoarea 1,0.
- dacă torsiunea este impiedicată la cele două capete are valoarea 0,5.
- dacă torsiunea este impiedicată la un capăt are valoarea 0,7.

ν: coordonata (valoare negativă sau pozitivă) punctului de aplicare al încărcării faţă de centrul de greutate al secţiunii, conform STAS 10108/0-78.

Se presupune că axa locală z este în planul de simetrie şi încărcările care produc pierderea stabilităţii acţionează paralel cu axa locală z.

Programul consideră că poate utiliza şi pentru talpa comprimată coeficientul μ_z.

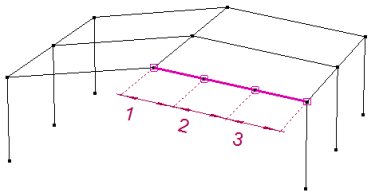
Asamblare piese

Având în vedere că analiza structurii se efectuează cu metoda elementului finit, iar dimensionarea şi verificarea se face pentru elementele de structură, este necesar ca elementele finite să fie asamblate în elemente de structură. Elementul de structură poate conţine un număr arbitrar de elemente finite. Elementele finite grupate în elementele structurale trebuie să satisfacă următoarele condiţii: să fie din acelaşi material, secţiunea şi sistemul local de coordonate să fie identică iar elementele finite să fie coliniare. Respectarea acestor condiţii vor fi verificate de către program.

☞ ***Elementele folosite pentru dimensionare nu coincid cu elementele structurale ce se pot asambla din elementele finite.*** **Vezi...** ***3.2.14***. Asamblarea elementelor structurale

Pentru definirea punctelor de capăt ale elementelor de oţel structurale există două posibilităţi:

Elementele structurale vecine sunt împărţite de elementele conectate în nodurile elementelor selectate.



Elementele selectate formează un singur element structural care este independent de celelalte elemente conectate în noduri.

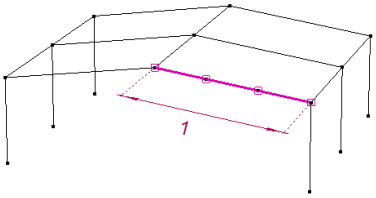
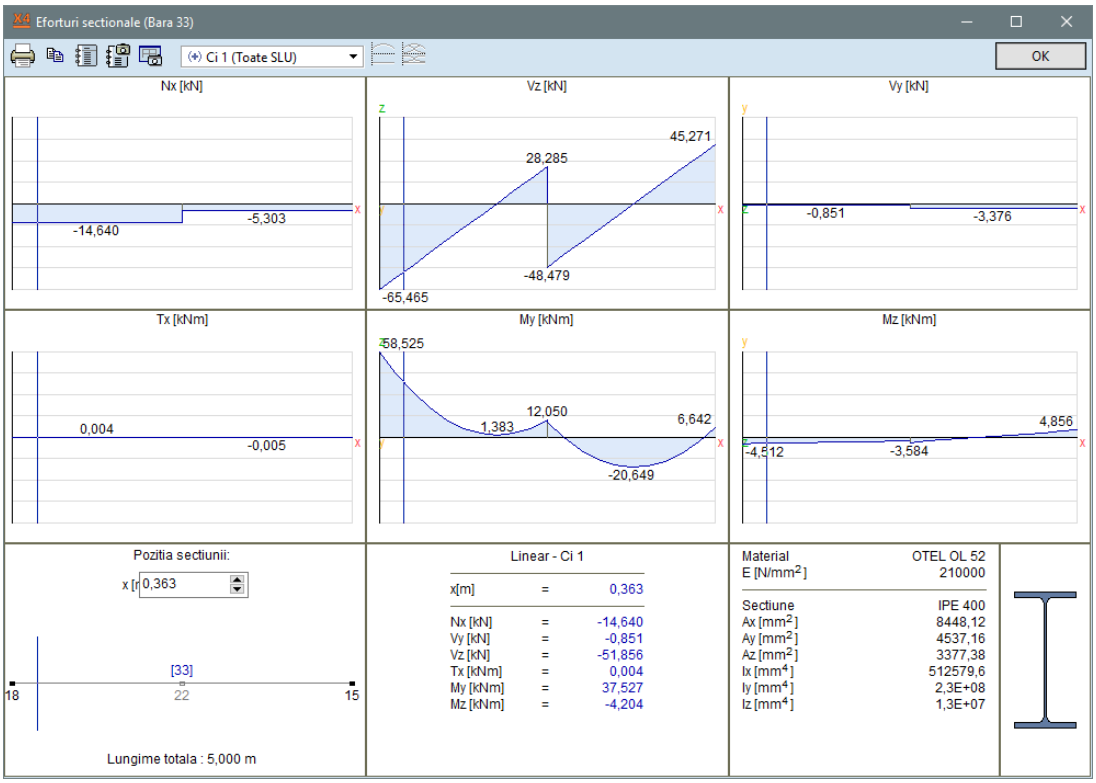


Diagrama pe bare

Făcând clic pe un element structural se afişează fereastra de dialog cu diagramele rezultatelor şi a eficienţelor maxime.
În fereastra de dialog se pot afişa rezultatele pe orice element, în orice secţiune, pentru orice ipoteză sau combinaţie de încărcări. Dacă pentru un profil nu se poate efectua o verificare, se afişează diagrama barată.



6.6.2. Verificarea barelor de oţel conform Eurocod 3 – modul SD1

Verificare structuri de oţel conform Eurocode3

Modulul de dimensionare se poate utiliza la:

a.) profile laminate I
b.) profile sudate I
c.) ţeavă dreptunghiulară
d.) ţevi
e.) profile laminate I cu o singură axă de simetrie
f.) profile T
g.) secţiuni dreptunghiulare pline
h.) secţiuni circulare pline
i.) profile oarecare, cu limitări

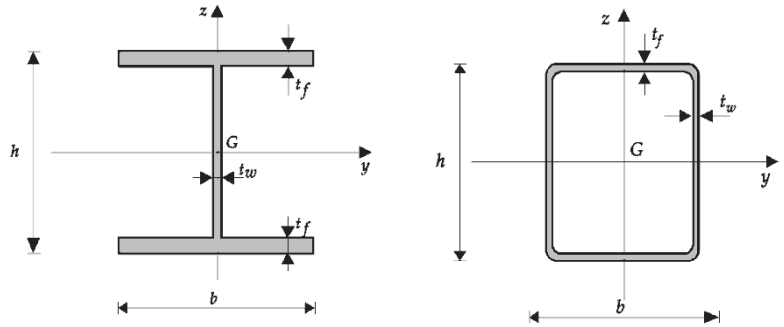
Modulul dintre elementele cu secţiune de clasa 4 (secţiuni cu două axe de simetrie şi secţiuni simetrice faţă de axa slabă) dimensionează profilele I şi ţevile dreptunghiulare (inclusiv chesoane). Programul determină caracteristicile secţionale aferente încovoierii pure şi solicitării axiale din care determină eforturile capabile. Aceste caracteristici secţionale se găsesc în tabelele de dimensionare a elementelor de oţel dar sunt afişate şi în fereastra de verificare a elementelor.

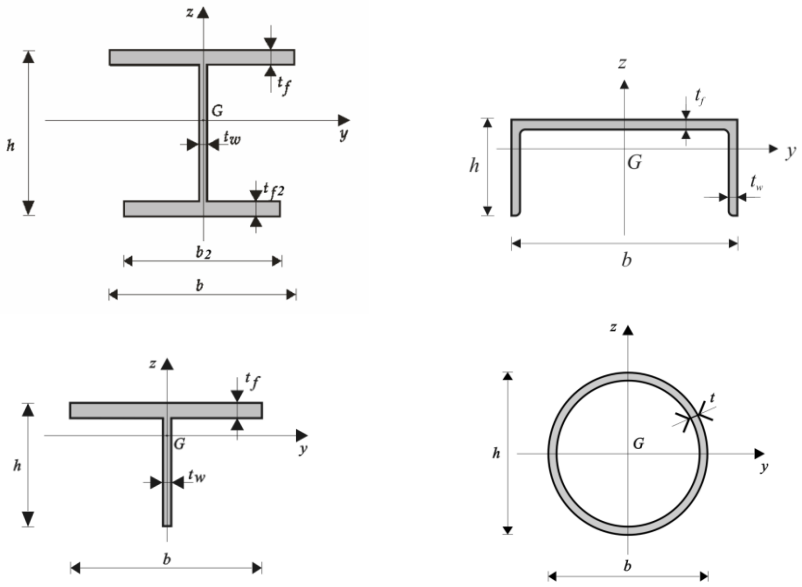
A_{eff} : aria efectivă a secţiunii
$e_{N,y}$: excentricitatea secţiunii efective faţă de secţiunea originală pe direcţia z (este zero dacă secţiunea este simetrică faţă de axa y). Din această excentricitate rezultă momentul încovoietor suplimentar $\Delta My = N \cdot e_{N,y}$.
$W_{eff,min}$: modulul de elasticitate efectiv al secţiunii.
$W_{eff,(+),min}$ pentru momente încovoietoare pozitive,
$W_{eff,(-),min}$ pentru momente încovoietoare negative.

Aceste caracteristici secţionale se vor calcula numai dacă secţiunea transversală are clasa 4. Este posibil ca secţiunea să nu fie solicitată la eforturi care produc pierderea stabilităţii dar caracteristicile se vor calcula şi în acest caz. Elementele cu secţiune variabilă calsa 4. Sunt calculate doar dacă unghiul α al panourilor nedreptunghiulare nu este mai mare de 10 grade (EN 1993-1-5: 2.3).
Programul presupune că secţiunile nu conţin slăbiri (găuri sau goluri) şi nu sunt mai groase de 40mm. Se presupune că secţiunea este constantă sau liniar variabilă. Se mai presupune că profilele cu o singură axă de simetrie sunt încărcate în planul de simetrie şi planul de încovoiere coincide cu planul de simetrie. Pentru barele şi zăbrelele din profilele oarecare (profile fără axa de simetrie) sunt efectuate verificările de rezistenţă şi stabilitate (flambaj şi răsucire) numai pentru eforturile axiale.

☞ ***Programul efectuează analizele descrise în acest capitol. Orice altă analiză (torsiune împiedicată, acţiunea forţelor transversale, legături etc.) prevăzută în standarde şi normative trebuie efectuată de către utilizatorul programului.***
Pentru profilele oarecare direcţiile principale trebuie să coincidă cu axele locale y şi z.

Programul presupune că inima profilului este paralelă cu axa locală z a secţiunii.





Clase de secţiuni

Programul efectuează clasificarea secţiunii transversale pe baza EN 1993-1-1, Tabelul 5.2. Ori de câte ori este posibil, determină clasa pe baza distribuţiei efective a efortului de compresie şi momentul de încovoiere. Dacă nu există niciun efort de comprimare în nici un punct al secţiunii transversale, ea este clasificată automat în clasa 1.

Analize

Programul efectuează următoarele analize:

Compresiune-Încovoiere-Forfecare [N-M-V]	(EN 1993-1-1, 6.2.1, 6.2.8)
Compresiune-Încovirere-Flambaj [N-M]	(EN 1993-1-1, 6.3.3)
Copresiune-Încovoiere-Răsucire [N-M]	(EN 1993-1-1, 6.3.3)
Forfecare/y [V_y]	(EN 1993-1-1, 6.2.6)
Forfecare/z [V_z]	EN 1993-1-1, 6.2.6)
Forfecare inimă-Încovoiere-Compresiune [V_w-M-N]	(EN 1993-1-1, 6.2.1, 6.2.8)

Capacitati portante

În relaţiile de calcul sunt folosite capacităţile portante a secţiunilor:

Forţa axială capabilă plastică [$N_{pl,Rd}$]	(EN 1993-1-1, 6.2.4)
Efortul capabil axial al secţiunii efective [$N_{eff,Rd}$]	(EN 1993-1-1, 6.2.4)
Forţa de forfecare elastică /axa y [Vel,y,Rd]	(EN 1993-1-1, 6.2.6)
Forţa de forfecare elastică /axa z [Vel,z,Rd]	(EN 1993-1-1, 6.2.6)
Forţa de forfecare plastică/axa y [$V_{pl,y,Rd}$]	(EN 1993-1-1, 6.2.6)
Forţa de forfecare plastică/axa z [$V_{pl,z,Rd}$]	(EN 1993-1-1, 6.2.6)
Rezistenţa de calcul la forfecare [$V_{b,Rd}$]	(EN 1993-1-5, 5.2-3)
Momentul încovoietor capabil/yy [$M_{el,y,Rd}$]	(EN 1993-1-1, 6.2.5)
Momentul încovoietor capabil/zz [$M_{el,z,Rd}$]	(EN 1993-1-1, 6.2.5)
Momentul încovoietor plastic capabil/yy [$M_{pl,y,Rd}$]	(EN 1993-1-1, 6.2.5)
Momentul încovoietor plastic capabil/zz [$M_{pl,z,Rd}$]	(EN 1993-1-1, 6.2.5)
Momentul capabil al secţiunii efective faţă de axa y [$M_{eff,y,Rd}$]	(EN 1993-1-1, 6.2.5)
Momentul capabil al secţiunii efective faţă de axa z [$M_{eff,z,Rd}$]	(EN 1993-1-1, 6.2.5)
Forţa axială capabilă plastică la flambaj/yy [$N_{b,Rd}$]	(EN 1993-1-1, 6.3.1)
Zvelteţea maximă [L_{max}]	
Momentul încovoietor capabil la răsucire [$M_{b,Rd}$]	(EN 1993-1-1, 6.3.2, ENV 1993-1-1, Anexa F1.2)

Programul furnizează aceste date ca şi rezultate parţiale.
Analizele sunt efectuate conform expresiilor eficienţelor. Descrierea variabilelor, expresiilor lor şi a situaţiilor în care sunt aplicate, sunt detaliate în standard.

În continuare,

$N_{Rk} = f_y A$, $M_{y,Rk} = f_y W_y$ şi $M_{z,Rk} = f_y W_z$,

unde $W_y = W_{pl,y}$ şi $W_z = W_{pl,z}$ pentru secţiunile transversale de clasa 1. şi 2.,
$W_y = W_{el,y}$ şi $w_z = w_{el,z}$ pentru secţiunile transversale de clasa 3.
$w_y = w_{eff,y}$ şi $w_z = w_{eff,z}$ pentru secţiunile transversale de clasa 4.

Compresiune-Încovoiere-Forfecare

Forţa axială de dimensionare poate fi de întindere sau compresiune V_{ef}
Ridicarea se face conform EN 1993-1-1, 6.2.1 (7).

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}}}{\gamma_{M_0}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M_0}}} + \frac{\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}}}{\gamma_{M_0}} \le 1$$

$\Delta M_{y,Ed} = N_{Ed} \cdot e_{N,y}$: este diferit de zero numai pentru elementele cu secţiunea transversală de clasa 4. care sunt simetrice faţă de axa y.

Efectul forţei tăietoare cu intensitate mare

Dacă forţa tăietoare de dimensionare este mai mare decât 50% din forţa tăietoare capabilă de efectul acesteia, se va ţine cont după cum urmează.
Pentru secţiunile transversale de clasa 1 şi 2, momentul capabil plastic se va reduce conform EN 1993-1-1, 6.2.8.
Pentru secţiunile transversale de clasa 3 şi 4, momentul capabil plastic se va reduce conform EN 1993-1-1, 6.2.1 (5). Verificarea se face pentru secţiunile I, T, C, ţevi rectangulare, ţevi circulare şi chesoane. Pentru celelalte tipuri de secţiuni, programul nu ţine cont de efectul forţei tăietoare cu intensitate mare. Această verificare trebuie efectuată de către utilizator.

Verificări plastice

Secţiunile dublu simetrice de forma I, ţevi dreptunghiulare, ţevi circulare şi chesoane cu clasele 1 şi 2, se vor verifica conform EN 1993-1-1 6.2.10. Momentul capabil plastic se va reduce cu efectul forfecării şi a forţei axiale. Pe lângă verificarea la efort axial şi forţă tăietoare, se vor face şi verificările conform:

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \le 1$$
$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \le 1$$

unde $M_{N,y,Rd}$, $M_{N,z,Rd}$ este momentul capabil plastic redus cu efectul forfecării şi a forţei axiale (EN 1993-1-1 6.2.8. şi 6.2.9.1). Verificarea ţevilor se va face conform relaţiilor de mai jos:

$$M_{N,y,Rd} = 1{,}04 \cdot (1 - \rho - \frac{n^{1,7}}{(1-\rho)^{0,7}}) \text{ unde } n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \text{ şi } \rho = \left(2\frac{V_{Ed}}{V_{pl,z,Rd}} - 1\right)^2$$

$$M_{N,z,Rd} = 1{,}04 \cdot (1 - \rho - \frac{n^{1,7}}{(1-\rho)^{0,7}}) \text{ unde } n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \text{ şi } \rho = \left(2\frac{V_{Ed}}{V_{pl,y,Rd}} - 1\right)^2$$

Pentru încovoiere oblică se vor respecta condiţiile din EN 1993-1-1 6.2.9.1. (6):

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}}\right]^{\alpha} + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}}\right]^{\beta} \le 1$$

Compresiune-Încovoiere-Flambaj

Verificarea se face conform EN 1993-1-1, 6.3.3, paragrafele (6.61) şi (6.62):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M_1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M_1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M_1}}} \le 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M_1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M_1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M_1}}} \le 1$$

($\chi_{LT} = 1{,}0$)

$\Delta M_{y,Ed} = N_{Ed} \cdot e_{N,y}$: este diferit de zero numai pentru elementele cu secţiunea transversală de clasa 4, care sunt simetrice faţă de axa y.

Compresiune-Încovoiere-Răsucire

Se presupune că secţiunea este constantă, simetric faţă de axa z, este încărcat în planul de simetrie şi planul de încovoiere coincide cu planul de simetrie. La determinarea forţei limite de răsucire valoarea lui k este egală cu valoarea lui K_Z. Axa slabă este axa locală z.

La determinarea rezistenței de flambaj lateral-torsional, se presupune că secțiunea transversală este constantă și simetrică cu axa z locală. De asemenea, se presupune că sarcinile acționează în planul de simetrie, adică planul de încovoiere (cu excepția secțiunilor transversale C/U, vezi mai jos). Valoarea k (ENV 1993-1-1, F1.2) este luată egală cu K_z (factorul de lungime de flambaj). Axa slabă trebuie să fie axa z locală.

Verificarea se face conform EN 1993-1-1, 6.3.3 paragrafele (6.61) şi (6.62).

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M_1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M_1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M_1}}} \le 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M_1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M_1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M_1}}} \le 1$$

unde $\Delta M_{y,Ed} = N_{Ed} \cdot e_{N,y}$ este diferit de zero numai pentru elementele cu secţiunea transversală de clasa 4, care sunt asimetrice faţă de axa y.

determinarea χ_{LT} se face conform EN 1993-1-1 6.3.2.2 şi 6.3.2.3.

Ca valoare implicită, determinarea factorilor de interacțiune k_{yy}, k_{yz}, k_{zy}, k_{zz} se bazează pe EN 1993-1-1, suplimentul B metoda 2 (tabelele B.1 și B.2). Utilizând metoda 1 din suplimentul A se poate seta în fereastra Standard.

Coeficienţii k_{yy}, k_{yz}, k_{zy} şi k_{zz} se determină conform EN 1993-1-1, anexa B, procedura 2. (tabele B.1 şi B.2).

Coeficienţii C_{my}, C_{mz}, C_{mLT} se determină conform tabelului B.3.

Pentru întindere-încovoiere verificarea se face conform (ENV 1993-1-1, 5.5.3).

Verificarea de torsiune laterală a grinzilor cu secțiuni U sau C se bazează pe metoda Snijder et al. (*Design rules for lateral torsional buckling of channel sections subject to web loading*, Stahlbau, Vol. 77, 2008). Metoda presupune că sarcina excentrică este paralelă cu inima și acționează în planul inimii. Metoda a fost derivată pentru grinzi cu secțiune UPE în care raportul dintre deschidere și înălțime este între 15 și 40.

Formula de interacțiune de stabilitate este valabilă pentru grinzile care au o axă de simetrie în planul de încovoiere. Pentru secțiunile C și U, rezultatele sunt doar informative.

☞ **În comparație cu versiunile anterioare ale software-ului, flambajul lateral-torsional a barelor cu secțiunea C sau U nu mai este verificată în planul de simetrie, ci este verificată pentru o sarcină excentrică care este paralelă cu inima și care trece prin centrul inimii.**

Forfecare/y Conform condiţiei din (EN 1993-1-1), paragraful 6.2.6.

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{c,y,Rd}} \leq 1$$

Elastic:

$$V_{c,y,Rd} = \frac{I \cdot t}{S} \frac{f_y}{\sqrt{3}\gamma_{M_0}}$$

Secțiuni suportate în domeniul elastic:

Plastic sau secțiuni nesuportate: $V_{c,y,Rd} = A_v \frac{f_y}{\sqrt{3}\gamma_{M_0}}$

Forfecare/z Conform condiţiei din (EN 1993-1-1, 6.2.6).

$$\frac{V_{z,Ed}}{\min\left(V_{c,z,Rd}, V_{b,Rd}\right)} \leq 1$$

$V_{b,Rd}=V_{bw,Rd}$ A la determinarea rezistenţei la forfecare şi stabilitate locală se ţine cont numai de rezistenţa inimii.

Elastic:

$$V_{c,z,Rd} = \frac{I \cdot t}{S} \frac{f_y}{\sqrt{3}\gamma_{M_0}}$$

Secțiuni suportate în domeniul elastic:

Plastic sau secțiuni nesuportate: $V_{c,z,Rd} = A_v \frac{f_y}{\sqrt{3}\gamma_{M_0}}$

Forfecare-Încovoiere-Compresiune Pentru secţiunile cu inimă (I, ţeava dreptunghiulară) pentru completarea analizei la forfecare pe direcţia/z, este necesară efectuarea acestei analize, conform (EN 1993-1-5 7.1).

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} + \left(1 - \frac{M_{f,Rd}}{M_{pl,Rd}}\right) \cdot \left(2\frac{V_{Ed}}{V_{bw,Rd}} - 1\right)^2 \leq 1$$

unde $M_{f,Rd}$: momentul capabil al tălpilor.

În cazul forţelor tăietoare şi axiale cu intensitate mare, verificările se fac conform EN 1993-1-1 6.2.8, 6.2.9.

Secţiuni de bază

Tipul secţiunii		N-M-V Eforturi	N-M Stab.	N-M Pierderea stab.	V_y	V_z	V_w-M-N	Secţiunea efectivă
I		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
I cu o singură axă de simetrie		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
T		✔	✔	✔	✔	✔	-	-
Profil închis		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
Cheson		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
Ţeavă		✔	✔	✔	✔	✔		
L		✔	✔	-	✔	✔	-	-
L cu laturi egale		✔	✔	doar dacă e încovoiat în planul de simetrie	✔	✔	-	-
U		✔	✔	*aproximativ*	✔	✔	-	-
C		✔	✔	*aproximativ*	✔	✔	-	-
Ţeavă plină		✔	✔	✔	✔	✔		
Dreptungi, pătrat plin		✔	✔	✔	✔	✔	-	-

Secţiuni duble

Tipul secţiunii		N-M-V Eforturi	N-M Stab.	N-M Pierderea stab.	V_y	V_z	V_w-M-N	Secţiunea efectivă
2I		✔	✔	-	✔	✔	-	-
2I dacă a=0 (*)		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
2L		✔	✔	-	✔	✔	-	-
2L dacă a=0 (*)		✔	✔	✔	✔	✔	-	-
2U deschis][		✔	✔	-	✔	✔	-	-
2U deschis][dacă a=0 (*)		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
2U închis []		✔	✔	-	✔	✔	-	-
2U închis [] dacă a=0 (*)		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
2LX		✓	✓	-	✓	✓	-	-
4X		✓	✓	-	✓	✓	-	-
4X dacă a=a1=0 → X		✓	✓	-	✓	✓	✓	-

Alte secțiuni

Tipul secțiunii		**N-M-V Eforturi**	**N-M Stab.**	**N-M Pierderea stab.**	**V_y**	**V_z**	**V_w-M-N**	**Secțiunea efectivă**
Z		✔	✔	-	✔	✔	-	-
Z asimetric		-						
J		-						
C asimetric		-						
S		-						
X		✓	✓	✓	✓	✓	-	-
Arc		✔	✔	-	✔	✔	-	-
Semicerc		✔	✔	-	✔	✔	-	
Poligon regulat		✔	✔	-	✔	✔	-	-
I rigidizat (***)		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
Compus/ Altul (**)		✔	✔	-	✔	✔	-	-

(*) În cazul secțiunilor duble, programul presupune că între cele două secțiuni este o legătură corepunzătoare continuă și efectuează calculu conform EN 1993-1-1 6.4.4. Dacă distanța dintre secțiuni este zero, programul efectuează calculul ca și pentru un profil I, T sau închis. Legătura trebuie verificată de utilizator.

(**) Se dimensionează doar dacă direcția principală a secțiunii coincide cu axele locale y și z

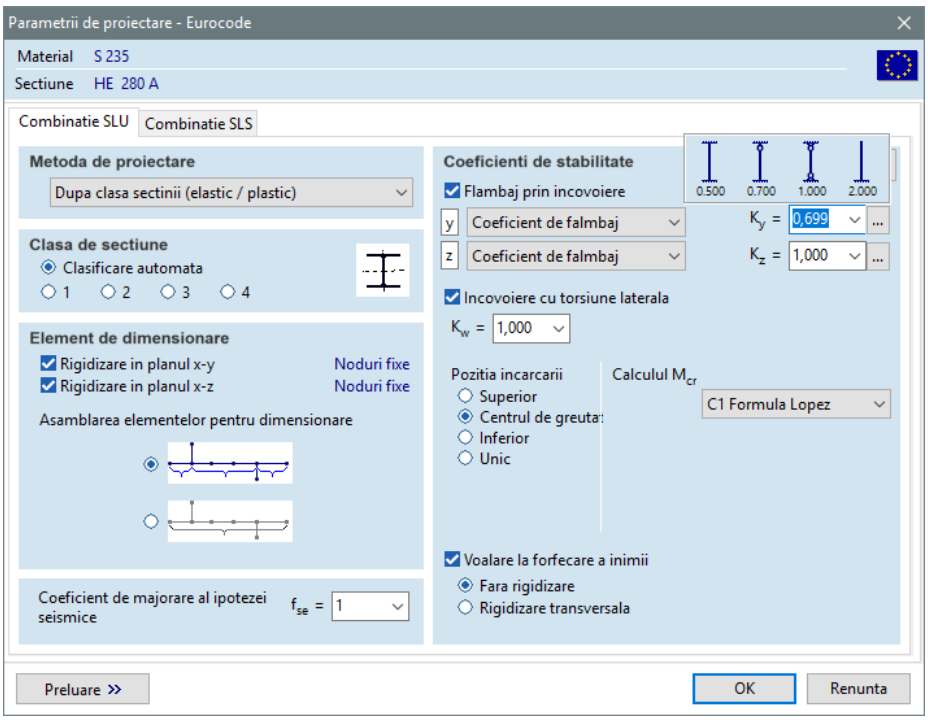
(***) Calculați cu înălțimea totală a secțiunii transversale, efectul de rigidizare a flanșei (tălpii) medii este neglijat.

☞ ***Dacă fabricarea profilului este prin profilare la rece sau unică, nu se poate dimensiona.***

6.6.2.1. Parametrii de proiectare pentru SLU

Pentru proiectarea bazată pe Eurocod 3, parametrii de următorii parametrii ar trebui să fie definiți și alocați membrilor structurali pentru efectuarea verificărilor SLU:

SLU (Starea limită ultimă)



Secţiune transversală

Pentru proiectarea oţelului, poate fi definită o dimensiune a secţiunii transversale, care este diferită de secţiunea transversală originală utilizată pentru calculul static. Dacă se modifică mărimea secţiunii transversale, se vor efectua verificări oţelului pentru forţele şi deflecţiile interne iniţiale, dar cu dimensiunea secţiunii transversale modificate. În mod similar, în cazul proiectării la incendiu se utilizează factorii iniţiali de reducere (a se vedea... 6.6.2 Verificarea barelor de oţel conform Eurocod 3 – modul SD1). La vizualizarea rezultatelor, un element modificat din oţel este indicat cu * după numele secţiunii transversale, pentru a deosebi de secţiunea transversală originală. În meniul derulant, putem selecta din dimensiunile secţiunii transversale care au fost încărcate mai devreme în model.

Făcând clic pe pictogramă, secţiuni suplimentare pot fi încărcate din biblioteca de secţiuni sau definite parametric. Numele dimensiunii iniţiale a secţiunii este afişat în partea dreaptă a pictogramei.

Metoda de proiectare

În funcţie de clasa secţiunii (elastic/plastic): sunt disponibile metode de dimensionare elastice şi plastice în funcţie de clasa secţiunii.

Dimensionare elastică: toate verificările utilizează model elastic. Rezistenţele sunt calculate din proprietăţile elastice ale secţiunii. În clasa 4 sunt utilizate propretăţile efective ale secţiunilor.

Clasa secţiunii

Clasificarea automată poziţionează secţiunile automat în clasa corectă în funcţie de eforturi.

Rigidizarea elementelor structurale

În cazul flambajului trebuie dezactivată rigidizarea pe direcţia respectivă. Acesta influenţează coeficientul C_m.

Asamblare piese

Având în vedere că analiza structurii se efectuează cu metoda elementului finit, iar dimensionarea şi verificarea se face pentru elementele de structură, este necesar ca elementele finite să fie asamblate în elemente de structură. Elementul de structură poate conţine un număr arbitrar de elemente finite. Elementele finite grupate în elementele structurale trebuie să satisfacă următoarele condiţii: să fie din acelaşi material, secţiunea şi sistemul local de coordonate să fie identică, iar elementele finite să fie coliniare. Respectarea acestor condiţii vor fi verificate de către program.
Pentru definirea punctelor de capăt ale elementelor structurale există două posibilităţi:

Element de dimensionare

Dacă un element de dimensionare are un flambaj de tip cadru deplasabil, trebuie dezactivată rigidizarea în direcția în planul local x-y și/sau x-z. Aceste setări afectează calculul automat al lungimii de flambaj și în cazul flambajului prin torsiune la reazemele laterale recunoscute automat de Mcr. În afară de asta, influențează și factorii de verificare a interacțiunii stabilității, Cmy și Cmz (EN 1993-1-1: 2005 Annex B: Method 2: Table B.3).

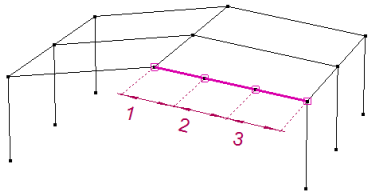
Asamblarea elementelor de dimensionare

Programul asamblează elementele de dimensionare din elementele selectate înaintea efectuării calculelor de dimensionare. Elementele de dimensionare constau din elemente finite cu același material și aceleași axe locale. Elementele finite trebuie să fie coliniare.

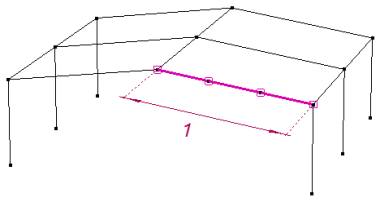
☞ ***Elementele de dimensionare de metal nu sunt același lucru cu elementele structurale (Vezi...*** 3.2.14 Asamblarea elementelor structurale***)***

Elementele de dimensionare sunt asamblate automat de program. Programul permite două metode de de definire a elementelor de dimensionare:

Elementele structurale vecine sunt împărţite de elementele conectate în nodurile elementelor de dimensionare.



Elementele selectate formează un singur element de dimensionare care este independent de celelalte elemente conectate în noduri.



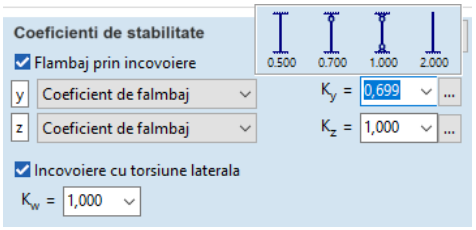
Pentru mai multe detalii despre coeficientul de majorare al ipotezei seismice **vezi...** 4.10.23 Calculul seismului – modul SE1

Parametri de stabilitate

AxisVM verifică stabilitatea elementelor, încovoiere cu torsiune laterală și voalarea la forfecare a inimii. Fiecare verificare poate fi activată prin bifarea căsuței de lângă denumirea ei. De exemplu dacă nu se dorește verificarea la încovoiere cuorsiune laerală, acea căsuță pote fi dezactivată și nu vor rebui definiți parametrii pentru acea verificare.

Flambaj

Penru deerminarea rezistenței la flambaj pe direcția pe direcția *y* și *z*. Trebuie definiți coeficienții de flambaj. Sunt trei posibiliăți pentru definirea parametrilor de flambaj.



K_y, K_z coeficienți de flambaj în funcție de axele locale ***y*** și ***z***. Coeficienul de flambaj va fi înmulțit cu lungimea elementelor de dimensionare și nu cu lungimea totală a elementului.

L_y, L_z lungimi de flambaj. Trebuie definiă lungimea de flambaj.

Automat. Calculează automat lungimea de flambaj al elementelor de dimensionare. Această metodă determină lungimea de flambaj pe baza geometriei modelului și distribuția eforturilor interioare divizând structura în subrube structurale. Aceste subgupe își pierd stabilitatea împreună. Lungimea de flambaj a diferitelor elemente de dimensionare dintr-o subgrupă este calculată din efectul de stabilizare al subgrupei. Această metodă este bazată pe regulile recomandate de *European Convention for Constructional Steelwork (ECCS TC8: Rules for Member Stability in EN 1993-1-1: Background documentation și design guidelines)*.

Metoda originală a fost dezvoltată pentru stâlpii verticali ai cadrelor simple. Algoritmul îmbunătățit din AxisVM poate trata orice structură tridimensională dar în cazul structurilor cu o geometrie specială erorile pot fi considerabile.

În aceste cazuri se recomandă să se verifice dacă lungimea de flambaj calculată este în limitele așteptate. În cazul structurilor complexe se recomandă deasemenea determinarea parametrului critic de încărare rezolvând o problemă eigenvalue (**vezi...** 5.4 Stabilitate) sau efectuarea unei analize neliniare cu neliniaritate materială și imperfecțiune geometrică.

Lungimea de flambaj depinde foarte mult dacă elementul de dimensionare are un mod de flambaj prin balansare. Activați opțiunile *Rigidizare în planul x-y / x-z* în funcție de elementul din structură. De exemplu este important de realizat că un stâlp al unui cadru deplasat flambează dar grinda (în planul ei local x-z) nu (deoarece ambele capete sunt susținute de stâlpi).

AxisVM ia în considerare efectul tuturor barelor (inclusiv bare metalice fără parametri de dimensionare definiți sau bare care nu sunt din metal). Pentru a fi acoperiți, implicit toți stâlpii sunt considerați flambați și toate grinzile rigidizare.

Algoritmul ia în considerare articulațiile și îmbinările rigide și semirigide. Conexiunile neliniare sunt reprezentate de rigiditatea lor inițială. Sunt luate în considerare reazemele nodale și gradele de libertate restrânse.

Datorită constrângerii planurilor în cazul structurilor plane, flambajul pe direcția cealaltă are o valoare foarte mică. Aceasta nu este o eroare ci o consecință a faptului că se lucrează în plan și nodurile elementelor sunt blocate în planul respectiv. Pentru structurile plane se recomandă definirea manuală a lungimii de flambaj pe direcția blocată sau modelarea reazemelor în locul constrângerii gradelor de libertate.

Lungimea de flambaj al elementelor de dimensionare este afectat considerabil și de distribuția forțelor interne. Aceste forțe fiind diferite pentru fiecare ipoteza de încărcare și combinație, lungimea de flambaj calculată depinde de asemenea de ipoteza sau combinația de încărcări. Modulul de dimensionare a structurilor metalice recalculează întotdeauna lungimea de flambaj când se determină eficiența pentru o combinație sai ipoteza de încărcare (personalizat sau de dimensionare).

Limitatări:

Această metodă de calculare a lungimii flambajului poate determina parametrul de încărcare critică numai pentru structurile realizate din elemente de zăbrea, bare sau elemente de nervură. Membrii de proiectare sunt considerați a avea o secțiune transversală constantă în bucăți. Metoda de calcul nu este încă disponibilă pentru secțiuni variabile. Sunt ignorate efectele altor tipuri de componente structurale (de exemplu, plăci, arcuri, corpuri rigide, suporturi de linie sau de suprafață). Sunt luate în considerare numai suporturile nodale; nu este luată în considerare influența suportului de suprafață și a suprafeței.

Informații suplimentare despre calculul automat al coeficientului de flambaj se pot găsi în meniu la *Help/AutoNcr*.

☞ ***Pot fi afișate valorile coeficienților de flambaj (Ky și Kz) calculate automat, dacă sunt selectate componentele rezultatelor Ky sau Kz in fereastra de dimensionare a structurilor metalice..***

Torsiune

K_ω: Coeficient de torsiune, care poate avea valori curpinse între 0,5 – 1,0:

1,0 – dacă torsiunea nu este împiedicată.

0,5 – dacă este împiedicată torsiunea la ambele capete.

0,7 – dacă este împiedicată torsiunea la un capăt.

Vezi detaliat: ENV 1993-1-1, Anexa F1.

Calculul momentului critic M_{cr}

Sunt disponibile două metode de a calcula momentul critic (M_{cr}):

1.) Cu formulă:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot EI_z}{(k \cdot L)^2} \left[\sqrt{\left(\frac{k}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k \cdot L)^2 \cdot GI_t}{\pi^2 \cdot EI_z} + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2} - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \right]$$

Valorile parametrilor din formulă pot fi găsiți în literatura de specialitate, precum și în Anexa F1.2 din ENV 1993-1-1, F1.2**.**

Parametrii **C_1, C_2, C_3** depind de forma diagramei de moment și de coeficientul ***k***.

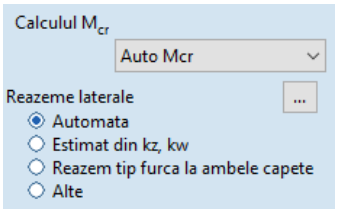
În anumite cazuri coeficientul **C_1** se poate determina cu ajutorul programului. Pentru acesta este trebuie selectată opțiunea **C_1 Formula Lopez** din listă. Această metoda nu poate fi utilizată în următoarele cazuri:

- console,
- în cazul în care coeficientul de flambaj pe direcţia ***z*** este mai mare decât lungimea barei, adică $K_Z>1$.

C_2 trebuie determinat în cazurile în care sunt aplicate forțe exterioare pe elementul structural iar punctul de aplicare diferă de axa centrului de rigiditate. Trebuie introdus și coeficientul **C_3** în cazul secțiunilor cu o singură axă de simetrie. Coeficienții **C** pot fi definiți cu ajutorul Anexei F1.2 din ENV 1993-1-1.

2.) Cu metoda AutoMcr:
Această metodă crează un model separat de elemente finite pentru fiecare element de dimensionare şi calculează *Mcr* direct pentru fiecare combinaţie, eliminând necesitatea introducerii coeficienţilor C_1, C_2 şi C_3, dar crescând durata calculului. Această metodă se ocupă de asemenea şi de secţiuni variabile şi de console. Submodelul de elemen finit a unei bare conţine cel puţin 30 de elemente finite unde fiecare nod are patru grade de libertate esenţiale pentru determinarea flambajului prin torsiune laterală: 1) *v,* deplasare laterală în direcţia locală *y*, 2) θ_x torsiune, 3) θ_z rotire laterală, 4) *w,* încovoiere. Această metodă construieşte rigiditatea grinzii din două părţi: prima este liniară, adoua are neliniaritatea geometrică. Aplică încărcările cu excentricitatea lor, pe urmă reduce calculul la o problemă cu valori proprii. Metoda este dezvoltată pentru încovoierea secţiunilor constante în planul lor de simetrie, astfel pentru secţiuni variabile programul crează numărul adecvat de elemente finite. [Yvan Galea: *Moment critique de deversement elastique de poutres flechies presentation du logiciel ltbeam,* CTICM, 2003]
Determinarea momentului elastic critic este în ambele cazuri estimativă. Cea mai precisă metodă este utilizând modele create din elemente de tip învelitoare. Rezultatele modelelor din elemente de tip bară pot fi diferite de aceste rezultate. Deoarece momentul critic este determinat din curba momentului ipotezei curente, este recomandată definirea elementelor sensibile la torsiune laterală între două reazeme laterale, unde $0,5 \leq k_z \leq 1,0$.

Reazeme laterale



AxisVM implicit determină automat condiţiile reazemelor submodelului.
Alternativ pot fi selectate următoarele metode:
Estimat pe baza kz, kw: poziţia reazemelor este estimată ca şi in AxisVM12
Reazem tip furcă la ambele capete
Alte: Utilizatorul poate defini, modifica reazemele

Cele patru componente ale rigidităţii sunt R_y, R_{xx}, R_{zz}, R_w.
Dacă a fost definit un reazem în lungul barei, valorile R_y, R_{xx}, R_{zz},sunt determinate de rigiditatea reazemului, iar $R_w = 0$.
Elementele conectate asigură deasemenea un anumit suport împotriva încovoierii prin torsiune laterală. Dacă unghiul dintre elementul conectat şi axul local *x* şi *y* nu este mai mare de 45°, R_y, R_{xx} sunt rigide iar celelalte componente sunt nule.

Limitatiări:
Submodelul nu ia în considerare efectul gradelor de libertate nodale şi articulaţiile de la capetele barelor.
Fără a avea reazeme potrivite, submodelul nu are stabilitate la încovoiere prin torsiune laterală. Pentru evitarea instabilităţii trebuie îndeplinite următoarele condiţii: 1) R_y este diferit de 0 în cel puţin un punct şi R_y sau R_{zz} este diferit de 0 în alt punct. 2) R_{xx} este diferit de 0 în cel puţin un punct.
Dacă nu se satisface prima condiţie, se aplică setările implicite: R_y şi R_{xx} sunt rigide la ambele capete. Este o aproximare a $k_z = k_w = 1$ în formula ENV.
Dacă nu este satisfăcută a doua condiţie, nu s-a definit un reazem torsional, setarea implicită este ca R_{xx} să fie rigidă la un capăt.

Pot fi editate reazemele laterale cu clic pe butonul *Reazeme laterale*.
Va apărea o fereastră cu un tabel cu reazemele laterale ale elementelor de dimensionare din selecţie.
Elementele de dimensionare sunt listate în stânga. Tabelul afişează reazemele laterale ale elementului selectat.

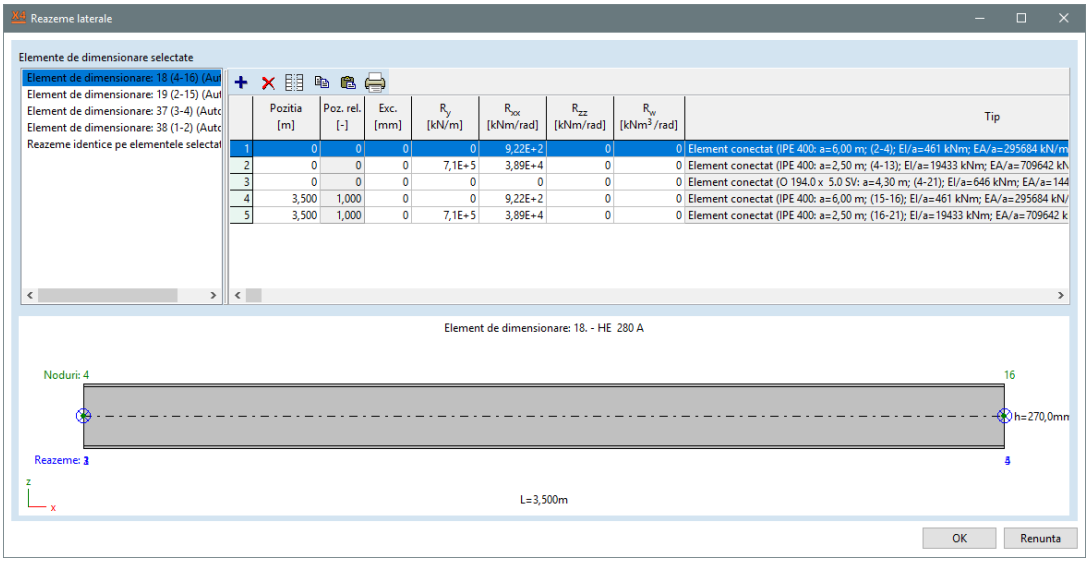
Ultimul element al listei este *Reazeme identice pe elementele selectate*. Selectând acest punct în tabel se vor afişa doar reazemele comune pe elementele de dimensionare selectate. Adăugarea sau ştergerea reazemelor va schimba configuraţia reazemelor tuturor elementelor selectate.

Adăugarea unui reazem
Adaugă un nou rând în tabel și permite introducerea caracteristicilor de reazem.

Ștergerea reazemelor selectate
Șterge liniile selectate din tabel.

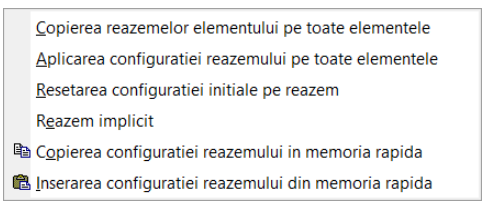
Pot fi editate unrmătoarele caracteristici: poziția reazemului, excentricitatea reazemului în direcția *z* față de centrul de greutate al profilului, componentele de rigiditate. Ultima coloană afișează tipul reazemului:

Reazemul suplimentar a fost definit de utilizator.
Reazemul din model se referă la un reazem nodal conectat la elementul de dimensionare.
Elementul conectat se referă la o nervură, bară sau zăbrea conectată la elementul de dimensionare.
Reazemul implicit se referă la reazeme create automat când nu a fost satisfăcută prima condiție.
Reazemul torsional implicit se referă la reazeme create automat când nu a fost satisfăcută a doua condiție

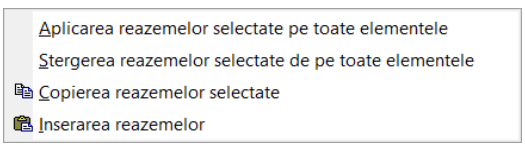


Tabelul afișează elementele conectate dacă unghiul dintre axul elementelor conectate și axul elementului de dimensionare este mai mare de 45° și vectorul de direcție al elementului conectat are un component nenul în axul local *y* al elementului de dimensionare. Dacă elementul de dimensionare este o bară orizontală, stâlpii verticali și celelalte grinzi orizontale în aceeași linie cu elementul de dimensionare nu vor apărea în tabel.
Căsuțele tabelului permit introducerea de date numerice și de anumite date parametrice:
Poziția *L* este lungimea elementului de dimensionare. Poate fi definită o lungime relativă ca de exemplu *L/2* sau *2*L/3*.
Exc. *h* este înălțimea profilului. Excentricitatea poate fi definită ca *h/2* sau *2*h/3*.
R... Componentele rigidității: *m* va fi interpretat ca 1E+10.
În cazul unui element conectat cu o lungime *a* și o rigiditate *E*I* poate fi definit *6*EI/a* .

Clic dreapta pe un element din stânga pentru operații suplimentare

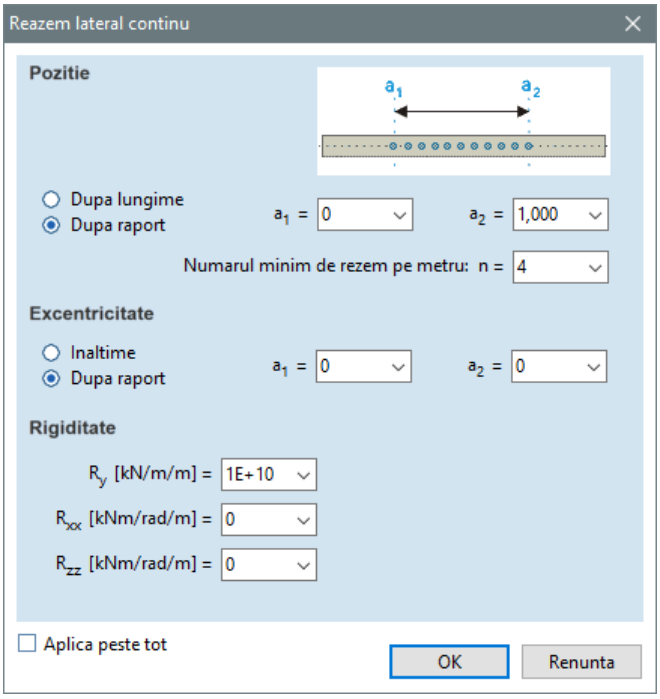


Clic dreapta pe un rând al tabelului pentru operații suplimentare



Reazem lateral continuu

Dacă o placă (de exemplu un panou metalic de acoperiș) este conectată la elementul proiectat, rigiditatea acestuia poate fi considerată ca un reazem lateral continuu.



În fereastra de *Rezem lateral continuu*, se poate defini poziția, excentricitatea și rigiditatea plăcii. Selectând opțiunea Aplică tuturor elementelor, reazemul va fi adăugat tuturor membrilor desemnați din oțel. În caz contrar, acesta va fi adăugat numai membrilor de proiectare, selectați în fereastra de Reazeme laterale.

Suportul continuu este convertit în suporturi individuale de către program. Densitatea suporturilor individuale poate fi definită de utilizator (*numărul minim de suporturi pe metru, n*). Suporturile individuale de pe capătul plăcii au jumătate din rigiditate, ca cele din mijloc.

☞ ***Schimbarea elementelor de dimensionare al ansamblului redefinește elementele de dimensionare, astfel și reazemele laterale se vor reseta și toate modificările aduse se vor pierde.***

Până la versiunea 12 a programului metoda AutoMcr calcula reazemele pe baza valorilor k_z și k_w. Modelele create în versiuni anterioare, la deschidere in AxisVM13 se importă cu metoda AutoMcr pe baza valorilor k_z și k_w.

Poziția încărcării **Z_a**: coordonata ***z*** a punctului de aplicare a încărcării (relativă la centrul de greutate al secțiunii) bazată pe Figura F1.1 din ENV 1993-1-1. În cazul valorilor individuale trebuie definit raportul dintre această distanță și înălțimea totală a profilului. Centrul de greutate și tălpile superioare și inferioare se pot selecta din opțiuni.

Voalare Inima grinzilor poate fi:

Nerigidizată: se presupune că grinzile nu au rigidizări în câmp

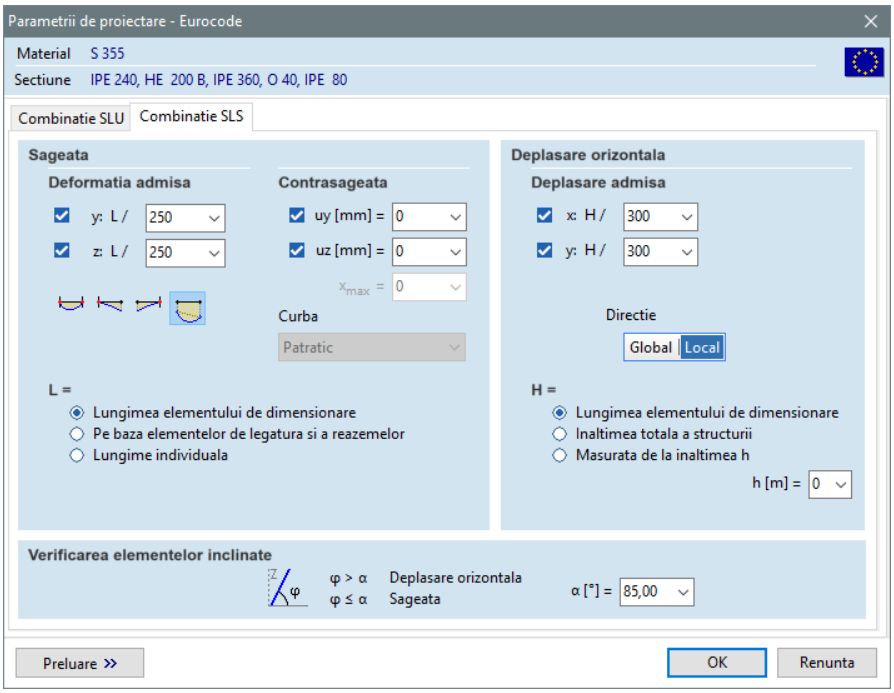
Rigidizări transversale: se presupune că grinzile au rigidizările la distanța *a*

Programul presupune că la capătul grinzilor există întotdeauna rigidizări.

6.6.2.2. Parametrii de proiectare SLS

SLS (starea limită de serviciu

Faceți clic pe fila SLS (starea limită de serviciu) din fereastra parametrilor de oțel pentru a seta detaliile verificării stării limită de serviciu.



Programul verifică deformările grinzilor și deplasările orizontale ale stâlpilor. Elementele înclinate sunt clasificate în funcție de unghiul dintre linia centrală și planul orizontal. Dacă acest unghi este mai mare de α = 45°, atunci elementul este considerat ca stâlp și dacă este sub a = 45 °, atunci este considerat ca o grindă. Această valoare α poate fi modificată la *Verificarea elementelor înclinate*.

☞ ***În cazul în care combinațiile critice de încărcări sunt generate automat, programul execută verificările SLS în combinațiile caracteristice.***

Deformări verticale

Deformațiile pot fi verificate în conformitate cu direcțiile axului local z sau y ale elementului. Verificarea în fiecare direcție poate fi activată / dezactivată prin bifarea / debifarea casetei înainte de valorile limită. Valorile limită a deplasării se stabilesc în funcție de lungimea elementului (L).

Deformațiile pot fi luate în considerare în mai multe moduri: pe baza deplasărilor efective/relative numai spre stânga, numai spre dreapta sau către ambele puncte finale al elementului.

Lungime (L)

Deflecțiile unui element și limitele de deformare (de exemplu, L / 300) se bazează pe una din valorile lungimii calculate astfel:

Lungimea de calcul a elementului: L este egal cu lungimea elementului;

Pe baza elementelor de conectare și a reazemelor: Dacă parametrul *Elemente de dimensionare* din fila ULS este setat la prima opțiue, atunci această lungime este egală cu lungimea elementului. Dacă este setată a doua opțiune (elementul selectate este dimensionat în întregime), atunci programul verifică dacă există reazeme sau elemente de legătură de-a lungul elementului în direcția verificării deplasării care împiedică deformarea elementului. De exemplu, verificând o grindă de 15 metri, dacă sunt dispuși stâlpi la capete și la o treime din lungimea grinzii, atunci programul cu această opțiune efectuează verificări SLS separat pentru secțiunea cu lungime de 5 metri respectiv 10 metri.

Lungime personalizată: poate fi introdusă orice valoare.

Contrasăgeată

O contrasăgeată poate fi definită pentru element după direcțiile pozitive al sistemului local de coordonate. Forma contrasăgeții poate fi setată cu trei parametri: definirea curbelor liniare și de gradul II, cu valoare maximă (u) și poziția (xmax). În mod excepțional, dacă deplasările relative/absolute sunt setate de utilizator (de exemplu, dacă verificăm doar o secțiune din grinda selectată), atunci contrasăgețile uy și uz sunt constante de-a lungul lungimii. Dacă lungimea L este stabilită ca lungime a elementului sau ca o lungime personalizată, contrasăgeata este zero la capetele elementului selectat.. Dacă L este bazat pe elemente de conectare și reazeme, contrasăgeata va fi zero la capete și la reazemele intermediare.

☞ ***Este important de menționat faptul că valoarea contrasăgeții are efect numai în verificările SLS, reducând deformațiile calculate anterior.***

Deplasări orizontale

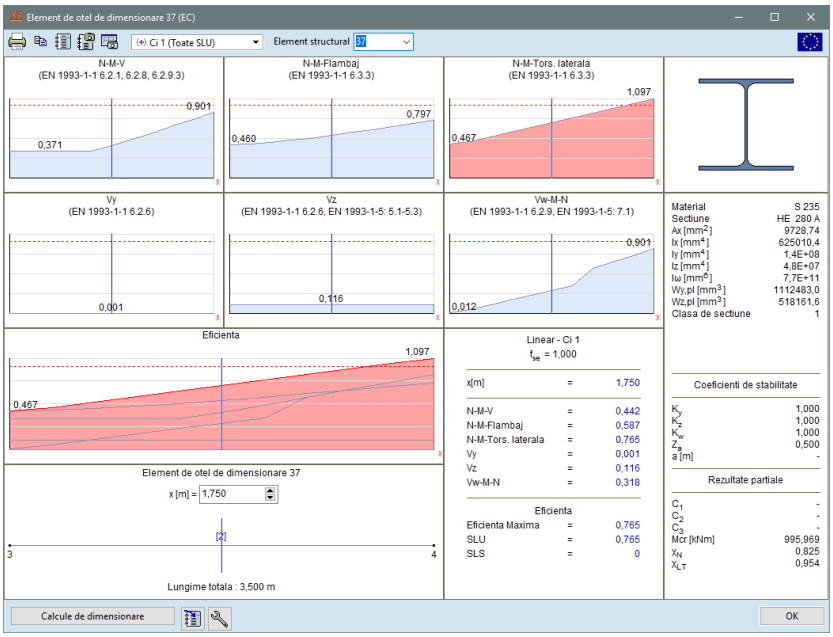
Deplasările orizontale pot fi verificate în două direcții, în funcție de sistemul de coordonate global sau local. Dacă se selectează sistemul global de coordonate, programul verifică deplasările în direcțiile orizontale X și Y. Dacă este ales sistemul local de coordonate, atunci componentele orizontale ale deplasăriilor (wx și wy) sunt verificate în direcțiile locale z și y. Înălțimea (H), de-a lungul căreia programul efectuează verificări de deplasare, poate fi întreaga lungime a structurii sau numai înălțimea elementului sau a nivelului. În primul caz, sunt luate în considerare deplasăriile absolute, iar în ultimul caz sunt verificate numai deplasările relative de-a lungul înălțimii considerate. În cazul elementelor înclinate, înălțimea este definită ca o componentă verticală a lungimii elementului. Înălțimea poate fi setată de utilizator.

- *Lungimea elementului de proiectare* (deplasări orizontale relative);
- *Înălțimea totală a structurii* (deplasări orizontale reale);
- *Măsurată din înălțimea h (*deplasări orizontale reale*).*

6.6.2.3. Diagrame și calcule de proiectare

Diagrama pe bare

Făcând clic pe un element structural se afişează fereastra de dialog cu diagramele rezultatelor şi a eficientelor maxime.
În fereastra de dialog se pot afişa rezultatele pe orice element, în orice secţiune, pentru orice ipoteză sau combinaţie de încărcări. Dacă pentru un profil nu se poate efectua o verificare, se afişează diagrama barată.



Documentație detaliată

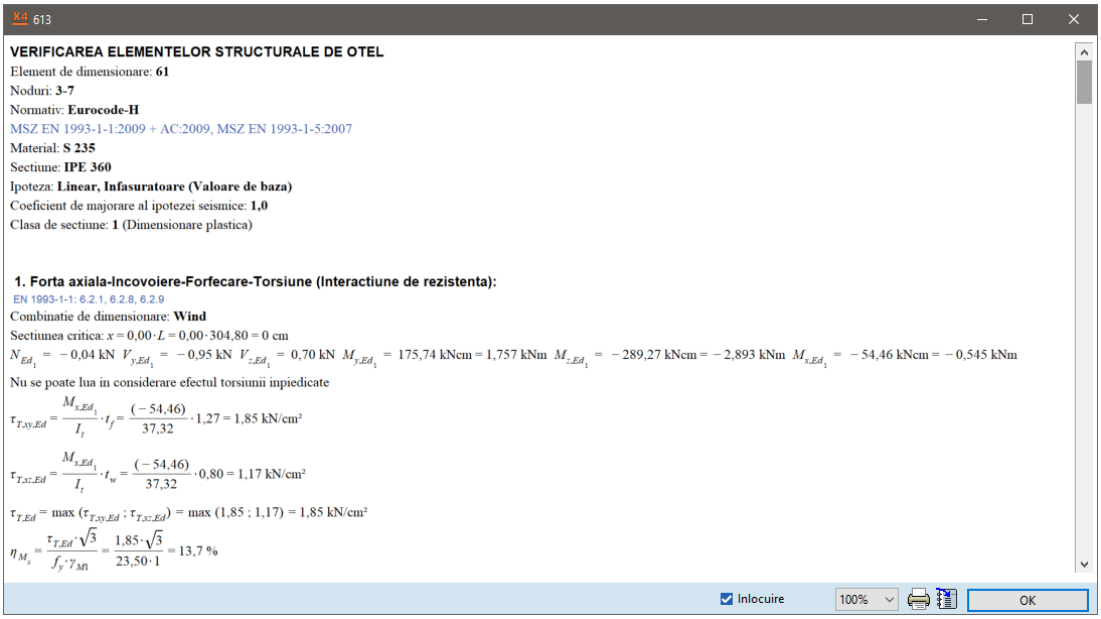
Documentația detaliată a structurii este lansată prin comanda *Calcule de dimensionare*. În această documentație vor apărea toate calculele de rezistență și de stabilitate cu formule, valori înlocuite și referințe la normative.

În fereastra calculelor de dimensionare, verificarea elementului apare împărțită în 14 puncte. În afară de cele șase verificări fundamentale de interacțiune (vezi "*Verificări de interacțiune*") sunt afișate și rezultatele parțiale. Astfel pot fi verificate pas cu pas calculele efectuate de program. În funcție de eficiența profilului față de eforturi, proiectantul poate alege în mod eficient secțiunile.

Făcând clic pe iconița *Setări* de lângă *Calcule de dimensionare* avem posibilitatea de a seta unitățile de măsură ale lungimilor și forțelor utilizate în documentație. Rezultatele importante apar și convertite în unitățile AxisVM implicite (**Vezi...** 3.3.8 Unităţi de măsură).

Calcule de dimensionare

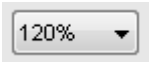
Printr-un clic pe iconiță se pot vizualiza și lista calculele detaliate conform standardului. Referințele către standard apar în culoarea albastră.



Dimensiunea ferestrei se poate modifica. Se pot selecta paginile din lista din stânga jos a ferestrei.

Înlocuire

Se poate opta ca în formule să apară valorile înlocuite sau doar valorile finale. Dezactivarea înlocuirilor rezultă într-un breviar mai scurt.



Se poate selecta dimensiunea pe ecran.

Listarea calculului de dimensionare.

Adăugarea calculelor de dimensionare la breviar.

6.6.3. Verificarea barei de oțel la incendiu – modul SD8

Eurocoduri, standarde

În AxisVM, acțiunile asupra elementelor expuse la foc pot fi generate după mai multe eurocoduri folosite în diferite țări. În cazul eurocodurilor care nu apar pe lista de mai jos, programul ia în considerare regulile generale conform EN 1991-1-2 și EN 1993-1-2.

Eurocode (general)	*EN 1993-1-2* *Eurocode 3: Design of steel strucutures* *Part 1-2: Strucutural fire design*
EC nemțesc	*DIN EN 1993-1-2:2010-12 NA*
EC unguresc	*SZ EN 1993-1-2:2013 NA*
EC românesc	*SR EN 1993-1-2:2006/NB:2008*
EC slovac	*STN EN 1993-1-2/NA:2008*
EC polonez	*PN EN 1993-1-2 NA*
EC englezesc	*BS EN 1993-1-2:2005 NA*
EC fin	*SFS-EN 1993-1-2:2005 NA*

Verificarea structurii de oțel la incendiu (EN 1993-1-2)

Calculul structurii de oțel la foc (modulul SD8) se bazează pe calculul "obișnuit" al structuriilor de oțel (modulul SD1, **vezi...** 6.6.2 Verificarea barelor de oţel conform Eurocod 3 – modul SD1), astfel încât modulul SD1 este o condiție necesară pentru utilizarea modulului SD8.

EN 1993-1-2 (EC3-1-2) discută proiectarea la foc a structurilor de oțel în mod asemănător cu EN 1993-1-1, în consecință, acest capitol conține doar aspecte care diferă față de cele discutate în capitolul 6.6.2.

Calculul la foc poate fi efectuat în AxisVM dacă 1) combinația de încărcări selectată conține ipoteze de încărcărcări din foc (4.10.1 Ipoteze şi grupuri de încărcări) 2) a fost aplicată o încărcare din foc pe elementul selectat în această ipoteză 4.10.29 Acțiuni asupra elementelor liniare expuse la foc – modul SD8) Dacă au fost atribuite diferite efecte de incendiu elementului selectat, apare un mesaj de eroare și calculul la incendiu nu poate fi efectuat.

De asemenea este necesar să definim parametrii de foc pentru elementul pe care vrem să-l dimensionăm la foc (a se vedea mai jos).

Metode de verificare

EC3-1-2 discută diferite metode: analiza elementelor structurale, analiza unei părți din structură și analiza structurală globală. Analiza unui element este cea mai răspândită metodă de verificare datorită simplității acesteia. Analiza unei părți sau a întregii structurii necesită de obicei modele numerice neliniare complexe și analize statice neliniare.

Principiile directoare ale analizei elementelor conform EC3-1-2:

- În cazul temperaturii normale, forțele interne ale elementelor de proiectare pot fi calculate prin analiză statică liniară;
- "În analiza elementelor structurale, se consideră numai efectul deformațiilor termice care rezultă ca urmare a gradientelor termice pe secțiunea transversală. Efectele dilatărilor axiale sau în plan pot fi neglijate. "(EC3-1-2, 2.4.2 (4));
- "Condițiile de rezemare ale elementelor analizate se stabilesc în prealabil și se presupun că rămân neschimbate pe timpul expunerii la acținea focului." (EC3-1-2, 2.4.2 (5)).

Modulul SD8 efectuează analiza elementelor structurale. Trebuie verificat dacă elementul selectat poate fi analizat separat de structură în conformitate cu prevederile din EC3-1-2.

În anumite cazuri, analiza unei părți a structurii poate fi executată și în AxisVM dacă 1) condițiile de limită sunt stabilite cu atenție, 2) efectele focului sunt luate în considerare ca sarcină termică și 3) luăm

în considerare indicațiile din secțiunea 2.4.3 din EC3 -1-2.

$k_{y,\vartheta}$, k_E, $k_{y,\vartheta,4}$

Conform EC3 – 1 – 2 mai jos sunt prezentate valorile factorilor de reducere față de mărimile caracteristice:

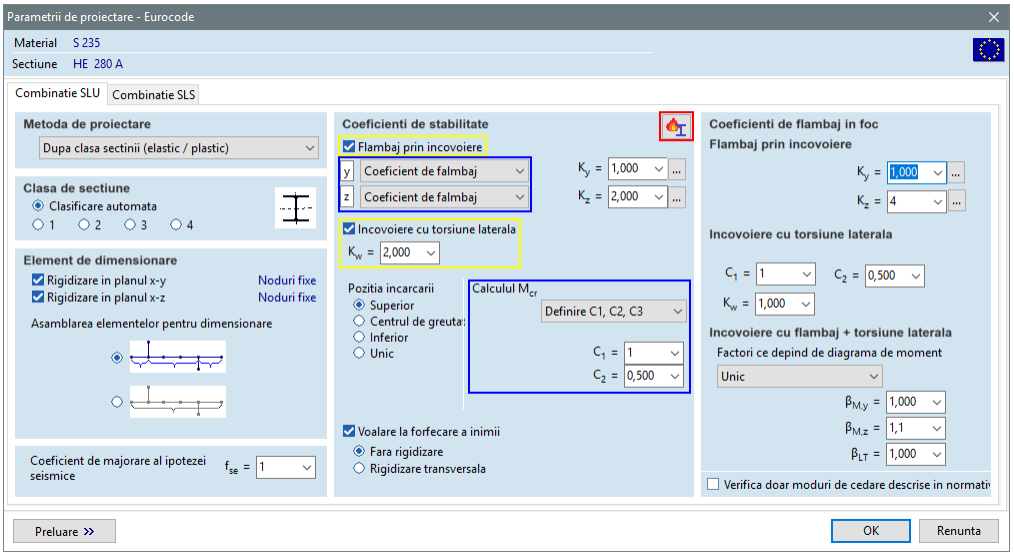
- *$k_{y,\theta}$ – limita de curgere efectivă, raportată la limita de curgere la 20 C pentru clasele 1, 2, 3;*
- *$k_{y,\theta,4}$ – limita de curgere efectivă, raportată la limita de curgere la 20 C pentru clasa 4;*
- *k_E – modulul de elasticitate longitudinal, raportat la modulul de elasticitate la 20 C;*

În cazul proiectării oțelului inoxidabil trebuie utilizați diferiți factori de reducere.

θ_a [°C]	$k_{y,\vartheta}$	$k_{y,\vartheta,4}$	k_E
20	1.000	1.000	1.000
100	1.000	1.000	1.000
200	1.000	0.890	0.900
300	1.000	0.780	0.800
400	1.000	0.650	0.700
500	0.780	0.530	0.600
600	0.470	0.300	0.310
700	0.230	0.130	0.130
800	0.110	0.070	0.090
900	0.060	0.050	0.0675
1000	0.040	0.030	0.045
1100	0.020	0.020	0.0225
1200	0.000	0.000	0.000

Parametrii de calcul al incendiului

Pentru calculul la focul bazat pe EC3-1-2, parametrii de proiectare a incendiului ar trebui definiți și alocați elementelor structurale. Apăsați butonul afișat mai jos în dreptunghi roșu. Acest buton este vizibil numai dacă 1) modulul SD8 face parte din configurație și 2) codul selectat după care se face calculul este acceptat de program. Butonul adaugă un panou suplimentar pe partea dreaptă. Dacă rămâne ascuns, calculul elementului la foc nu va fi efectuată.



Coeficienți de flambaj în timpul focului

Flambaj prin încovoiere

Este posibil să definim diferite lungimi de flambaj sau coeficient de lungime de flambaj pentru calculul rezistenței la flambaj în jurul axelor y și z, deoarece deformarea elementului este adesea împiedicată de elemente cu pereți subțiri (pene etc.) care își pierd rigiditatea foarte rapid la temperaturi ridicate. Determinarea / calculul lungimii de flambaj este aceeași ca și în cazul proiectării la temperatură normală (dreptunghi albastru). Dacă selectăm *Calcul automat, programul* folosește aceeași lungime de flambaj ca și în cazul proiectării la temperatură normală.

Dacă este activat butonul Flambaj prin compresiune, calculul și verificarea rezistenței la flambaj se

efectuează atât la temperatura normală cât și la incendiu.

Flambaj prin încovoiere-răsucire

K_ω: Factorul legat de împiedicarea deformării poate fi diferit în cazul calculului la foc.
Dacă se activează *Flambaj prin încovoiere-răsucire*, calcularea rezistenței și verificarea se efectuează atât la temperatura normală, cât și la incendiu.

Calculul Mcr (momentul critic)

Putem defini rezemări diferite față de calcul la temperatură normală, deoarece deformarea elementului este adesea împiedicată de elemente cu pereți subțiri (pene etc.) care își pierd rigiditatea foarte rapid la temperaturi ridicate. Modul de calcul al momentului critic în caz de incendiu este asemănător cu modul de calcul al momentului critic în cazul temperaturii normale (dreptunghi albastru).
Dacă este selectată opțiunea AutoMcr, în cazul analizei la foc, programul ia în considerare rezemările calculate automat sau setate de utilizator la analiză în cazul temperaturii normale.

Flambaj prin încovoiere + flambaj prin încovoiere-răsucire

Verificarea aceasta se efectuează dacă se verifică flambajul prin încovoiere și flambajul prin încovoiere-răsucire și se stabilesc parametrii de stabilitate. Metoda de verificare este explicată mai jos. Se impune definirea coeficienților de corecție a momentului încovoietor βM, y, βM, z și βM, LT (vezi EC3-1-2) care depind de diagrama momentului încovoietor. Este posibilă definirea automată a coeficienților de program, dar se poate opta și pentru definire de către utilizator.

Doar moduri de cedare standarde

EN 1993-1-2 nu oferă metode exacte de verificare (de exemplu, pierderea stabilității cauzate de forțe interioare flambaj). Conform literaturii, în aceste cazuri se pot utiliza formule de verificare EN 1993-1-1, dar cu ridigitate și rezistență redusă.
Dacă este bifat *Doar moduri de cedare standarde*, se efectuează numai verificările conform EC3-1-2. Dacă nu este bifat *Doar moduri de cedare standarde,* în situațiile în care nu există o formulă conform EC3-1-2, programul va folosi formula conform EC3-1-1 cu rigiditate și rezistență redusă.

Clase de secțiune

Programul clasifică secțiunile conform tabelului 5.2 din EN 1993-1-1.
În cazul proiectării la incendiu, parametrul ε se calculează în conformitate cu EC3-1-2:

$$\varepsilon = 0.85\sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

Interacțiuni

Modulul SD8 efectuează următoarele verificări:

Doar moduri de cedare standarde

☑

Forță axială-Moment încovoietor-Forță tăietoare [N-M-V]	(EN 1993-1-1, 6.2.1, 6.2.9.3) (EN 1993-1-2, 4.2.1-4.2.3, Annex E)
Compresiune-Încovoiere-Flambaj [N-M-Flamb.]	(EN 1993-1-2, 4.2.3.5, Annex E)
Forță axială-Moment încovoietor-Flambaj prin încovoiere-răsucire [N-M-Flamb.i-r.]	(EN 1993-1-2, 4.2.3.5, Annex E)
Forța tăietoare /y [Vy]	(EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Annex E)
Forța tăietoaree /z [Vz]	(EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Annex E)

Doar moduri de cedare standarde

☐

Forță axială-Moment încovoietor-Forță tăietoare [N-M-V]	(EN 1993-1-1, 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9.3) (EN 1993-1-2, 4.2.1-4.2.3, Annex E)
Compresiune-Încovoiere-Flambaj [N-M-Flamb.]	(EN 1993-1-2, 4.2.3.5, Annex E)
Forță axială-Moment încovoietor-Flambaj prin încovoiere-răsucire [N-M-Flamb.i-r.]	(EN 1993-1-2, 4.2.3.5, Annex E)
Forța tăietoare /y [Vy]	(EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Annex E)
Forța tăietoaree /z [Vz]	(EN 1993-1-5, 5.1-5.3) (EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Annex E)
Forfecarea inimii- Moment încovoietor- Forță axială [Vw-M-N]	(EN 1993-1-1, 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9) (EN 1993-1-5, 5.1-5.3, 7.1) (EN 1993-1-2, 4.2.1-4.2.3, Annex E)

Rezistențe

Rezistența plastică [Npl,fi,Rd] (EN 1993-1-2, 4.2.3.1, Annex E)
Rezistența efectivă la compresiune centrică [Neff, fi,Rd] (EN 1993-1-2, 4.2.3.1, Annex E)
Rezistența elastică la forfecare /axa y [Vel,fi,y,Rd] (EN 1993-1-1, 6.2.6, EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Annex E)
Rezistența elastică la forfecare /axa z [Vel,fi,z,Rd](EN 1993-1-1, 6.2.6, EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Annex E)
Rezistența plastică la forfecare /axa y [Vpl,fi,y,Rd] (EN 1993-1-1, 6.2.6, EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Annex E)
Rezistența plastică la forfecare /axa z [Vpl,fi,z,Rd](EN 1993-1-1, 6.2.6, EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Annex E)
Rezistența la forfecare a inimii [Vb,fi,Rd] (EN 1993-1-5, 5.1-5.3, EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Annex E)

Rezistența elastică la moment încovoietor /yy [Mel,fi,y,Rd] (EN 1993-1-2, 4.2.3.4, Annex E)
Rezistența elastică la moment încovoietor /zz [Mel,fi,z,Rd] (EN 1993-1-2, 4.2.3.4, Annex E)
Rezistența plastică la moment încovoietor /yy [Mpl,fi,y, Rd] (EN 1993-1-2, 4.2.3.3, Annex E)
Rezistența plastică la moment încovoietor /zz [Mpl,fi,z,Rd] (EN 1993-1-2, 4.2.3.3, Annex E)
Rezistența efectivă la moment încovoietor în cazul flambajului după axa y[Meff,fi,y, Rd] (EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Annex E)
Rezistența efectivă la moment încovoietor în cazul flambajului după axa z [Meff,fi,z,Rd] (EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Annex E)
Rezistența minimă la flambaj (prin compresiune sau prin încovoiere) [Nb,fi,Rd] (EN 1993-1-2, 4.2.3.2, Annex E)
Rezistența la flambaj prin încovoiere-răsucire [Mb,fi,Rd] (EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Annex E)
Temperatura critică [ϑ_{cr}] (EN 1993-1-2)

Forță axială-Moment încovoietor-Forță tăietoare

Doar moduri de cedare standarde

Verificare în domeniul elastic (clasa de secțiune : 3)
Formula generală:

$$\frac{N_{Ed}}{A\frac{f_y k_{y,\theta}}{\gamma_{M_{fi}}}} + \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y}\frac{f_y k_{y,\theta}}{\gamma_{M_{fi}}}} + \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z}\frac{f_y k_{y,\theta}}{\gamma_{M_{fi}}}} \leq 1$$

În cazul în care forța tăietoare este mai mare de 50% din rezistența la forfecare sau apare și un moment de torsiune, se verifică următoarea condiție de curgere (numai pentru secțiunile I, T, C, profile închise și țeavă):

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y k_{y,\theta}/\gamma_{M_{fi}}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y k_{y,\theta}/\gamma_{M_{fi}}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y k_{y,\theta}/\gamma_{M_{fi}}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y k_{y,\theta}/\gamma_{M_{fi}}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y k_{y,\theta}/\gamma_{M_{fi}}}\right)^2 \leq 1$$

Verificare în domeniul elastic (clasa de secțiune : 4)
Formula generală:

$$\frac{N_{Ed}}{A_{eff}\frac{f_y k_{y,\theta,4}}{\gamma_{M_{fi}}}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{W_{eff,y}\frac{f_y k_{y,\theta,4}}{\gamma_{M_{fi}}}} + \frac{M_{z,Ed}}{W_{eff,z}\frac{f_y k_{y,\theta,4}}{\gamma_{M_{fi}}}} \leq 1$$

În cazul în care forța tăietoare este mai mare de 50% din rezistența la forfecare sau apare și un moment de torsiune, se verifică următoarea condiție de curgere (numai pentru secțiunile I, T, C, profile închise și țeavă):

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y k_{y,\theta,4}/\gamma_{M_{fi}}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y k_{y,\theta,4}/\gamma_{M_{fi}}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y k_{y,\theta,4}/\gamma_{M_{fi}}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y k_{y,\theta,4}/\gamma_{M_{fi}}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y k_{y,\theta,4}/\gamma_{M_{fi}}}\right)^2 \leq 1$$

$\Delta M_{y,Ed} = N_{Ed} \cdot e_{N,y}$: acesta diferă de zero numai în cazul secțiunilor de clasa 4, unde secțiunea transversală este asimetrică după axa y.

Verificare în domeniul plastic:

Pentru secțiunile I, țevi și profile închise din Clasa 1 și 2, verificarea rezistenței este efectuată în conformitate cu EN 1993-1-1 6.2.10 și EC3-1-2. Dincolo de verificarea rezistenței forței axiale și forței de forfecare, trebuie îndeplinite următoarele criterii:

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,fi,y,Rd}} \leq 1;\ \frac{M_{z,Ed}}{M_{N,fi,z,Rd}} \leq 1$$

unde $M_{N,fi,y,Rd}$, $M_{N,fi,z,Rd}$: sunt rezistențe de moment reduse pe baza efectului forței de forfecare și a forței axiale (EN 1993-1-1 6.2.8 și 6.2.9.1). Pentru secțiunile de țevi, momentul redus se calculează după cum urmează:

$$M_{N,fi,y,Rd} = 1.04 \cdot \left(1 - \rho - \frac{n^{1.7}}{(1-\rho)^{0.7}}\right);\ n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,fi,Rd}};\ \rho = \left(2\frac{V_{Ed}}{V_{pl,fi,z,Rd}} - 1\right)^2$$

$$M_{N,fi,z,Rd} = 1.04 \cdot \left(1 - \rho - \frac{n^{1.7}}{(1-\rho)^{0.7}}\right);\ n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,fi,Rd}};\ \rho = \left(2\frac{V_{Ed}}{V_{pl,fi,y,Rd}} - 1\right)^2$$

În cazul încovoierii după două axe, criteriul din EN 1993-1-1 6.2.9.1. (6) trebuie îndeplinit (pentru secțiuni în I, închise și țevi):

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,fi,y,Rd}}\right]^{\alpha} + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,fi,z,Rd}}\right]^{\beta} \le 1$$

Alte profile:

$$N_{pl,fi,Rd} = \frac{Af_y k_{y,\theta}}{\gamma_{M_{fi}}}; M_{pl,fi,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} f_y k_{y,\theta}}{\gamma_{M_{fi}}}; M_{pl,fi,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} f_y k_{y,\theta}}{\gamma_{M_{fi}}}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,fi,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,fi,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,fi,z,Rd}} \le 1$$

În cazul în care forța tăietoare este mai mare de 50% din rezistența la forfecare, rezistența momentelor de încovoiere trebuie reduse ținând cont de efectul forței tăietoare, conform EN 1993-1-1 6.2.8., EC3-1-2 ($M_{V,fi,y,Rd}$, $M_{V,fi,z,Rd}$).

Doar moduri de cedare standarde

Verificare în domeniul elastic (clasa de secțiune : 3)

$$\frac{N_{Ed}}{A\frac{f_y k_{y,\theta}}{\gamma_{M_{fi}}}} + \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y}\frac{f_y k_{y,\theta}}{\gamma_{M_{fi}}}} + \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z}\frac{f_y k_{y,\theta}}{\gamma_{M_{fi}}}} \le 1$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{el,fi,y,Rd}} \le 1;\ \frac{V_{z,Ed}}{V_{el,fi,z,Rd}} \le 1$$

Verificare în domeniul elastic (clasa de secțiune : 4)

$$\frac{N_{Ed}}{A_{eff}\frac{f_y k_{y,\theta,4}}{\gamma_{M_{fi}}}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{W_{eff,y}\frac{f_y k_{y,\theta,4}}{\gamma_{M_{fi}}}} + \frac{M_{z,Ed}}{W_{eff,z}\frac{f_y k_{y,\theta,4}}{\gamma_{M_{fi}}}} \le 1$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{el,fi,y,Rd}} \le 1;\ \frac{V_{z,Ed}}{V_{el,fi,z,Rd}} \le 1$$

Verificare în domeniul plastic:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,fi,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,fi,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,fi,z,Rd}} \le 1$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{pl,fi,y,Rd}} \le 1;\ \frac{V_{z,Ed}}{V_{pl,fi,z,Rd}} \le 1$$

Compresiune-Încovoiere-Flambaj

Conform EN 1993-1-2, 4.2.3.5 (4.21a, c):

Verificare în domeniul elastic (clasa de secțiune : 3)

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_{min,fi} A k_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} + k_y\frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y}k_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} + k_z\frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z}k_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} \le 1$$

$$k_y = 1 - \frac{\mu_y N_{Ed}}{\chi_{y,fi} A k_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} \le 3;\ k_z = 1 - \frac{\mu_z N_{Ed}}{\chi_{z,fi} A k_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} \le 3$$

Verificare în domeniul elastic (clasa de secțiune : 4)

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_{min,fi} A_{eff} k_{y,\theta,4}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} + k_y\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{W_{eff,y}k_{y,\theta,4}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} + k_z\frac{M_{z,Ed}}{W_{eff,z}k_{y,\theta,4}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} \le 1$$

$$k_y = 1 - \frac{\mu_y N_{Ed}}{\chi_{y,fi} A_{eff} k_{y,\theta,4}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} \le 3;\ k_z = 1 - \frac{\mu_z N_{Ed}}{\chi_{z,fi} A_{eff} k_{y,\theta,4}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}} \le 3$$

Verificare în domeniul plastic:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_{min,fi}Ak_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}+k_y\frac{M_{y,Ed}}{W_{pl,y}k_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}+k_z\frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z}k_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}\le 1$$

$$k_y=1-\frac{\mu_y N_{Ed}}{\chi_{y,fi}Ak_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}\le 3;\ k_z=1-\frac{\mu_z N_{Ed}}{\chi_{z,fi}Ak_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}\le 3$$

unde

$$\mu_y=(2\beta_{M,y}-5)\bar{\lambda}_{y,\theta}+0.44\beta_{M,y}+0.29\le 0.8$$

$$\mu_z=(1.2\beta_{M,y}-3)\bar{\lambda}_{z,\theta}+0.71\beta_{M,z}-0.29\le 0.8$$

$\chi_{y,fi}$ și $\chi_{z,fi}$ conform EC3-1-2 4.2.3.2.

Forță axială-Moment încovoietor-Flambaj prin încovoiere-răsucire

Verificare conform EN 1993-1-2, 4.2.3.5 (4.21a, c):

Verificare în domeniul elastic (clasa de secțiune: 3)

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_{z,fi}Ak_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}+k_{LT}\frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT,fi}W_{el,y}k_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}+k_z\frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z}k_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}\le 1$$

$$k_{LT}=1-\frac{\mu_{LT}N_{Ed}}{\chi_{z,fi}Ak_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}\le 3;\ k_z=1-\frac{\mu_z N_{Ed}}{\chi_{z,fi}Ak_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}\le 3$$

Verificare în domeniul elastic (clasa de secțiune: 4)

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_{z,fi}A_{eff}k_{y,\theta,4}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}+k_{LT}\frac{M_{y,Ed}+\Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT,fi}W_{eff,y}k_{y,\theta,4}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}+k_z\frac{M_{z,Ed}}{W_{eff,z}k_{y,\theta,4}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}\le 1$$

$$k_{LT}=1-\frac{\mu_{LT}N_{Ed}}{\chi_{z,fi}A_{eff}k_{y,\theta,4}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}\le 3;\ k_z=1-\frac{\mu_z N_{Ed}}{\chi_{z,fi}A_{eff}k_{y,\theta,4}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}\le 3$$

Verificare în domeniul plastic:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_{z,fi}Ak_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}+k_{LT}\frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT,fi}W_{pl,y}k_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}+k_z\frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z}k_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}\le 1$$

$$k_{LT}=1-\frac{\mu_{LT}N_{Ed}}{\chi_{z,fi}Ak_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}\le 3;\ k_z=1-\frac{\mu_z N_{Ed}}{\chi_{z,fi}Ak_{y,\theta}\frac{f_y}{\gamma_{M_{fi}}}}\le 3$$

unde

$$\mu_{LT}=0.15\bar{\lambda}_{z,\theta}\beta_{M,LT}-0.15\le 0.9$$

$$\mu_z=(1.2\beta_{M,y}-3)\bar{\lambda}_{z,\theta}+0.71\beta_{M,z}-0.29\le 0.8$$

$\chi_{LT,fi}$ și $\chi_{z,fi}$ conform EC3-1-2 4.2.3.2 și 4.2.3.3.

Forța tăietoare /y

Verificare conform EN 1993-1-1, 6.2.6, EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Annex E :

Verificare în domeniul elastic (clasa de secțiune : 3)

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{el,fi,y,Rd}}\le 1;\ V_{el,fi,y,Rd}=\frac{I_z\cdot t}{S_z}\frac{f_y k_{y,\theta}}{\sqrt{3}\gamma_{M_{fi}}}$$

Verificare în domeniul elastic (clasa de secțiune : 4)

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{el,fi,y,Rd}}\le 1;\ V_{el,fi,y,Rd}=\frac{I_z\cdot t}{S_z}\frac{f_y k_{y,\theta,4}}{\sqrt{3}\gamma_{M_{fi}}}$$

Secțiuni suportate în cazul verificării în domeniul elastic:

Secțiuni nesuportate în cazul verificării în domeniul elastic, sau în cazul verificării în domeniul plastic:

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{pl,fi,y,Rd}} \leq 1;\ V_{pl,fi,y,Rd} = A_v \frac{f_y k_{y,\theta}}{\sqrt{3}\gamma_{M_{fi}}}$$

Forța tăietoare /z

Doar moduri de cedare standarde

Programul verifică condiția:

$$\frac{V_{zEd}}{\min\left(V_{z,fi,Rd}, V_{b,fi,Rd}\right)} \leq 1$$

$V_{b,fi,Rd}$ la calcularea rezistenței la flambajul inimii prin forfecare programul ia în considerare doar rezistența inimii la forfecare (secțiuni I- și închise). Calculul $V_{z,fi,Rd}$ este prezentat mai jos, când sunt active doar moduri de cedare standarde.

Conform EC3-1-2 nu există o verificare a rezistenței la flambajul inimii prin forfecare. În cazul acesta verificarea se face conform EN 1993-1-5 5.1-5.3, cu rezistență și rigiditate redusă conform EC3-1-2, și trebuie luată în considerare cercetarea lui André Reis, Nuno Lopes, Paulo Vila Real (A. Reis, N. Lopes și P. Vila Real: *Numerical study of steel plate girders under shear loading at elevated temperatures,* Journal of Constructional Steel Research, 117 (2006) 1-12).

Clasa de secțiune 1,2 și 3:

$$V_{b,fi,Rd} = \chi_{w,\theta} h_w t_w \frac{f_y k_{y,\theta}}{\sqrt{3}\gamma_{M_{fi}}}$$

Clasa de secțiune 4:

$$V_{b,fi,Rd} = \chi_{w,\theta} h_w t_w \frac{f_y k_{y,\theta,4}}{\sqrt{3}\gamma_{M_{fi}}}$$

unde

$$\chi_{w,\theta} = 1.2 \quad \bar{\lambda}_{w,\theta} < \frac{0.61}{1.2}$$

$$\chi_{w,\theta} = 0.1 + \frac{0.55}{\bar{\lambda}_{w,\theta}} \quad \bar{\lambda}_{w,\theta} \geq \frac{0.61}{1.2}$$

$$\bar{\lambda}_{w,\theta} = \frac{h_w}{37.4 t_w \varepsilon \sqrt{k_\tau}};\ \varepsilon = 0.85\sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

Doar moduri de cedare standarde

Conform EN 1993-1-1, 6.2.6, EN 1993-1-2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, Anexa E:

Verificare în domeniul elastic (clasa de secțiune: 3)

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{el,fi,z,Rd}} \leq 1;\ V_{el,fi,z,Rd} = \frac{I_y \cdot t}{S_y} \frac{f_y k_{y,\theta}}{\sqrt{3}\gamma_{M_{fi}}}$$

Verificare în domeniul elastic (clasa de secțiune: 4)

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{el,fi,z,Rd}} \leq 1;\ V_{el,fi,z,Rd} = \frac{I_y \cdot t}{S_y} \frac{f_y k_{y,\theta,4}}{\sqrt{3}\gamma_{M_{fi}}}$$

Secțiuni suportate în cazul verificării în domeniul elastic:

Secțiuni nesuportate în cazul verificării în domeniul elastic, sau în cazul verificării în domeniul plastic:

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{pl,fi,z,Rd}} \leq 1;\ V_{pl,fi,z,Rd} = A_v \frac{f_y k_{y,\theta}}{\sqrt{3}\gamma_{M_{fi}}}$$

Forfecarea inimii- Moment încovoietor- Forță axială
Doar moduri de cedare standarde

În cazul profilelor I și închise, această verificare interacțiunii se efectuează, de asemenea, în conformitate cu secțiunea 7.1 din EN 1993-1-5 și secțiunile 6.2.8, 6.2.9 din EN 1993-1-1 cu rezistență și rigiditate redusă datorită temperaturii ridicate a oțelului (EC3-1-2).

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,fi,Rd}} + \left(1 - \frac{M_{f,fi,Rd}}{M_{pl,fi,Rd}}\right) \cdot \left(2\frac{V_{Ed}}{V_{b,fi,,Rd}} - 1\right)^2 \leq 1$$

unde $M_{f,fi,Rd}$ rezistența la încovoiere a flanșelor.
În cazul în care este activat Doar moduri de cedare standarde, această verificare nu va fi efectuată.

Temperatură critică

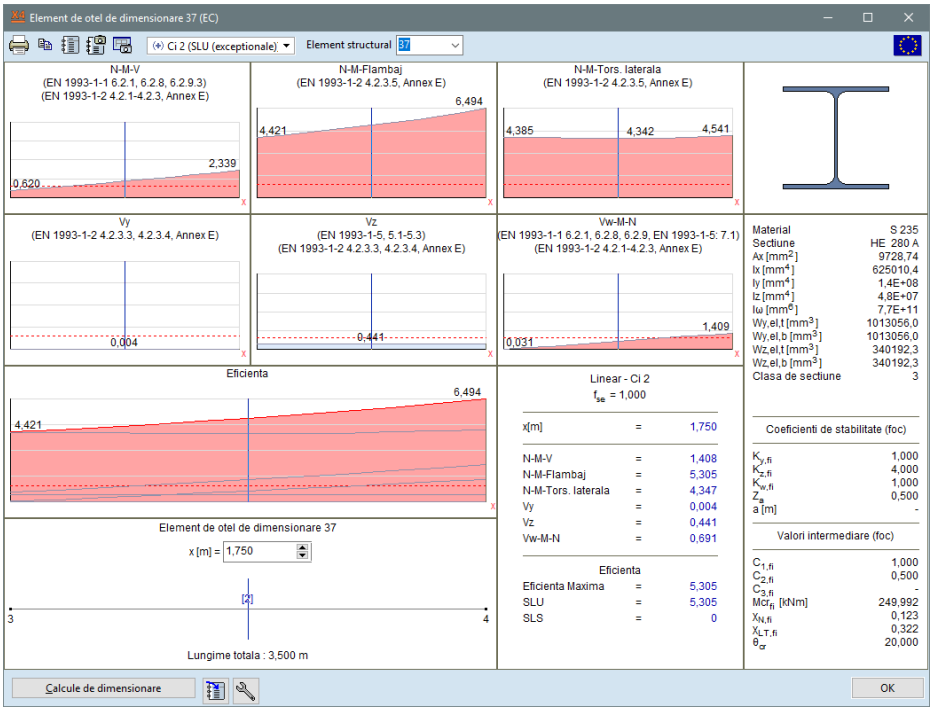
În cele mai multe cazuri, trebuie să se determine temperatura critică (temperatura oțelului în care are loc defectarea elementului). De exemplu, grosimea protecției împotriva incendiului este selectată pe baza factorului secțiunii (A / V) și a temperaturii critice.

AxisVM poate calcula temperatura critică pentru modurile de cedare enumerate mai sus. Temperatura critică a elementului este minimul temperaturilor critice pentru diferitele moduri de cedare.

Intervalul investigat este de 20 - 1000 ° C. Deci, dacă AxisVM afișează 20 ° C ca temperatură critică în cazul unui element, înseamnă că utilizarea secțiunii este înaltă și siguranța elementului împotriva defecțiunii nu poate fi confirmată chiar și la temperatura camerei în situații accidentale de proiectare în baza reglementărilor EC3-1 -2. În acest caz, este foarte probabil ca rezistența să nu fie adecvată nici în situația de proiectare normlă. Dacă AxisVM afișează 1001 ° C ca temperatură critică în cazul unui element, înseamnă că utilizarea este foarte scăzută și temperatura critică este peste 1000 ° C.

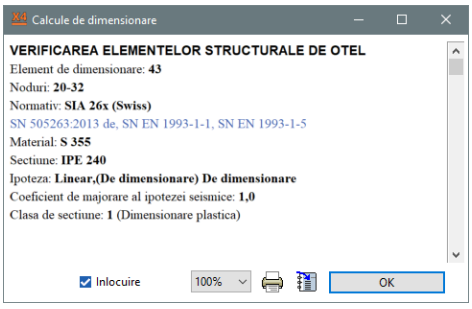
Diagrame

Fereastra de dialog a diagramelor în cazul verificării la incendiu se modifică ușor, atunci când combinația selectată sau standardă include și încărcări din foc. Parametrii de stabilitate prezentați și rezultatele intermediare sunt valorile calculate pe baza verificării la incendiu. Apare și temperatura critică a elementului lângă rezultatele intermediare.



Calculele de proiectare

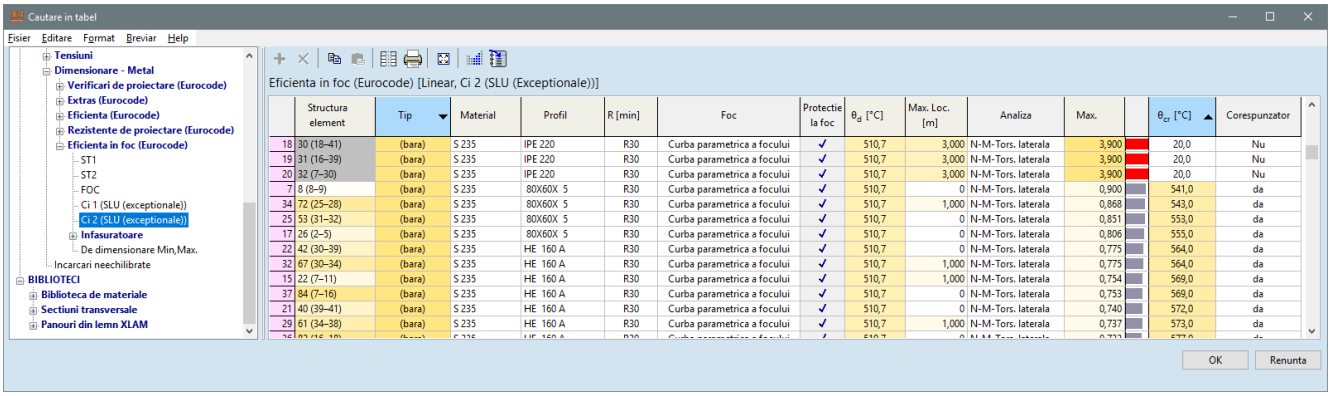
Apăsând pe butonul *Calculele detaliate* obținem o documentația de calcul detaliată care poate fi salvată în *Documentație*. În cazul verificării la incendiu apare și curba de temperatură, temperatura de calcul a oțelului și valoarea temperaturii critice conform modului de cedare.



Tabelul de rezultatete

În tabelul rezultatlor la calculul elementelor de oţel apar şi rezultatele verificăriilor la incendiu, atunci când combinaţia selectată sau standardă include şi încărcări din foc.

Dintre tabelele rezultate din dimensionarea oţelului, eficienţa în incendiu rezumă rezultatele de proiectare a focului pentru a ajuta comunicarea cu inginerii în domeniul siguranţei la incendiu.



Pe lângă parametrii iniţiali sunt menţionaţi următorii parametri: timpul necesar de rezistenţă la foc (de ex. R30), tipul curbei de temperatură selectată, temperatura de calcul la proiectare, modul critic de cedare, eficienţa şi temperatura critică.

Optimizarea secţiunilor

În cazul în care configuraţia conţine şi modulul SD9, optimizarea secţiunilor poate fi efectuată şi pentru combinaţii de încărcări care conţin încărcări din foc.
În timpul optimizării, temperatura de calcul a oţelului nu este recalculată automat. Din acest motiv, eficienţa poate fi uşor diferită după analiza structurii optimizată.

6.6.4. Optimizarea secţiunilor metalice – modul SD9

Optimizarea secţiunilor structurilor metalice face elementele modelate şi dimensionate mult mai eficiente prin setarea fină a dimensiunilor profilelor şi astfel reducând greutatea structurii.

Optimizarea verifică elementele pentru aceleaşi eforturi ignorând schimbările de rigiditate a elementelor datorită modificării dimensiunilor. În cazul anumitor structuri recalcularea modelului poate rezulta în schimbări majore de eforturi. În aceste cazuri după multiple optimizări se pot găsi cele mai bune soluţii.

Optimizarea utilizează parametri de dimensionare setaţi anterior.

Profilele corespunzătoare pentru optimizare sunt: I, I asimetric, dreptunghiular, T, C, 2U profile şi ţevi. Nu pot fi optimizate secţiuni variabile.

Grupuri de optimizare

Primul pas al optimizării este crearea grupurilor de optimizare din elementele de metal existente. Fiecare membru al unui grup de optimizare trebuie să aibe acelaşi profil şi optimizarea va atribui acelaşi profil tuturor elementelor din grup.

Lista grupurilor de optimizare (în dreapta ferestrei *Grupuri de optimizare*) afişează profilul comun şi numărul elementelor din grup (<*n*>). Selectaţi un grup şi definiţi parametrii optimizării în dreapta (vedeţi mai jos).

Obiectivul optimizării

Obiectivul optimizării poate fi (1) greutatea minimă, (2) înălţimea minimă sau (3) lăţimea minimă.

Acesta defineşte obiectivul funcţiei. Optimizarea va căuta profile a căror eficienţă este < 1 pentru toate elementele grupului şi care sunt cele mai aproape de obiectiv. Această secţiune este numită *secţiune optimizată*. Obiectivul este atins separat pentru fiecare grup.

Se poate defini şi un maxim de eficienţă. Limitarea eficienţei ajută în cazurile în care optimizaţi structuri static nedeterminate, unde modificarea profilelor poate cauza schimbări majore în eforturi.

Verificările optimizării

Se pot ignora unele verificări în timpul optimizării. Sunt rulate întotdeauna toate verificările de rezistenţă dar verificările de flambaj, flambaj lateral şi flambajul inimii pot fi dezactivate.

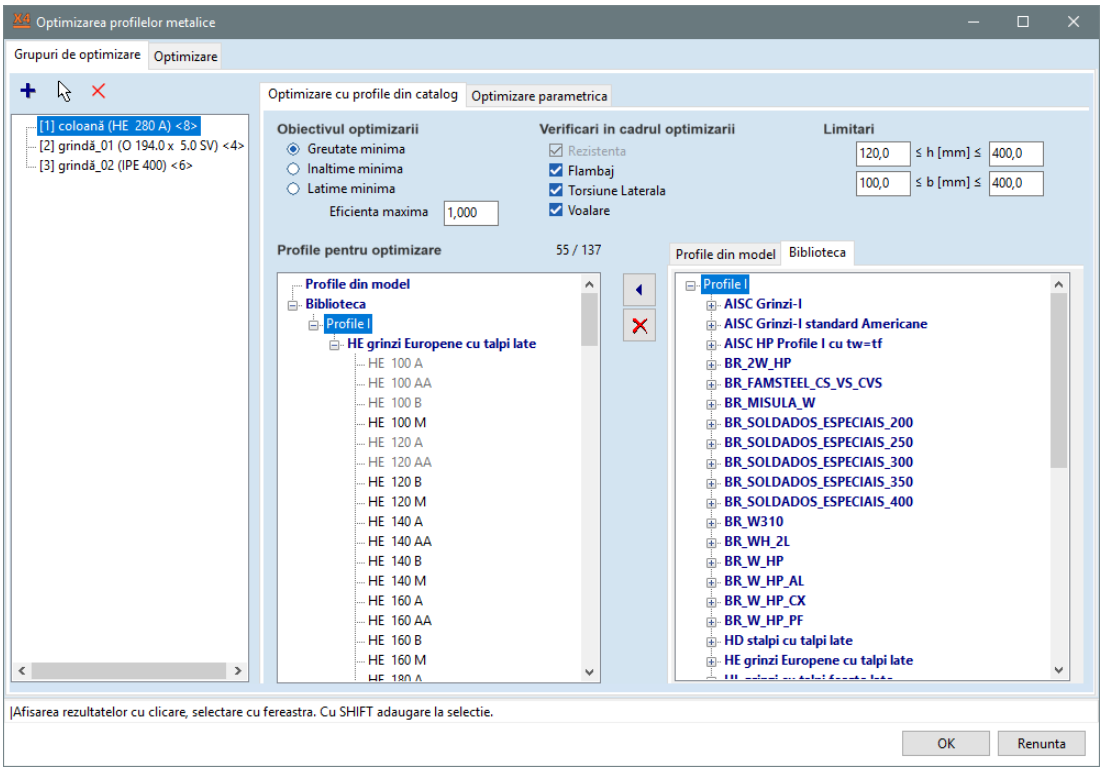
Tipuri de optimizare

Sunt două căi în determinarea şirului de secţiuni verificate. *Optimizare din secţiuni predefinite* funcţionează pe un număr dat de profile, în timp ce *Optimizarea parametrică* găseşte secţiunea optimă dintre o gamă de parametri geometrici.

Optimizare din secţiuni predefinite

Această metodă găseşte secţiunea optimă dintr-un număr dat de secţiuni predefinite. Secţiunile predefinite pot fi alese din catalog sau din model. Secţiunile optimizate trebuie să aibe acelaşi tip de profil ca şi secţiunile iniţiale ale grupului.

Gama profilelor de optimizare poate fi redusă prin setarea *Constrângerilor*. Se vor utiliza ca şi profile de optimizare doar acele profile care se încadrează în limitele de înălţime şi lăţime (celelalte profile vor apărea dezactivate)



Dacă un grup conţine mai multe elemente deja dimensionate, toate elementele vor fi verificate. Elementele sunt verificate pe toată lungimea lor. Nu vor fi verificate toate sectiunile de optimizare. Programul va analiza doar acele secţiuni care sunt necesare pentru un optim global.

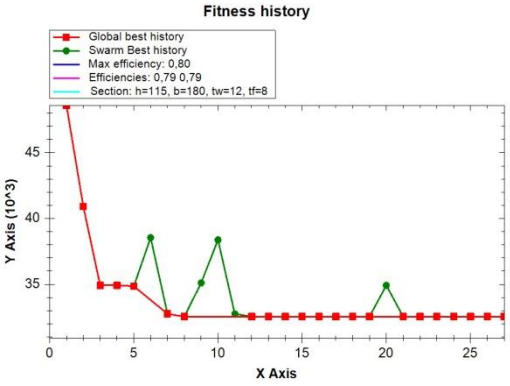
Optimizare parametrică

Această metodă găseşte secţiunea optimă dintre o gamă de parametri geometrici.

Există şi se utilizează multipli algortitmi diferiţi de căutare pentru optimizarea structurilor în cadre. Datorită neliniarităţii problemei şi numărului mare de optime locale este greu să se găsească un optim global prin matematică pură. Este şi mai greu dacă optimizarea trebuie să efectueze şi verificări de stabilitate pe lângă verificările de rezistenţă.

AxisVM utilizează optimizarea Particle Swarm Optimization (PSO), o metodă stocastică de calcul pentru găsirea optimului. Este un algoritn evolutiv dezvoltat în anii 1990.

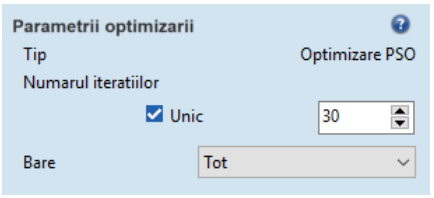
Procesul PSO rulează pentru un număr dat de iteraţii şi datorită naturii sale stocastice poate găsi multiple optime locale. Numărul iteraţiilor este determinat de program prin încercarea de a balansa timpul de rulare şi cartografierea maximă posibilă a spaţiului de căutare. În plus, dacă algoritmul nu găseşte nici o schimbare în rezultate după o lungă perioadă îşi asumă că este optimul global şi abandonează. În modul multiprocesor spaţiul de căutare este partiţionat între nuclee.



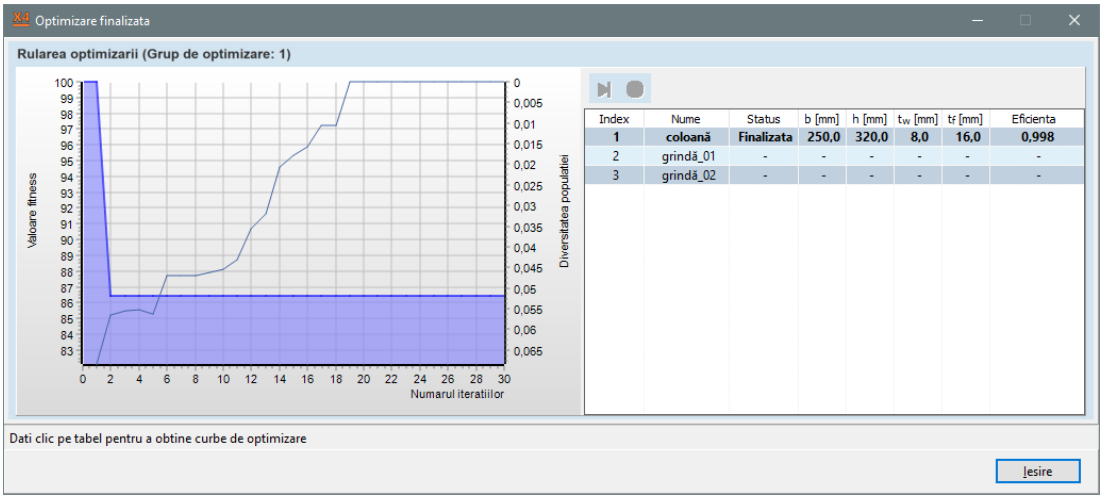
X reprezintă numărul de iteraţii,
Y reprezintă valoarea funcţiei obiective

Algoritmul estimează numărul necesar de iterații și selectează metoda de optimizare. Poate fi o căutare simlă liniară sau o optimizare PSO. Decizia este bazată pe parametrii: (2) dimensiunea spațiului de căutare, (2) dimensiunea pasului de iterare, (3) numărul parametrilor fixați, (4) obiectul optimizării, (5) mod pe un singur sau mai multe nuclee (vezi Opțiuni */ Preferințe / Analiză*) (6) numărul de bare luate în considerare (toate sau *x%* din barele cele mai eficiente). Reducând numărul barelor luate în considerare sporește viteza de calcul dar diminuează precizia. Acest lucru este util în cazul în care grupurile de optimizare sunt compuse din multiple elemente cu eficiențe diferite și eficiența rezultă dintr-o verificare în optimizare.

În cazul omptimizării PSO utilizatorul poate defini *Numărul de iterații,* prin bifarea opțiunii *Personalizat.*



Calculul poate începe o căutare paralelă utilizând toate nucleele procesorului avansând mai repede în spațiile de căutare. O diagramă uzuală pentru procesul de căutare arată astfel:



Linia albastră arată scăderea diversității pe o scară inversă, graficul umplut reprezintă valoare de potrivire în procentul inițial. (cu cât este mai mic, cu atât este mai bine). Dacă valoarea de potrivire nu se schimbă prin multe iterații iar diversitatea este mică putem accepta rezultatul actual prin trecere la optimizarea următorului grup sau apăsând tasta Esc pentru a ieși din optimizare.

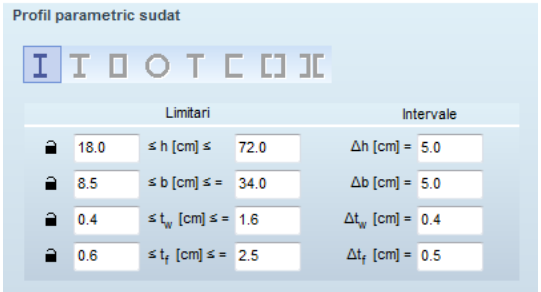
Trecerea la următorul grup Oprește optimizarea grupului actual și trece la următorul grup. Starea actuală se consideră a fi rezultatul.

Oprirea optimizării Oprește optimizarea. Starea actuală pentru fiecare grup se consideră a fi rezultatul. Este același lucru cu apăsarea tastei Esc.

Avantajul și dezavantajul acestui algoritm este natura sa stocastică. Rularea optimizării de mai multe ori pentru aceeași problemă poate duce la diferite rezultate. Aceasată tendință este mai pronunțată în spații mai mari de căutare. Pentru spații de căutare mici ca țevile cu o gamă restrânsă de dimensiuni este efectuată o căutare simplă liniară (analizând toate profilele pentru găsirea celei potrivite).

Pot fi definite constrângeri și incremente în parametrii secțiunii. Printr-un clic pe lacăt se blochează parametri la valoarea inițială. Pentru setarea unui parametru la o valoare dorită, definiți aceeași valoare ca valoare minimă și maximă.

Algoritmul încearcă să găsească o secțiune care este cât se apote de aproape de eficiența maximă și este cea mai apropiată de obiectivul optimizării.

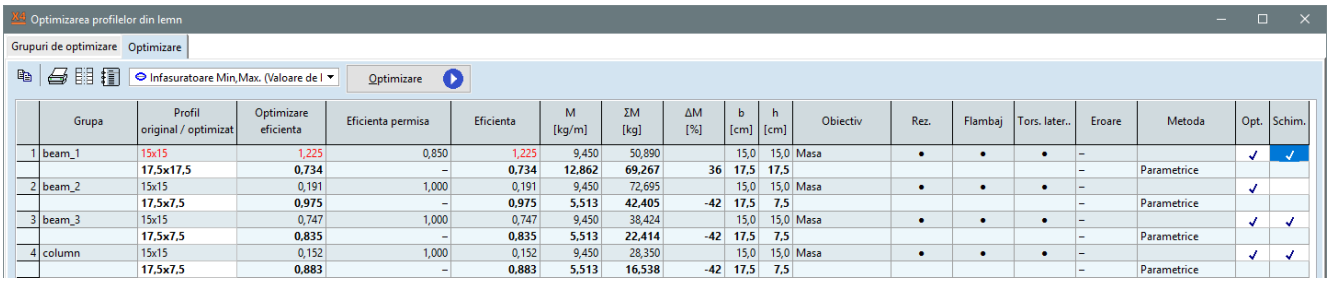


Intervalele prea mari şi/sau incrementele prea mici fac spaţiul de căutare foarte mare, dreapt urmare durata calculului creşte şi/sau scade convergenţa. Drept urmare este importantă setarea intervalelor în jurul valorilor optime estimate.

Dacă un grup de optimizare conţine mai multe elemente, eficienţa grupului va fi egală cu eficienţa cea mai mare a elementelor. Nu este recomandată gruparea elementelor cu diferite lungimi sau eforturi în acelaşi grup de optimizare.

Optimizare

După setarea proprietăţilor deschideţi fereastra *Optimizare* pentru rularea optimizării pentru ipoteza de încărcare, combinaţia, înfăşurătoarea sau combinaţia de dimensionare.



	Grupa	Profil original / optimizat	Optimizare eficienta	Eficienta permisa	Eficienta	M [kg/m]	ΣM [kg]	ΔM [%]	b [cm]	h [cm]	Obiectiv	Rez.	Flambaj	Tors. later..	Eroare	Metoda	Opt.	Schim.
1	beam_1	15x15	1,225	0,850	1,225	9,450	50,890		15,0	15,0	Masa	•	•	•	–		✓	✓
		17,5x17,5	**0,734**	–	**0,734**	**12,862**	**69,267**	**36**	**17,5**	**17,5**					–	Parametrice		
2	beam_2	15x15	0,191	1,000	0,191	9,450	72,695		15,0	15,0	Masa	•	•	•	–		✓	
		17,5x7,5	**0,975**	–	**0,975**	**5,513**	**42,405**	**-42**	**17,5**	**7,5**					–	Parametrice		
3	beam_3	15x15	0,747	1,000	0,747	9,450	38,424		15,0	15,0	Masa	•	•	•	–		✓	✓
		17,5x7,5	**0,835**	–	**0,835**	**5,513**	**22,414**	**-42**	**17,5**	**7,5**					–	Parametrice		
4	column	15x15	0,152	1,000	0,152	9,450	28,350		15,0	15,0	Masa	•	•	•	–		✓	✓
		17,5x7,5	**0,883**	–	**0,883**	**5,513**	**16,538**	**-42**	**17,5**	**7,5**					–	Parametrice		

Tabelul afişează parametrii grupului şi rezultatele optimizării (greutate pe lungime, reducerea greutăţii, lăţimea şi înălţimea). Coloana *Opt.* Poate fi utilzată la controlarea grupului de optimizare.

Dacă optimizarea a fost bazată pe profile predefinite, se poate deschide o listă cu toate profilele verificate şi utilizabile sortate de la cea mai mare eficienţă până la cae mai mică.

Coloana *Înlocuire* controlează care secţiuni vor fi înlocuite. Printr-un clic pe *Înlocuire secţiuni* se vor înlocui secţiunile din grupul respectiv.

☞ ***Optimizarea secţiunilor poate fi o analiză consumatoare de timp în funcţie de intervalul profilelor de optimizare şi dimensiunea grupurilor de profile. Astfel în spaţii mari de căutare nu este recomandată utilizarea metodei AutoMcr pentru calculul flambajului.***

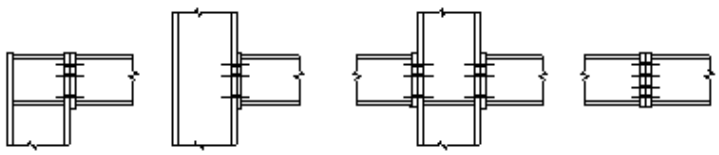
6.6.5. Verificare îmbinare cu şuruburi

Cu ajutorul programului pentru încărcări statice se pot efectua următoarele analize:

- trasare diagramă moment-curbură pentru îmbinare, conform EC3, (Part 1.8 Design of Joints),
- moment încovoietor capabil (MRd) îmbinare,
- rigiditate iniţială ($S_{j,init}$) îmbinare,
- programul se poate utiliza pentru dimensionarea şi verificarea îmbinărilor, conform EC3 şi Msz.

Cu ajutorul programului se pot analiza următoarele îmbinări:

- legătură grindă stâlp colţ de cadru
- legătură grindă stâlp
- legătură grindă-grindă



☞ ***Secţiunile barelor pot fi din profile laminate sau alcătuite prin sudură. Flanşa de capăt este fixată pe talpa profilului stâlpului. Unghiul grinzii trebuie să fie între ± 30°. Secţiunea grinzii trebuie să se încadreze în clasele de secţiune 1, 2 sau 3. Forţa axială din grindă nu poate depăşi 5% din $N_{pl,Rd}$.***
Programul va verifica îndeplinirea acestor condiţii.

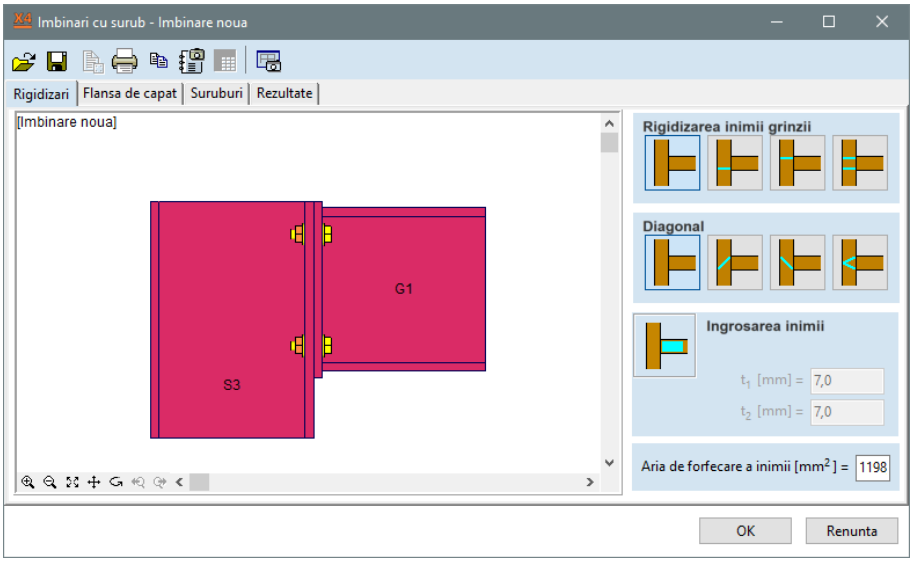
Etapele proiectării

Se selectează grinda şi nodul în care se proiectează îmbinarea.

Se pot selecta mai multe grinzi dacă au aceeaşi secţiune, sunt din material identic, modul de fabricare este asemănător şi stâlpul pe care sunt rezemate este identic.

Se dă clic pe icoaniţa *Calculul îmbinării*.

Se afişează următoarea fereastră de dialog:

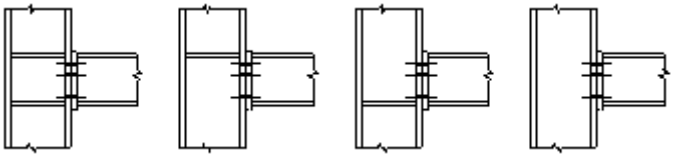


Introducerea parametrilor de proiectare se face în trei paşi.

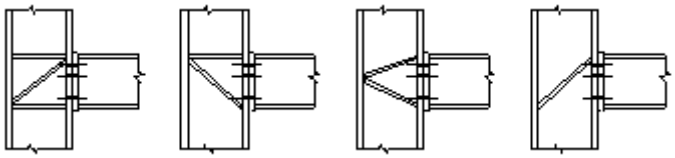
Rigidizări

Rigidizarea îmbinării se poate face cu rigidizări orizontale, oblice şi rigidizări de inimă, crescând astfel momentul capabil al nodului. Rigidizările se pot dispune conform figurilor de mai jos:

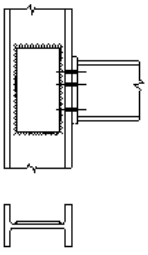
Rigidizări orizontale



Rigidizări oblice



Rigidizări de inimă

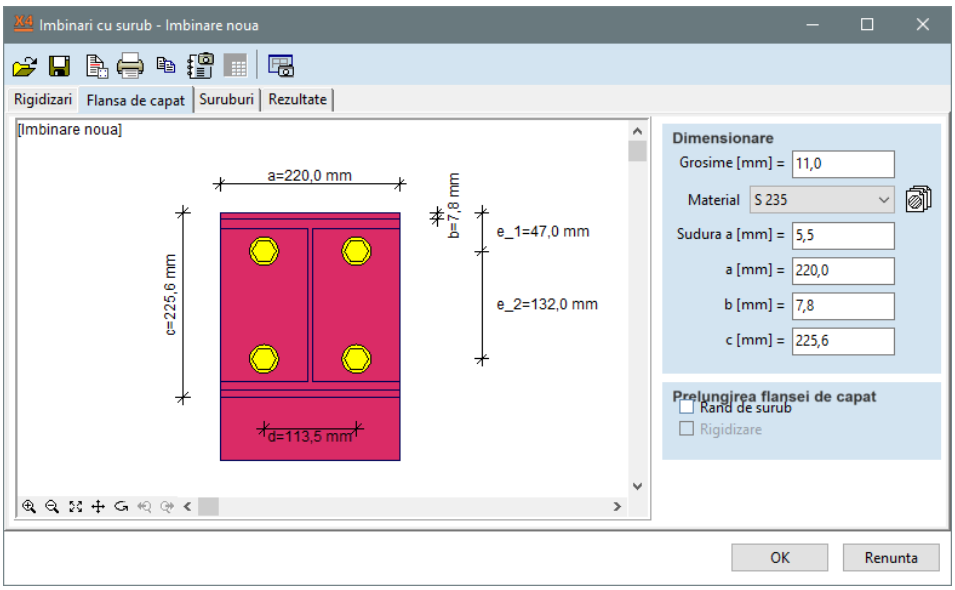


Grosimea rigidizărilor se poate modifica cu ajutorul parametrilor t_1 şi t_2.

Aria de forfecare a inimii

Aria de forfecare a inimii este determinată inclusiv cu rigidizarea de inimă. Prin reducerea ariei se poate conta pe reducerea secţiunii din cauza găurilor pentru şuruburi.

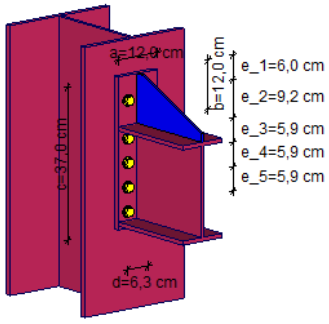
Flanşa de capăt



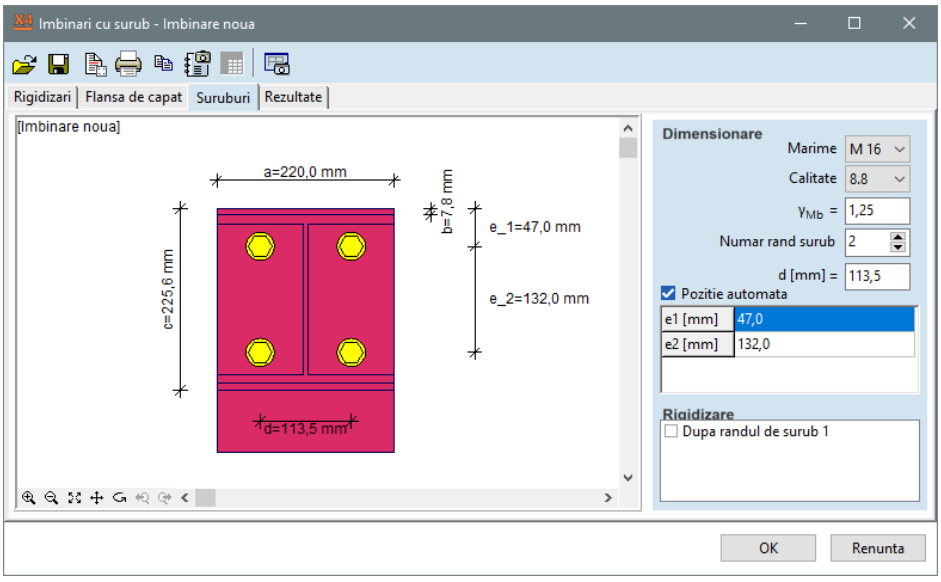
Pentru flanşa de capăt se pot da următorii parametri:

grosime
material
grosimea ***a*** a sudurii
lăţime (a)
înălţime (c)
distanţa dintre marginea plăcii şi a tălpii superioare a grinzii (b)
rând de buloane pe prelungirea plăcii

Prin modificarea dimensiunii flanşei de capăt se poate aşeza un rând suplimentar de buloane.



Şuruburi



Şuruburile se pot aşeza pe doua rânduri simetrice. Pentru o îmbinare se pot utiliza buloane de aceeaşi dimensiune şi din acelaşi material.

Pentru şuruburi se dau următorii parametri:

diametrul
calitatea
numărul şuruburilor
distanţa dintre cele două coloane de şuruburi (d)

Pentru selectarea opţiunii **Poziţionare automată**, programul aşează rândurile de şuruburi definite de utilizator la distanţe egale, ţinând cont de distanţele minime de la margini şi dintre şuruburi.
Dacă opţiunea **Poziţionare automată** este deselectată, distanţa dintre rândurile de buloane se poate seta manual.

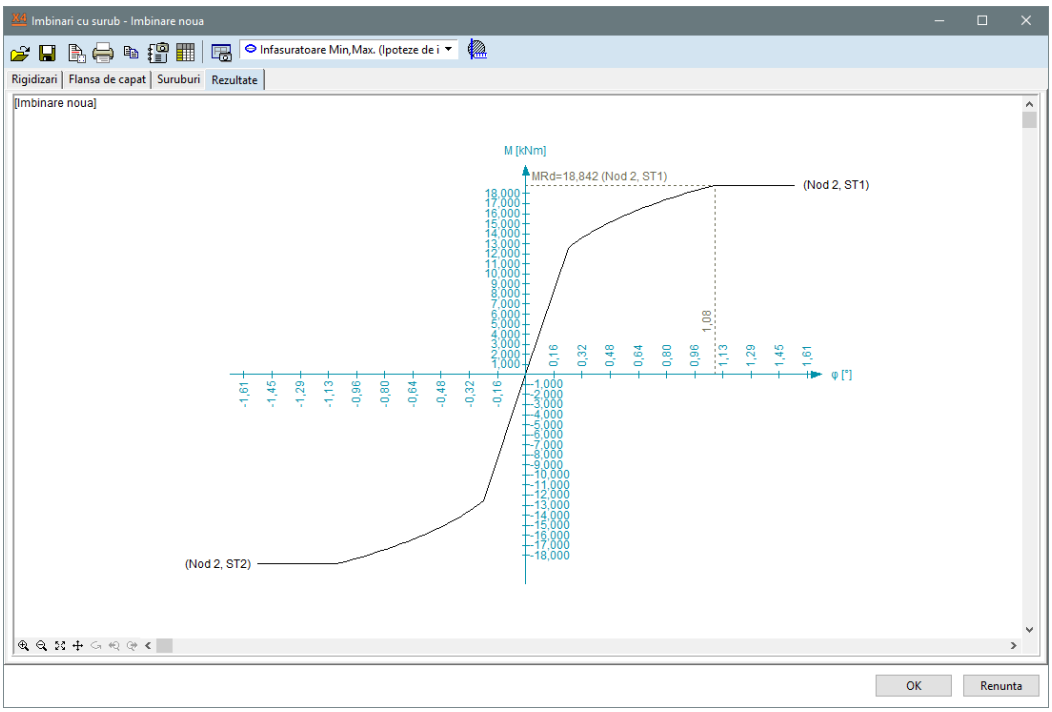
☞ ***Programul afişează mesaj de atenţionare dacă distanţele dintre şuruburi sunt mai mici decât cele prevăzute în standarde.***

Distanţele minime se iau conform:

MSz		**Eurocode**	
între şuruburi	3d	între şuruburi	2,2d
de la capăt pe direcţia forţei	2d	de la capăt pe direcţia forţei	1,2d
de la capăt perpendicular pe direcţia forţei	1,5d	de la capăt perpendicular pe direcţia forţei	1,2d

Rezultate *Făcând clic pe pagina **Rezultate**, programul calculează*:

diagrama de moment-rotire,
momentul capabil (M_{rD}) al îmbinării,
rigiditatea iniţială ($S_{j,init}$) a îmbinării.



☞ ***Programul afişează mesaj de atenţionare dacă momentul încovoietor capabil este mai mic decât momentul încovoietor de dimensionare.***

Programul ţine cont la dimensionarea îmbinării de:

forţa axială,
forţa tăietoare,
momentul încovoietor.

Pentru fiecare ipoteză sau combinaţie de încărcări, momentul încovoietor capabil M_{rD} este diferit. Condiţia $M_{rD} \geq M_{sd}$ trebuie să fie satisfăcută pentru fiecare ipoteză sau combinaţie de încărcări.

Bara de instrumente

Încărcarea îmbinării salvate anterior.

Salvarea îmbinării cu parametrii definiţi. Ulterior îmbinarea se poate ataşa şi altor bare.

Lista îmbinărilor existente

Imprimarea diagramei vizualizate. **Vezi...** 3.1.12 Imprimare.

Copiere diagrama în memoria rapidă.

Salvare diagramă în biblioteca de imagini.

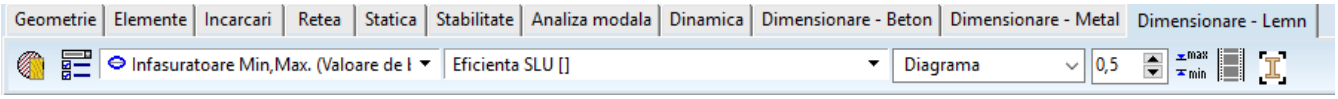
Tabelul conţine următoarele date:
- Numărul nodului
- Numărul barei
- Numărul ipotezei sau al combinaţiei de încărcări
- Momentul încovoietor capabil
- Fişierul de text cu datele de intrare şi rezultate

Salvarea imaginii în bibliotecă

Parametri suplimentari (Coeficientul de majorare a ipotezei seismice, f_{se}, **vezi...** 4.10.23 Calculul seismului – modul SE1)

6.7. Proiectare elementelor din lemn

6.7.1. Verificarea barelor de lemn conform Eurocode 5 – modul TD1

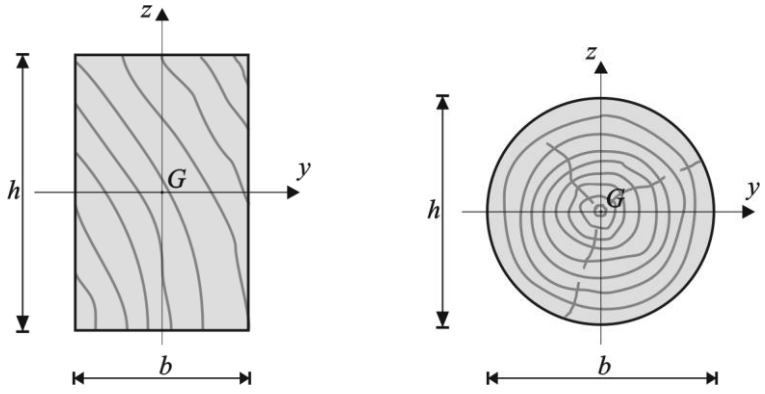


Verificarea barelor de lemn (EN 1995-1-1:2004)

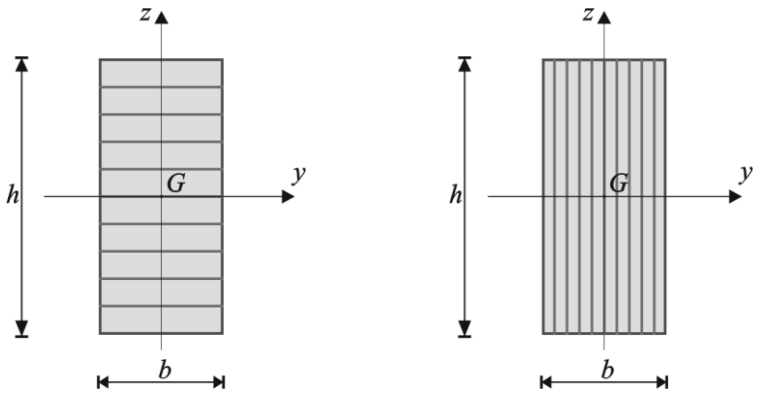
Eurocode 5 (în continuare EC5) a fost dezvoltat în Uniunea Europeană şi în mai multe ţări membre. Se aplică având caracter informativ, iar în alte ţări se aplică în paralel cu standardele naţionale.

Modulul se poate utiliza pentru următoarele secţiuni şi materiale:

a) Dreptunghi (lemn cu secţiune plină, lemn lamelar incleiat (Glulam), LVL, altele)
b) Secţiune circulară plină



secţiune plină



Glulam LVL

☞ ***Dimensionarea (verificarea) elementelor de lemn se poate efectua pentru ipoteze de încărcare, combinaţii de încărcări definite în tabelul combinaţiilor de încărcări, diagrame înfăşurătoare şi combinaţii de dimensionare. Dacă sunt definite grupe de încărcări cu ipoteze de încărcare, dimensionările (verificările) sunt efectuate pentru combinaţiile ULS generate.***

Caracteristici materiale

În baza de date a programului au fost introduse datele standardizate pentru lemnul cu secţiune plină, Glulam şi LVL. Clasificarea lemnului cu secţiune plină se face conform EN 338 iar pentru Glulam conform EN 1194.

Rezistenţe caracteristice	**Notare**
Încovoiere	$f_{m,k}$
Întindere paralelă cu fibre	$f_{t,0,k}$
Întindere perpendicular pe fibre	$f_{t,90,k}$
Compresiune paralelă cu fibre	$f_{c,0,k}$
Rezistența la compresiune perpendiculară pe grindă în direcția y	$f_{c,90,k,y}$
Rezistența la compresiune perpendiculară pe grindă în direcția z	$f_{c,90,k,z}$
Forfecare în direcţia axei y*	$f_{v,k,y}$
Forfecare în direcţia axei z *	$f_{v,k,z}$
**Pentru lemne cu secţiune plină şi Glulam* $f_{v,k,z}= f_{v,k,y}= f_{v,k}$	

Rigidităţi	**Notare**
Valoarea medie a modulului de elasticitate paralel cu fibre	$E_{0,mean}$
Valoarea medie a modulului de elasticitate perpendicular pe fibre	$E_{90,mean}$
Valoarea modulului de elasticitate paralel cu fibrele cu pragul de 5%	$E_{0,05}$
Valoarea medie a modulului de elasticitate transversal	G_{mean}

Densitate	**Notare**
Valoarea caracteristică a densităţii	ρ_k
Densitatea medie	ρ_{mean}

Factor parţial	**Notare**
Coeficientul de siguranţă a materialului	γ_M

Factor de dimensiune	*Notare*
Pentru lemn LVL	*s*

Clasa lemnului

Elementele de lemn se vor clasifica după utilizare. Clasele se pot defini odată cu definirea barelor de lemn. **Vezi...** 4.9.9 Elemente liniare

Clasele sunt următoarele (EN 1995-1-1, 2.3.1.3):
Clasa 1, elemente la care umiditatea relativa de 65% pentru 20˚C nu este depaşită mai mult de o durată de câteva săptămâni pe an,
Clasa 2, elemente la care umiditatea relativa de 85% pentru 20˚C nu este depaşită mai mult de o durată de câteva săptămâni pe an,
Clasa 3, elemente la care umiditatea relativa este peste elementele din clasa 2.

În funcţie de clasa definită se vor modifica şi caracteristicile de calcul al lemnului.

Clasa de durata a încărcării

Pentru dimensionarea elementelor de lemn este necesară durata încărcării. Dacă modelul conţine elemente de lemn se poate defini durata încărcării.
Vezi... 4.10.1 Ipoteze şi grupuri de încărcări

Rezistente de calcul

Rezistenţele de calcul se determină din rezistenţele caracteristice cu relaţiile de mai jos:
pentru $f_{t,90,d}$, $f_{c,0,d}$, $f_{c,90,d}$, $f_{v,d}$ (lemn cu secţiune plină, Glulam, LVL):

$$f_d = \frac{k_{\mathrm{mod}} \cdot f_k}{\gamma_M}$$

pentru $f_{m,d}$ (lemn cu secţiune plină, Glulam, LVL):

$$f_d = \frac{k_{\mathrm{mod}} \cdot k_h \cdot f_k}{\gamma_M}$$

pentru $f_{t,0,d}$ (lemn cu secţiune plină, Glulam):

$$f_d = \frac{k_{\mathrm{mod}} \cdot k_h \cdot f_k}{\gamma_M}$$

pentru $f_{t,0,d}$ (LVL):

$$f_d = \frac{k_{\mathrm{mod}} \cdot k_l \cdot f_k}{\gamma_M}$$

unde,
k_{mod} factor de reducere a rezistenţei (EN 1995-1-1, 3.1.3)
k_h coeficient de formă a secţiunii pentru creşterea rezistenţei (EN 1995-1-1, 3.2, 3.3, 3.4)
k_l coeficient de formă a secţiunii pentru creşterea rezistenţei (EN 1995-1-1, 3.4)
f_k valoarea caracteristică a rezistenţei
γ_M coeficientul de siguranţă a materialului (EN 1995-1-1, Tabel 2.3)

Factorul k_h

Valorile caracteristice a rezistenţelor $f_{m,k}$ şi $f_{t,0,k}$ au fost determinate pentru secţiuni de referinţă. În cazul elementelor cu secţiune plină sau Glulam, dacă dimensiunea secţiunii este mai mică decât cea de referinţă, se aplică un coeficient de majorare după cum urmează:

Secţiune plină: $k_h = \min\left\{\left(\frac{150}{h}\right)^{0,2}; 1,3\right\}$ (dacă $\rho_k \le 700$ kg/m^3)

Glulam: $k_h = \min\left\{\left(\frac{600}{h}\right)^{0,1}; 1,1\right\}$

Dacă în cazul LVL dimensiunea secţiunii diferă faţă de valoarea de referinţă, atunci se va aplica un factor după cum urmează:

LVL: $k_h = \min\left\{\left(\frac{300}{h}\right)^{s}; 1,2\right\}$ (unde *s* este coeficientul pentru dimensiune)

h înălţimea secţiunii în mm.
Înălţimi de referinţă:
- lemn cu secţiune plină: 150 mm

- Glulam: 600 mm
- LVL: 300 mm

Factorul k_l

Valorile caracteristice a rezistenţelor $f_{t,0,k}$ pentru LVL au fost determinate pentru lungimi de referinţă. Dacă lungimea barei difera faţă de cea de referinţă se aplică un coeficient după cum urmează:

$$k_l = \min\left\{\left(\frac{3000}{l}\right)^{\frac{s}{2}};1{,}1\right\}$$ (unde *s* este coeficientul pentru dimensiune)

l lungimea barei în mm.
Lungimea de referinţă: 3000 mm

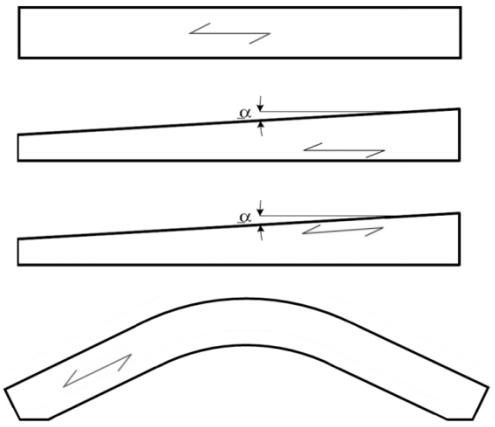
Valorile de calcul a rigidităţiilor

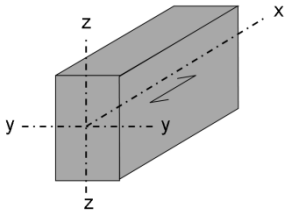
Tipul analizei	Modul (SLS)	Modul (ULS)
De ordinul I, elastic liniar	$E_{mean.fin} = \frac{E_{mean}}{(1+k_{def})}$	$E_{mean.fin} = \frac{E_{mean}}{(1+\psi_2 k_{def})}$
	$G_{mean.fin} = \frac{G_{mean}}{(1+k_{def})}$	$G_{mean.fin} = \frac{G_{mean}}{(1+\psi_2 k_{def})}$
De ordinul II, elastic liniar	$E_d = \frac{E_{mean}}{\gamma_M}$	$E_d = \frac{E_{mean}}{\gamma_M}$
	$G_d = \frac{G_{mean}}{\gamma_M}$	$G_d = \frac{G_{mean}}{\gamma_M}$
Vibraţii	E_{mean} , G_{mean}	E_{mean} , G_{mean}

Pentru siguranţă se foloseşte ψ_2 = 1,0.

Ipoteze de dimensionare

- Secţiunile nu sunt slăbite.
- Secţiunea este constantă (dreptunghi, cerc) sau liniar variabilă (dreptunghi cu înălţime variabilă).
- Fibrele sunt paralele cu axa locala x a barei. Dacă grinda este cu secţiunea variabilă fibrele sunt paralele cu muchia inferioară sau superioară.
- În cazul barelor încovoiate planul dominant pentru incovoiere este planul x-z
- Pentru incovoiere axa y să fie mai puternică ($I_y \geq I_z$).
- În cazul Glulam straturile sunt paralele cu axa locală y a secţiunii
- În cazul LVL straturile sunt paralele cu axa locala z a secţiunii.





Analize

Forţa axială-Încovoiere [N-M]	(EN 1995-1-1, 6.2.3, 6.2.4)
Forţa axială-Încovoiere -Stabilitate (în plan) [N-M-Stab.]	(EN 1995-1-1, 6.3.2)
Forţa axială-Încovoiere -Răsucire [N-M]	(EN 1995-1-1, 6.3.3)
Forfecare /y -Torsiune /x [V_y-T_x]	(EN 1995-1-1, 6.1.7, 6.1.8)
Forfecare /y -Forfecare /z -Torsiune /x [V_y- V_z-T_x]	(EN 1995-1-1, 6.1.7, 6.1.8)
Încovoiere /y – Forfecare /z (întindere perpendicular pe fibre) [M_y-V_z]	(EN 1995-1-1, 6.4.3)

Parametrii calculaţi

$\lambda_{rel,y}$ zvelteţea relativă (*y*) /în planul *z-x* a barei/ []	
$\lambda_{rel,z}$ zvelteţea relativă (*z*) / în planul *y-x* a barei / []	
$k_{c,y}$ (coeficient de reducere a rezistenţei la flambaj(y)) []	(EN 1995-1-1, 6.3.2)
$k_{c,z}$ (coeficient de reducere a rezistenţei la flambaj (z)) []	(EN 1995-1-1, 6.3.2)
k_{crit} (coeficient de reducere a rezistenţei la răsucire) []	(EN 1995-1-1, 6.3.3)
k_h (coeficient de majorare a rezistenţei)	(EN 1995-1-1, 3.2, 3.3, 3.4)
k_{mod} (coeficient de reducere a rezistentei) []	(EN 1995-1-1, 3.1.3)
$\sigma_{t,90,d}$ (întindere perpendicular pe fibre) [N/mm^2]	(EN 1995-1-1, 6.4.3)

Programul furnizează aceste rezultate ca rezultate parţiale.

☞ ***Programul efectuează analizele descrise în acest capitol. Orice altă analiză (acţiunea forţelor transversale, legături etc.) prevăzută în standarde şi normative trebuie să fie efectuată de către utilizatorul programului.***

Forţa axiala - Încovoiere

Forţa axială poate să fie întindere sau compresiune.
Întindere şi încovoiere (EN 1995-1-1, 6.2.3)

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1$$

Compresiune şi încovoiere (EN 1995-1-1, 6.2.4)

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1$$

unde,
k_m = 0,7 pentru secţiune dreptunghiulară
k_m = 1,0 pentru alte secţiuni

Forţa axială-Încovoiere-Stabilitate

(EN 1995-1-1, 6.3.2)

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1$$

unde,

$k_{c,y}$ coeficient de reducere a rezistenţei la flambaj în jurul axei y şi în planul *x-z* a barei (EN 1995-1-1, 6.3.2, (6.25))

$k_{c,z}$ de reducere a rezistenţei la flambaj în jurul axei z şi în planul *x-y* a barei (EN 1995-1-1, 6.3.2, (6.26))

În cazul întinderii în locul $f_{c,0,d}$ se foloseşte $f_{t,0,d}$ şi $k_{c,y}$ = $k_{c,z}$ = 1,0

Forţa axială-Încovoiere-Torsiune

În cadrul verificării se presupune că secţiunea este încărcată în planul *z-x* şi încovoierea se produce în jurul axei *y*. Dacă simultan este încovoiere în jurul axei z şi dacă efortul unitar rezultat din aceaste depăşeşte 3% din $f_{c,0,d}$, se afisează un mesaj de eroare.
Moment încovoietor (EN 1995-1-1, 6.3.3)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} \leq 1$$

Compresiune şi încovoiere (EN 1995-1-1, 6.3.3)

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{c,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

Pentru verificarea torsiune cu întinderi şi încovoieri mici, EC5 nu are prevederi.
Întinderea şi încovoierea se verifică cu aproximaţia următoare,

$$\frac{\left|\sigma_{mt,d}\right|}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} \leq 1 \quad \text{unde } \sigma_{mt,d} = \frac{M_d}{W_y} + \frac{N_d}{A} < 0$$

unde,

k_{crit} coeficient de reducere a rezistenţei la flambaj după cum urmează:

$\lambda_{rel,m} \leq 0{,}75$	$k_{crit} = 1{,}0$
$0{,}75 < \lambda_{rel,m} \leq 1{,}4$	$k_{crit} = 1{,}56\text{-}0{,}75\,\lambda_{rel,m}$
$\lambda_{rel,m} \leq 0{,}75$	$k_{crit} = 1/\lambda^2_{rel,m}$

Forfecare-Torsiune (Răsucire)

EC5 nu are prevederi pentru forfecare şi torsiune simultană.
Se vor utiliza prevedrile standardului DIN EN 1995-1-1/NA:2010.

Forfecare(*y*), Forfecare(*z*) şi torsiune (răsucire)

$$\max\left[\frac{\tau_{v,y,d}}{f_{v,d}}; \frac{\tau_{v,z,d}}{f_{v,d}}; \frac{\tau_{tor,d}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{v,y,d}}{f_{v,d}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{v,z,d}}{f_{v,d}}\right)^2\right] \leq 1$$

unde,

k_{shape} este coeficientul de forma secţiunii:

Pentru secţiune circulară k_{shape} = 1,2

Pentru secţiune dreptunghiulară $k_{shape} = \min\{1 + 0{,}15h/b; 2{,}0\}$

Încovoiere-forfecare

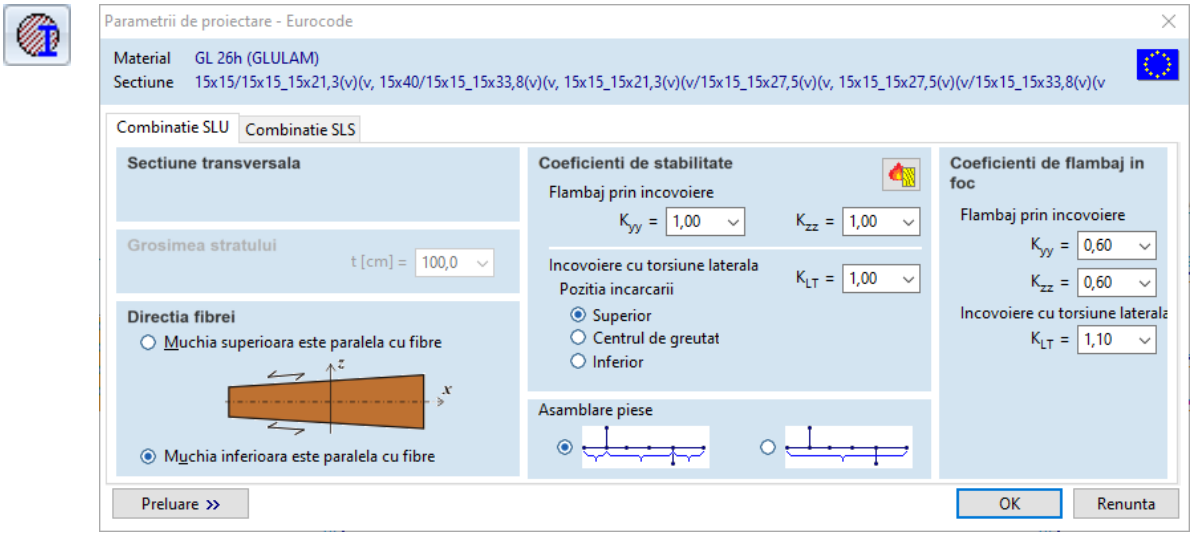
Pentru arce programul determină efortul unitar maxim de întindere perpendicular pe fibre şi determnină eficienţa pentru acest vârf de tensiune după cum urmează:
Încovoiere(y) – Forfecare(z) (EN 1995-1-1, 6.4.3.)

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} + \frac{\sigma_{t,90,d}}{k_{dis} \cdot k_{vol} \cdot f_{t,90,d}} \leq 1 \quad \text{unde,}$$

k_{dis} coeficient care ţine seama de distribuţia tensiunii (k_{dis}=1,4 pentru arce).
k_{vol} factor de volum.

Definirea parametrilor de proiectare

Conform EC5 pentru dimensionarea elementelor se dau următorii parametri de proiectare:



Grosimea stratului

Pentru elemente de lemn lamelar incleiat se poate defini grosimea stratului de lemn.

Direcţia fibrelor

Pentru secţiunile variabile direcţia poate fi paralelă cu muchiile inferioare sau superioare în funcţie de poziţia barei. Muchia superioară este muchia din direcţia pozitivă a axei z.

Parametri pentru stabilitate

Stabilitate

K_y, **K_z**: coeficienţii de flambaj conform axelor ***y***, şi ***z***.

$$K_y = \frac{l_{ef,y}}{l} \qquad K_z = \frac{l_{ef,z}}{l}$$

unde,
l lungimea de calcul
$l_{ef,y}$ şi $l_{ef,z}$ lungimile de flambaj pentru axele y şi z .
($l_{ef,y}$ lungimea de flambaj pentru flambajul în planul *x-z*)
($l_{ef,z}$ lungimea de flambaj pentru flambajul în planul *x-y*)

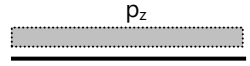
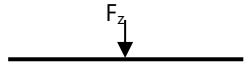
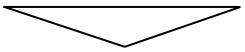
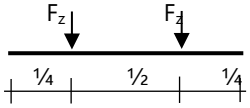
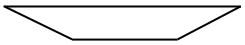
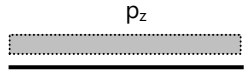
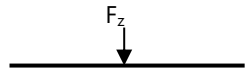
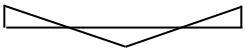
Răsucire

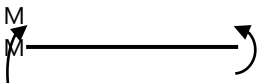
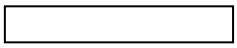
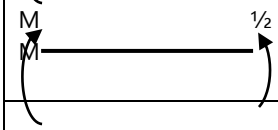
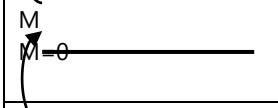
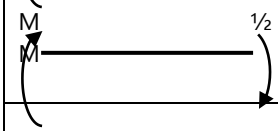
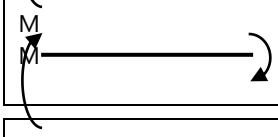
K_{LT}: coeficient de răsucire pentru axa **z**.

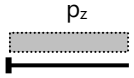
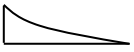
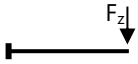
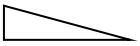
$$K_{LT} = \frac{l_{ef}}{l}$$

unde,
l lungimea de calcul.
l_{ef} lungimea de răsucire pentru axa ***z***.
Dacă încărcarea nu acţionează în centrul de greutate a secţiunii, lungimea se determină în modul următor:
- dacă încărcarea acţionează pe muchia comprimată, atunci valoarea l_{ef} este majorată cu $2h$
- dacă încărcarea acţionează pe muchia întinsă, atunci valoarea l_{ef} este redusă cu $0{,}5h$

Valori pentru factorul ***K_{LT}*** .
(Vezi EN 1995-1-1, Tabelul 6.1)

Modul de încărcare (direct)	Distribuţia momentului M_y între două rezemări laterale	Natura rezemării laterale (în planul x-y)
		0,9
		0,8
		0,96
		0,42
		0,64

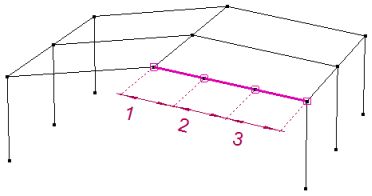
Modul de încărcare (indirect)	Distribuţia momentului M_y între două rezemări laterale	Natura rezemării laterale (în planul x-y)
		1,0
		0,76
		0,53
		0,37
		0,36

Modul de încărcare (consola)(încărcare directă)	Distribuţia momentului M_y	Natura rezemării laterale (în planul x-y)
		0,5
		0,8

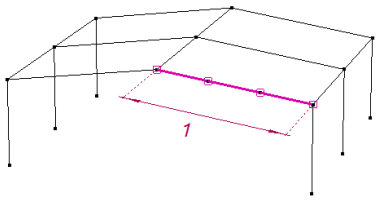
Asamblare piese

Având în vedere că analiza structurii se efectuează cu metoda elementului finit, iar dimensionarea şi verificarea se face pentru elementele de structură, este necesar ca elementele finite să fie asamblate în elemente de structură. Elementul de structură poate conţine un număr arbitrar de elemente finite. Elementele finite grupate în elementele structurale trebuie să satisfacă următoarele condiţii: să fie din acelaşi material, secţiunea şi sistemul local de coordonate să fie identică, iar elementele finite să fie coliniare. Respectarea acestor condiţii vor fi verificate de către program.
Pentru definirea punctelor de capăt ale elementelor structurale există două posibilităţi:

Elementele structurale vecine sunt împărţite de elementele conectate în nodurile elementelor selectate.

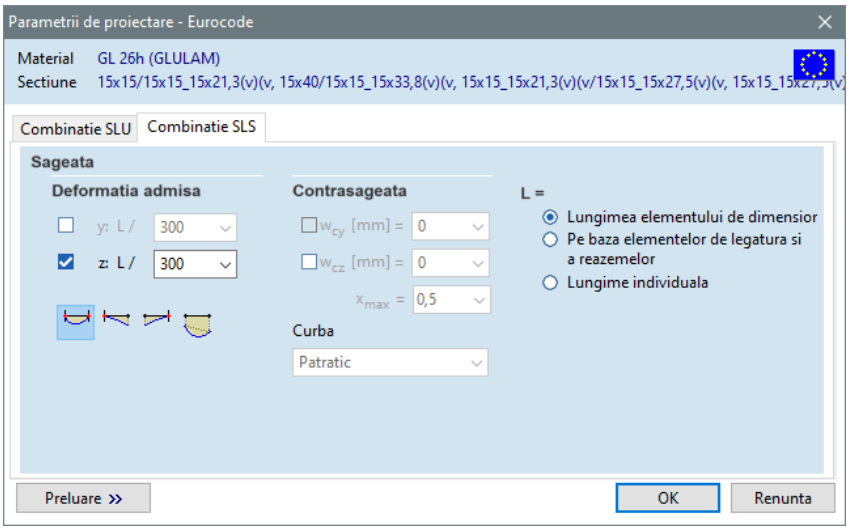


Elementele selectate formează un singur element structural care este independent de celelalte elemente conectate în noduri.



SLS (starea limită de serviciu)

Parametrii pentru verificările stării limită de serviciu (SLS) pot fi setați în fila SLS din fereastra de Parametri proiectare. Programul verifică săgeata grinzilor.



☞ ***Programul verifică săgeata finală (ufin). La determinarea deformațiilor, efectul curgerii lente este luat în considerare pe întreaga încărcare (în fiecare combinație de încărcare SLS) prin utilizarea parametrului kdef al fiecărei bare.***

☞ ***Dacă combinațiile de încărcare critică sunt generate automat, programul efectuează verificări SLS în combinațiile de încărcare cvazipermanente.***

Săgeţile pot fi verificate în funcţie de direcţiile axei locale z sau y ale elementului de lemn de proiectat. Verificarea în fiecare direcţie poate fi activată sau dezactivată bifând caseta din faţa valorilor limită. Valorile limită de săgeată se stabilesc în funcţie de lungimea (L) detaliată mai jos.

Săgeţile pot fi luate în considerare în mai multe moduri: bazate pe deplasările reale sau pe baza deplasărilor relative la stânga, doar la dreapta sau la ambele puncte finale ale membrului de proiectare.

Lungime (L) Săgeata unui element și săgeata limită (de ex. L / 300) se bazează pe una dintre următoarele valori de lungime:

Lungimea elementului de proiectat: L este egal cu lungimea elementului de proiectat;

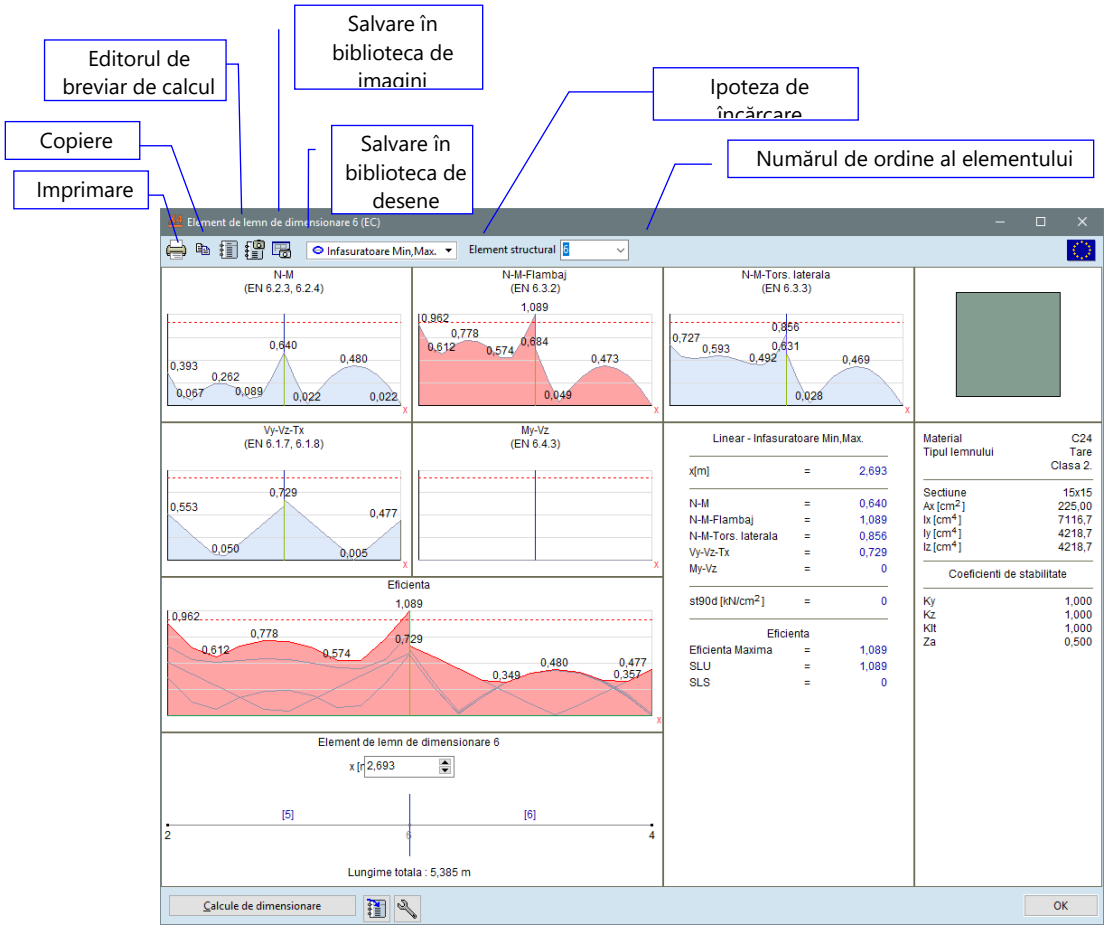
Bazat pe elementele cu care se conectează și reazeme: dacă parametrul *Asamblare elemente de proiectat* din tabelul ULS e setat la prima opțiune, atunci această lungime este egală cu lungimea elementului de proiectat, și astfel este la fel ca lungimea de mai sus. Dacă este setat la a doua opțiune (elementele selectate sunt verificate ca un singur element), atunci programul caută reazeme sau elemente de conectare de-a lungul elementului de proiectat în direcția verificării de săgeată care poate împiedica deformarea elementului și definește segmente între aceste noduri acceptate. Verificarea SLS se efectuează pentru fiecare segment. De exemplu, dacă o grindă lungă de 15 m are stâlpi de susținere la punctele finale și la o treime a barei, programul efectuează verificări SLS pentru primul segment de 5 m și segmentul rămas de 10 m.

Lungime particularizată: orice valoare poate fi definită.

Pre-curbură (arcuire) Pre-curbura poate fi definită pentru elementele de proiectat, unde valorile pre-curbură (w_{cz} și w_{cy}) sunt definite în coordonate locale. Forma pre-curbură poate fi setată cu trei parametri: curbele liniare sau de ordinul II pot fi alese, valoarea maximă (w) și locația sa de-a lungul elementului (xmax) trebuie de asemenea definite. Dacă săgeata se bazează pe deformări efective (de exemplu, doar o secțiune a unei bare este selectată ca element de proiectat), atunci valorile premergătoare sunt constante de-a lungul lungimii. Dacă lungimea L este setată pe lungimea elementului de proiectat sau pe o lungime personalizată, pre-curbura este zero în punctele finale ale elementelor de proiectare. Dacă opțiunea *Bazat pe elementele cu care se conectează și reazeme* e selectată, pre-curbura va fi 0 la capete și la nodurile de rezemare în direcția relevantă.

☞ ***Este important de menționat că valoarea pre-curbură setată aici are efect doar în verificările SLS, reducând săgeata calculată anterior pe baza formei originale.***

Diagrama pe bare Făcând clic pe un element structural se afişează fereastra de dialog cu diagramele rezultatelor şi a eficientelor maxime.
În fereastra de dialog se pot afişa rezultatele pe orice element, în orice secţiune, pentru orice ipoteză sau combinaţie de încărcare. Dacă pentru un profil nu se poate efectua o verificare, se afişează diagrama barată.



Calcule de dimensionare

Documentaţia detaliată a structurii este lansată prin comanda *Calcule de dimensionare*. În această documentaţie vor apărea toate calculele de rezistenţă şi de stabilitate cu formule, valori înlocuite şi referinţe la normative. Printr-un clic pe iconiţă se pot vizualiza şi lista calculele detaliate conform standardului. Referinţele către standard apar în culoarea albastră.

Făcând clic pe iconiţa *Setări* de lângă *Calcule de dimensionare* avem posibilitatea de a seta unităţile de măsură ale lungimilor şi forţelor utilizate în documentaţie. Pentru detalii suplimentare **vezi...** 6.6.2 Verificarea barelor de oţel conform Eurocod 3 – modul SD1

6.7.2. Proiectarea la foc a grinzilor de lemn – modulul TD8

Standards

AxisVM realizează proiectarea lemnului la foc conform mai multor coduri naţionale. În cazul anexelor naţionale ale Eurocodului care nu sunt enumerate mai jos, se iau în considerare normele generale din EN 1993-1-2.

Eurocod	*EN 1995-1-2 Eurocod 5: Proiectarea structurilor din lemn Partea 1-2: General – Proiectare structurală la foc*
EC German	*DIN EN 1995-1-2:2010-12 NA*
EC Unguresc	*MSZ EN 1995-1-2:2013 NA*
EC Românesc	*SR EN 1995-1-2:2004/Ac:2006*
EC Ceh	*CSN EN 1995-1-2/NA 2011*

EC Slovac	*STN EN 1995-1-2:2008/NA:2011*
EC Britanic	*BS EN 1995-1-2:2004 NA*
EC Olandez	*NEN EN 1995-1-2/NB:2016*
EC Finlandez	*SFS-EN 1995-1-2:2004 NA*

Proiectarea la foc a structurilor din lemn conform EN 1995-1-2

Proiectarea grinzilor din lemn la foc (modulul TD8) e bazat pe metoda generală a proiectării grinzilor din lemn (modulul TD1; **vezi...** 6.7.1 Verificarea barelor de lemn conform Eurocode 5 – modul TD1), **astfel modulul TD1 este necesar pentru a utiliza TD8**.
EN 1995-1-2 (EC5-1-2) dezbate proiectarea sstructurilor din lemn la foc. Această secțiune descrie diferențele dintre proiectarea generală și proiectarea la foc.
Proiectarea grinzilor din lemn la foc poate fi realizată în AxisVM dacă 1) combinația de încărcări selectată include un caz de încărcare a focului (**vezi...** 4.10.1 Ipoteze şi grupuri de încărcări) 2) dacă un efect de foc a fost atribuit unuia dintre elementele selectate (**vezi...** 4.10.30 Efect de foc asupra elementelor din lemn - modul TD8) în acel caz de încărcare cu foc. Dacă efecte diferite ale focului au fost atribuite elementelor unui membru de proiectat, proiectarea la foc nu poate fi realizată și un mesaj de eroare va apărea.
Pentru elementele selectate fără efect de foc, se va realiza proiectarea generală a lemnului. Parametrii de proiectare a lemnului la foc trebuie, de asemenea, să fie alocați elementelor (a se vedea mai jos).

Analiza elementelor

EC5-1-2 dezbate diferite metode: analiza elementului, analiza unei părți a structurii șianalzia întregii structuri. Analiza elementului este cea mai răspândită metodă de verificare datorită simplității sale. Analiza unei părți sau a întregii structuri necesită, de regulă, modele numerice neliniare complexe și analize statice neliniare.

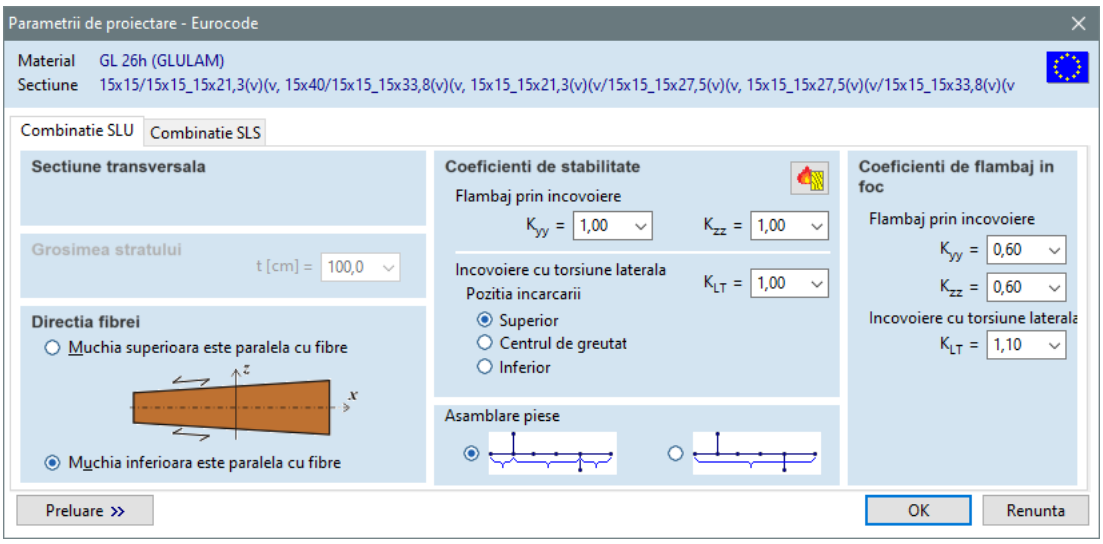
Principiile îndrumătoare ale analizei elementelor conform EC5-1-2:

- Forțele interne ale elementului pot fi calculate cu analize statice liniare;
- Se poate presupune că condițiile de graniță la reazeme sunt constante cu timpul (EC5-1-2, 2.4.2 (4)).

Modulul TD8 efectuează analiza elementelor. Trebuie verificat dacă structura/partea structurală poate fi verificată cu analiza elementelor, în conformitate cu recomandările din EC5-1-2.

Parametrii proiectării lemnului la foc

Proiectarea la foc bazată pe EC5-1-2 necesită parametri de proiectare a focului definiți și alocați membrilor structurilor. Acest buton este disponibil numai dacă 1) modulul TD8 face parte din configurație și 2) codul actual de proiectare acceptă proiectarea lemnului la foc. Butonul adaugă un panou suplimentar în partea dreaptă. Dacă rămâne ascuns, proiectarea la foc nu va fi executată.



Coeficienți de flambaj la foc

Este posibil să definiți diferiți coeficienți de lungime de flambaj la foc, deoarece deformarea elementului este adesea împiedicată de alte elemente care își pot pierde rigiditatea sau rezistența lor într-o perioadă mai scurtă de timp. Definiția/calculul lungimii de flambaj este aceeași ca în cazul proiectării la temperaturi normale.

Metoda secțiunii reduse

EC5-1-2 oferă două metodologii diferite pentru calcularea rezistenței mecanice la foc:

- metoda secțiunii reduse,
- metoda proprietăților reduse.

În software, este implementată metoda secțiunii reduse. Ca o primă etapă, așa-numita adâncime de carbonizare eficientă este calculată în felul următor, utilizând adâncimea de carbonizare noțională ($d_{char,n}$; **vezi...** 4.10.30 Efect de foc asupra elementelor din lemn - modul TD8)

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 d_0$$

unde $d_0 = 7mm$, k_0 este un coeficient.

Secțiunea transversală este redusă cu această adâncime de carbonizare efectivă pe părțile expuse. Această secțiune redusă este numită secțiune transversală eficientă.

Verificări de proiectare la foc

Modulul TD8, similar modulului TD1, efectuează următoarele verificări de proiectare:

Forță axială-Încovoiere [N-M]	*(EN 1995-1-1, 6.2.3, 6.2.4)*
Compresiune-Încovoiere-Flambaj (în plan) [N-M-Flambaj]	*(EN 1995-1-1, 6.3.2)*
Forță axială-Încovoiere-Flambaj lateral torsional [N-M- flambaj LT]	*(EN 1995-1-1, 6.3.3)*
Forfecare (y) – Forfecare (z) - Torsiune (x) [Vy- Vz-Tx]	*(EN 1995-1-1, 6.1.7, 6.1.8)*
Încovoiere /y - Forfecare /z (tensiuni de întindere perp. Pe fibră) [My-V z]	*(EN 1995-1-1, 6.4.3)*

Detaliile calculului sunt prezentate în secțiunea anterioară (**vezi...** 6.7.1 Verificarea barelor de lemn conform Eurocode 5 – modul TD1), observăm astfel doar diferențele din această secțiune:

1. trebuie luate în considerare rezistențe diferite,
2. sunt luați în considerare diferiți parametri de stabilitate.

Calculul rezistenței lemnului

Conform EC5-1-2, rezistența lemnului e calculată în următorul fel:

$$f_{d,fi} = k_{mod,fi} \frac{f_{20}}{\gamma_{M,fi}}$$

$$f_{20} = k_{fi} f_k$$

unde

f_{20} este 20% rezistența fractilă la temperaturi normale

$k_{mod,fi} = 1$ este factorul de modificare pentru foc

k_{fi} e un coeficient, $\gamma_{M,fi}$ e un factor parțial

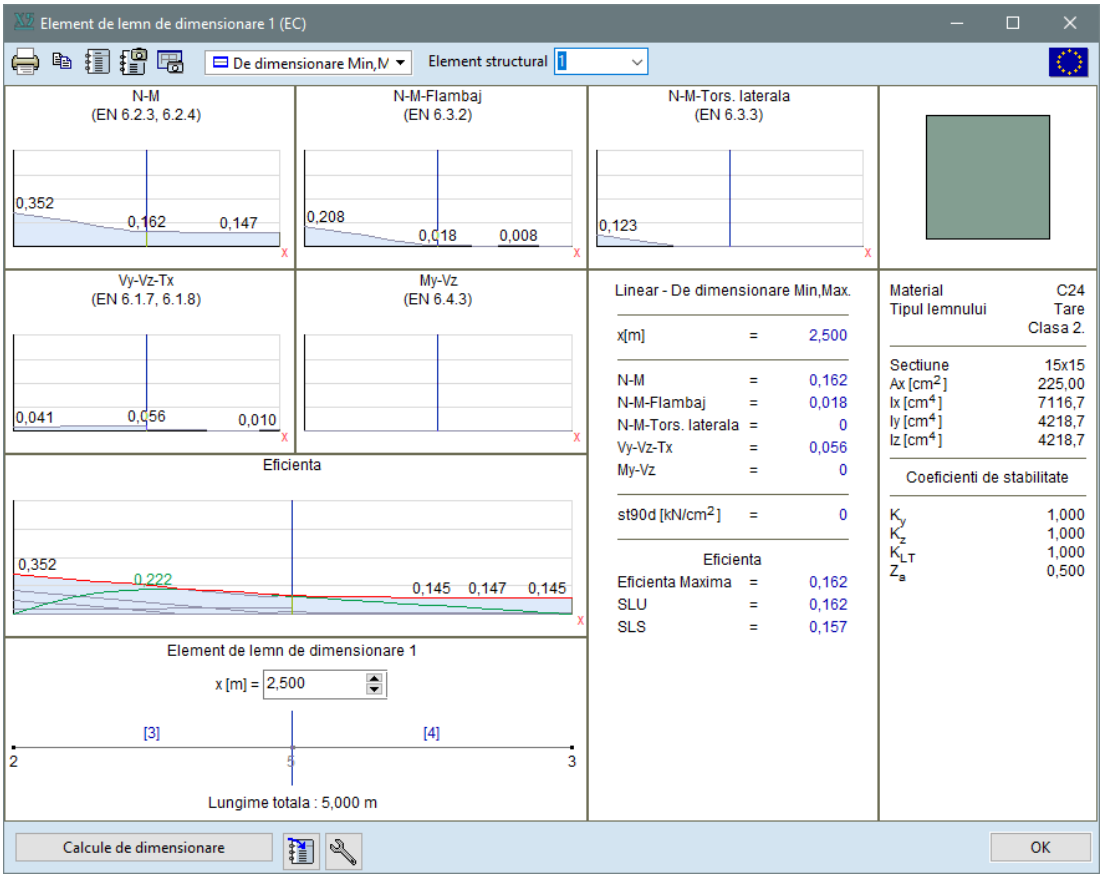
Verificări de stabilitate

Lungimea de flambaj *($K_{y,fi}$ și $K_{z,fi}$)* și coeficientul lungimii de flambaj lateral-torsional *($K_{LT,fi}$)* dat în fereastra *Parametrii de proiectare* sunt folosiți pentru a evalua rezistențele la flambaj și la flambaj lateral torsional.

Diagrame de rezultate

Faceți clic pe un elment de lemn pentru a afișa diagrame pentru toate verificările individuale și înfășurătoarea lor. Rezultatele pentru orice poziție a oricărui membru de lemn în orice caz de încărcare sau combinație pot fi obținute prin setarea x sau prin glisarea liniei de urmărire. Dacă verificarea nu poate fi efectuată cu secțiunea transversală curentă, diagrama este înlocuită cu o cruce.

Dacă combinația selectată sau critică conține cazul de încărcare a focului și proiectarea focului a fost realizată pentru elementul de proiectat selectat, sunt arătați și coeficienții de flambaj la foc și adâncimea de carbonizare.



Calcule proiectare Faceți clic pe butonul *Calcule proiectare* pentru a vedea detaliile proiectării. Calculul poate fi salvat în documentație. În caz de proiectare la foc, sunt prezentate, de asemenea, tipul curbei de foc și adâncimea de carbonizare efectivă.

12. Combinatie SLS

EN 1995-1-1: 2.2.3, 7.2

Combinatie de dimensionare: **[önsúly] {hó} (0,6*szél)**

Sectiunea critica: $x = 0,25 \cdot L = 0,25 \cdot 5000,00 = 1250,00$ mm

$k_{def} = 0,8$

$$w_{net,fin,z} = \left| w_{fin,z} - u_{fin,i,z} \cdot \left(1 - \frac{x}{L}\right) \right| = \left| (-3,97) - (-0,37) \cdot \left(1 - \frac{1250,00}{5000,00}\right) \right| = 3,69 \text{ mm}$$

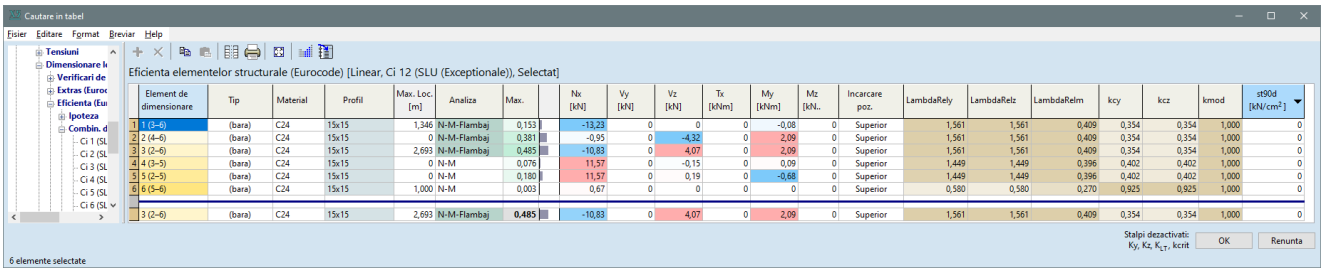
$$w_{limit,z} = \frac{L}{300,0} = \frac{5000,00}{300,0} = 16,67 \text{ mm}$$

$$\eta_{SLS,z} = \frac{w_{net,fin,z}}{w_{limit,z}} = \frac{3,69}{16,67} = 22,2\ \%$$

$\eta_{SLS} = \eta_{SLS,z} = 22,2 = 22,2\ \%$ **se verifica**

Tabel cu rezultate

Printre tabelele cu rezultate de proiectare a lemnului, *Utilizarea la foc* rezumă rezultatele proiectării la foc pentru a ajuta comunicarea cu inginerii de securitate la incendiu.



Optimizarea secțiunii transversale

Dacă este prezent modulul TD9, optimizarea secțiunii de lemn poate fi realizată pentru combinații de încărcări care conțin cazurile de încărcare la foc, respectând regulile de proiectare la foc.

6.7.3. Optimizarea secțiunilor din lemn – modul TD9

Modulul TD9 necesită modulul TD1.

Optimizarea secțiunilor structurilor de lemn face elementele modelate și dimensionate mult mai eficiente prin setarea fină a dimensiunilor profilelor și astfel reducând greutatea structurii.

Optimizarea verifică elementele pentru aceleași eforturi ignorând schimbările de rigiditate a elementelor datorită modificării dimensiunilor. În cazul anumitor structuri recalcularea modelului poate rezulta în schimbări majore de eforturi. În aceste cazuri după multiple optimizări se pot găsi cele mai eficiente soluții.

Optimizarea utilizează parametri de dimensionare setați anterior.

Profilele corespunzătoare pentru optimizare sunt: reptunghi, dreptunghi rotunjit și profil circular. Nu pot fi optimizate secțiuni variabile.

Pentru detalii despre optimizare **vezi...** 6.6.4 Optimizarea secțiunilor metalice – modul SD9

6.8. Dimensionarea domeniilor XLAM – modul XLM

Normative Nu există un normativ valid pentru dimensionarea panourilor XLAM (CLT), prin urmare au fost luate în considerare următoarele standarde, pre-standarde și normative care baza procedurii de dimensionare: EN 1995-1-1, prEN 1995-1, DIN 1052:2004, DIN 1052:2008, GU 14.1.2008.

Caracteristicile materiale Tipurile de materiale pot fi selectate din diferite tipuri de lemn Glulam (ex.: GL24h), în conformitate cu EN 1194.
Dacă se dorește se pot modifica proprietățile materialului în catalogul de materiale asociat modelului.

Valorile caracteristice ale proprietăților materiale	*Notație*
Rezistența la încovoiere	$f_{m,k}$
Rezistența la întindere paralelă cu direcția fibrei	$f_{t,0,k}$
Rezistența la întindere perpendiculară pe direcția fibrei	$f_{t,90,k}$
Rezistența la compresiune paralelă cu direcția fibrei	$f_{c,0,k}$
Rezistența la compresiune perpendiculară pe direcția fibrei *(y)*	$f_{c,90,k,y}$
Rezistența la compresiune perpendiculară pe direcția fibrei *(z)*	$f_{c,90,k,z}$
Rezistența la forfecare în direcția y	$f_{v,k,y}$
Rezistența la forfecare în direcția z	$f_{v,k,z}$
Rezistența la forfecare prin rulare	$f_{r,k}$*

**considerat 1.0 N/mm², indiferent de clasa de rezistență*

Valorile rigidității	*Notație*
Valoarea medie a modulului Young paralelă cu direcția fibrei	$E_{0,mean}$
Valoarea medie a modulului Young perpendiculară pe direcția fibrei	$E_{90,mean}$
Valoarea medie a modulului Young paralel cu direcția fibrei la nivelul de importanță de 0.05	$E_{0,05}$
Valoarea media a modulului de forfecare	G_{mean}
Valoarea media a modulului de forfecare prin rulare	$G_{R,mean}$*

**se consideră $G_{R,mean}$ / G_{mean} = 0,1 holds, indiferent de clasa de rezistență*

Densitate	*Notație*
Densitatea aparentă	ρ_k
Valoarea medie a densității	ρ_{mean}

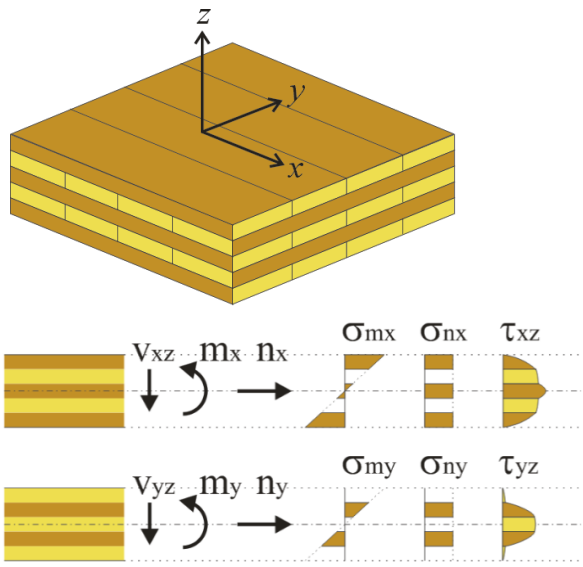
Coeficient parțial de siguranță	*Notație*
Coeficientul parțial de siguranță al materialului	γ_M

Clase de serviciu **Vezi în capitolul** 6.7.1 Verificarea barelor de lemn conform Eurocode 5 – modul TD1

Clasa de durată a încărcării **Vezi în capitolul** 6.7.1 Verificarea barelor de lemn conform Eurocode 5 – modul TD1

Vlorile caracteristice ale rezistenței

Valorile eforturilor sunt determinate independent datorită momentului încovoietor, forței tăietoare și efortului axial.



$\sigma_{mx,t}$ – valoarea relevantă a efortului normal în direcția x din încovoiere la jumătatea de sus a regiunii (latura regiunii asociată cu direcția pozitivă a axei locale z).

$\sigma_{mx,b}$ – valoarea relevantă a efortului normal în direcția x din încovoiere la jumătatea de jos a regiunii (latura regiunii asociată cu direcția negativă a axei locale z).

$\sigma_{my,t}$ – valoarea relevantă a efortului normal în direcția y din încovoiere la jumătatea de sus a regiunii (latura regiunii asociată cu direcția pozitivă a axei locale z).

$\sigma_{my,b}$ – valoarea relevantă a efortului normal în direcția y din încovoiere la jumătatea de jos a regiunii (latura regiunii asociată cu direcția negativă a axei locale z).

σ_{nx} – valoarea relevantă a efortului normal în direcția x din din forțe normale (care apar în traturile pare sau impare în funcție de orientarea definită de utilizator la stratul superior).

σ_{ny} – valoarea relevantă a efortului normal în direcția y din din forțe normale (care apar în traturile pare sau impare în funcție de orientarea definită de utilizator la stratul superior).

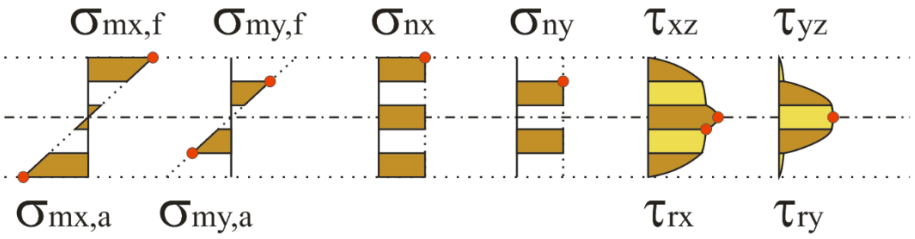
$\tau_{xz,max}$ – valoarea relevantă a forței tăietoare ce acționează în direcția z pe planul al cărei normale este în direcția x.

$\tau_{yz,max}$ – valoarea relevantă a forței tăietoare ce acționează în direcția z pe planul al cărei normale este în direcția y.

$\tau_{rx,max}$ – valoarea relevantă a forței tăietoare de rulare ce acționează în direcția z pe planul al cărei normale este în direcția x.

$\tau_{ry,max}$ – valoarea relevantă a forței tăietoare ce acționează în direcția z pe planul al cărei normale este în direcția y.

- Eforturi dacă orientarea fibrelor în stratul superior coincide cu axul local x



Vloarea de dimensionare a rezistenței

Valoarea de dimensionare a rezistenței poate fi calculată cu formula:

$$f_d = \frac{k_{\mathrm{mod}} \cdot f_k}{\gamma_M}$$

Pentru $f_{c,0,d}$, $f_{c,90,d}$, $f_{v,d}$, $f_{r,d}$:

$$f_d = \frac{k_{sys} \cdot k_{\mathrm{mod}} \cdot f_k}{\gamma_M}$$

Pentru $f_{m,d}$, $f_{t,0,d}$, $f_{t,90,d}$:

unde,

k_{mod} factor de modificare a duratei încărcării și conținutului de umiditate (EN 1995-1-1, 3.1.3)

k_{sys} factor de rezistență a sistemului

f_k valoarea caracteristică a rezistenței

γ_M coeficient parțial de siguranță al materialului (EN 1995-1-1, Table 2.3)

k_{sys} coeficient

$k_{sys} = \min\{1+0{,}025n;1{,}2\}$ (n înseamnă numărul de straturi, și n>1)

Interacțiuni

Effort axial – Moment încovoietor [N-M]
Forfecare /x [Vxz]
Forfecare /y [Vyz]
Forfecare prin încovoiere /x [Vxz]
Forfecare prin încovoiere /y [Vyz]

Effort axial – Moment încovoietor

Valoarea de dimensionare al efortului axial poate fi întindere sau compresiune
Întindere și încovoiere

$$\frac{\sigma_{tx,\max,d}}{f_{t,d}} + \frac{\sigma_{mx,\max,d}}{f_{m,d}} \le 1 \quad , \quad \frac{\sigma_{ty,\max,d}}{f_{t,d}} + \frac{\sigma_{my,\max,d}}{f_{m,d}} \le 1$$

Compresiune și încovoiere

$$\frac{\sigma_{cx,\max,d}}{f_{c,d}} + \frac{\sigma_{mx,\max,d}}{f_{m,d}} \le 1 \quad , \quad \frac{\sigma_{cy,\max,d}}{f_{c,d}} + \frac{\sigma_{my,\max,d}}{f_{m,d}} \le 1 \quad ,$$

Forfecare

Forfecare în direcția x și y

$$\frac{\tau_{xz,\max,d}}{f_{v,d}} \le 1, \quad \frac{\tau_{yz,\max,d}}{f_{v,d}} \le 1$$

Forfecare prin încovoiere

Forfecare prin încovoiere în direcția x și y

$$\frac{\tau_{rx,\max,d}}{f_{r,d}} \le 1, \quad \frac{\tau_{ry,\max,d}}{f_{r,d}} \le 1$$

Această pagină este lăsată intenţionat goală.

7. Programarea sistemului de programe AxisVM – modul COM

Serverul AxisVM COM

Programul AxisVM ca şi multe alte aplicaţii Windows sprijină utilizarea tehnologiei Microsoft COM. Programele care conţin serverul COM se pot accesa standardizat din alte programe pentru utilizarea obiectelor interne. Aplicaţiile externe pot accesa procedurile, funcţiile şi proprietăţile claselor. Cu serverul COM se poate lansa programul AxisVM, se pot genera modele, se pot efectua analize şi se pot utiliza rezultatele.

Aplicaţii specifice:

- Generare şi analiza unui model parametric
- Metode de proiectare iterative
- Dezvoltarea modulelor speciale de dimensionare

Fişierele DLL utilizate de serverul AxisVM COM din subdirectorul *Plugins* sunt incluse automat în meniul *Anexe*. Dacă sunt create alte subdirectoare în directorul *Plugins*, structura meniului se va schimba. Documentaţia necesară pentru programarea COM şi exemplele Delphi, Visual C++ şi Visual Basic se pot descărca de pe pagina web AxisVM (https://axisvm.eu/axisvm_products_programming.html).

Această pagină este lăsată intenţionat goală.

8. AxisVM Viewer şi Viewer Expert

AxisVM Viewer

Programul AxisVM Viewer este un program gratuit pentru vizualizare a modelelor. În program nu se poate modifica modelul şi nu se pot tipări imagini sau documentaţii.

Programul ne dă posibilitatea prezentării modelelor și unde nu este instalat programul AxisVM.

Dacă nu se doreşte ca modelul creat sa fie utilizat de altcineva, modelul se poate salva cu funcţia Fişier/Export în formatul special AxisVM Viewer (*.AXV). Fişierele AXV se pot citi numai cu AxisVM Viewer.

AxisVM Viewer Expert

Cine dispune de AxisVM poate să cumpere Viewer Expert din care se pot imprima imagini, tabele, documente şi se pot cota şi aşeza căsute de texte. Salvarea modificărilor nu este posibilă nici în această versiune.

Această pagină este lăsată intenţionat goală.

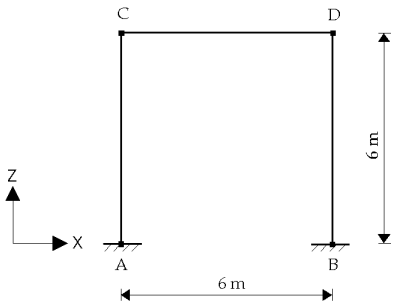
9. Exemple simple

9.1. Cadru plan - analiza statică de ordinul I

Date

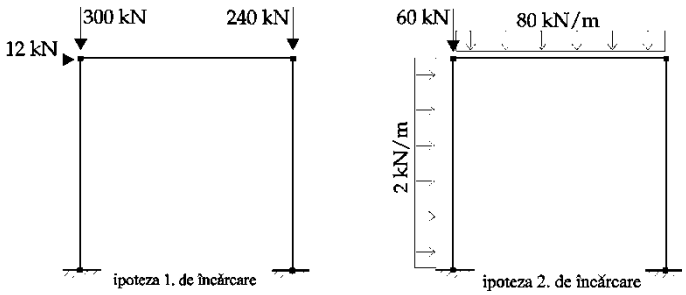
AK-ST-I.axs

Geometria structurii:



material: oţel
profil: I 240

Încărcări:



Rezultate

AK-ST-I.axe

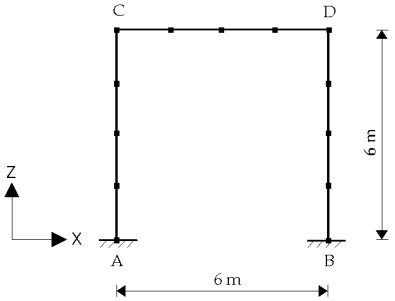
Componenta		Analitic	AxisVM 7.0
ipot.1.	$e_X^{(C)}$ [mm]	17.51	17.51
	$M_y^{(A)}$ [kNm]	-20.52	-20.52
2. te.	$e_X^{(C)}$ [mm]	7.91	7.91
	$M_y^{(A)}$ [kNm]	63.09	63.09

9.2. Cadru plan - analiza statică de ordinul II

Date

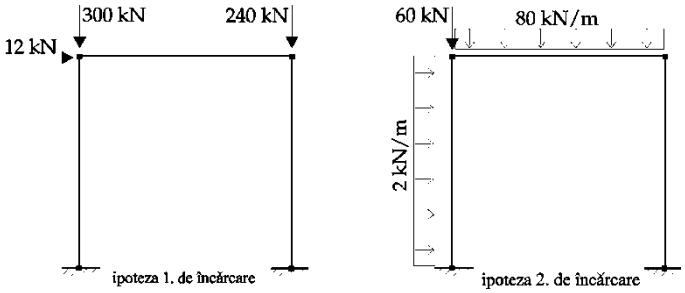
AK-ST-II.axs

Geometria structurii:



material: oţel
profil: I 240

Încărcări:



Rezultate

AK-ST-II.axe

Componenta		Analitic	AxisVM 7.0
1. te.	$e_X^{(C)}$ [mm]	20.72	20.56
	$M_y^{(A)}$ [kNm]	-23.47	-23.40
2. te.	$e_X^{(C)}$ [mm]	9.26	9.22
	$M_y^{(A)}$ [kNm]	66.13	66.25

Verificare

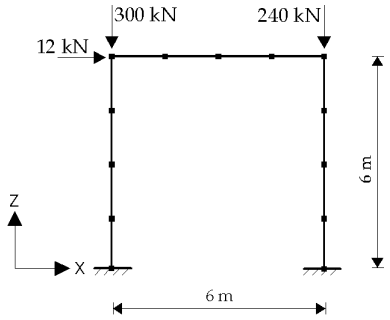
În cazul analizei statice de ordinul II echilibrul structurii este exprimat pe structura deformată

9.3. Cadru plan - analiza de stabilitate

Date

AK-KI.axs

Geometria şi încărcările:

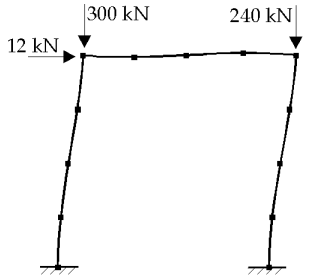


material: oţel
profil: I 240

Rezultate

AK-KI.axe

Forma de pierdere a stabilităţii:



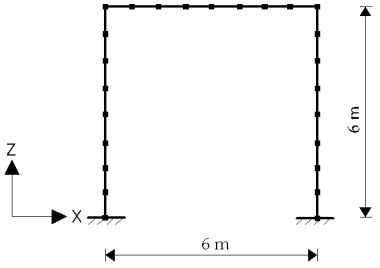
Parametrul critic al încărcării	Cosmos/M™	AxisVM 7.0
n_{kr}	6.632	6.633

9.4. Cadru plan - analiza modală de ordinul I

Date

AK-RZ-I.axs

Geometria structurii:



material: oţel
profil: I 240

Rezultate

AK-RZ-I.axe

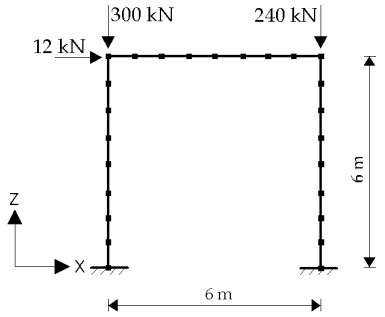
Forma	Frecvenţa [Hz]	
	Cosmos/M™	AxisVM 7.0
1	6.957	6.957
2	27.353	27.353
3	44.692	44.692
4	48.094	48.094
5	95.714	95.714
6	118.544	118.544

9.5. Cadru plan - analiza modală de ordinul II

Date

AK-RZ-II.axs

Geometria şi încărcări:



material: oţel
profil: I 240

Rezultate

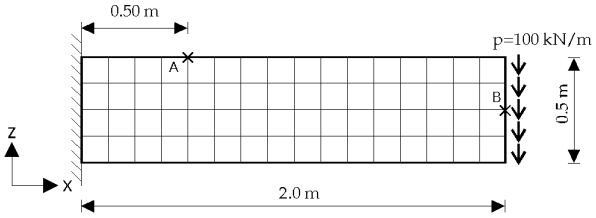
AK-RZ-II.axe

	Frecvenţa [Hz]	
Forma	Cosmos/M™	AxisVM 7.0
1	0.514	0.514
2	11.427	11.426
3	12.767	12.766
4	17.146	17.146
5	27.111	27.109
6	39.458	39.456

9.6. Şaibă - analiza statică de ordinul I

Date

VT1-ST-I.AXS



E=880 kN/cm^2
ν=0
v=0.10 m
p=100 kN/m
Discretizare:
4x16 elemente

Rezultate

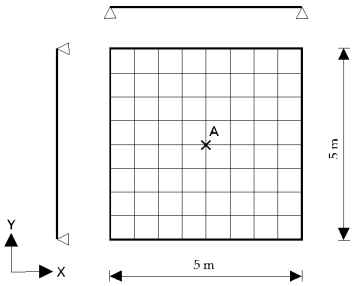
VT1-ST-I.AXE

Componenta	Analitic (cu efectul forfecării)	AxisVM 7.0
$e_z^{(B)}$ [mm]	15.09	15.10
$N_x^{(A)}$ [kN/m]	1800.00	1799.86

9.7. Placă simplu rezemată pe contur- analiza statică de ordinul I

Date

VL1-ST-I. AXS

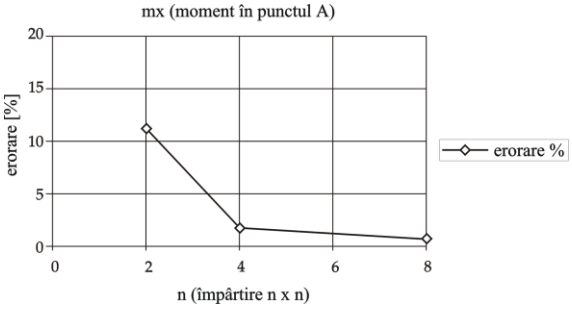


Material: beton
E=880 kN/cm^2
ν=0
v=0.15 m
p=50 kN/m^2
Discretizare:
8x8 elemente

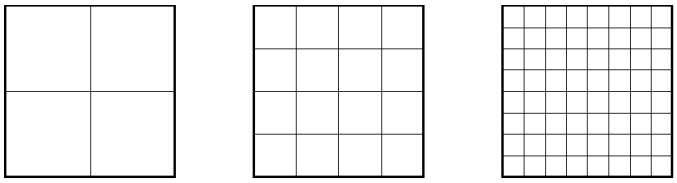
Rezultate

Componenta	Analitic (fără efectul forfecării)	AxisVM 7.0
$e_z^{(A)}$ [mm]	51.46	51.46
$m_x^{(A)}$ [kNm/m]	46.11	46.31

Analiza convergenţei



Variante de discretizări:

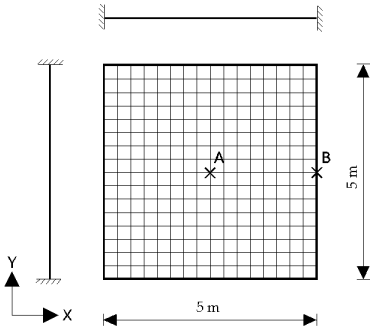


n=2 n=4 n=8

9.8. Placă încastrată pe contur- analiza statică de ordinul I

Date

VL2-ST-I. AXS



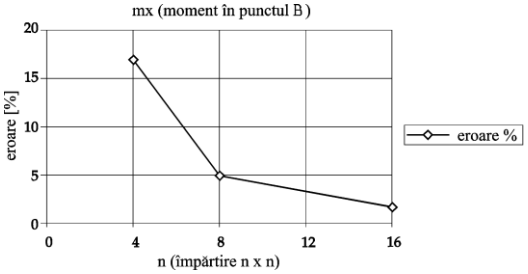
Material: beton E=880 kN/cm2
ν=0
v=0.15 m
p=50 kN/m2
Discretizare
16x16 elemente

Rezultate

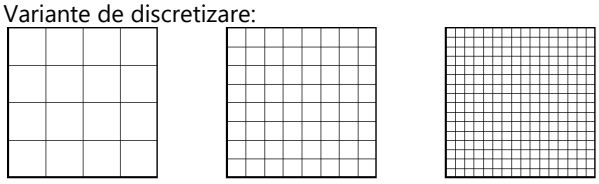
VL2-ST-I.AXE

Componenta	Analitic (fără efectul forfecării)	AxisVM 7.0
$e_z^{(A)}$ [mm]	16.00	16.18
$m_x^{(A)}$ [kNm/m]	22.01	22.15
$m_x^{(B)}$ [kNm/m]	64.43	63.25
$q_x^{(B)}$ [kN/m]	111.61	109.35

Analiza convergenţei



Variante de discretizare:



n=4 n=8 n=16

10. Bibliografie

1. **Bathe, K. J., Wilson, E. L.,** *Numerical Methods în Finite Element Analysis*, Prentice Hall, New Jersey, 1976
2. **Bojtár I., Vörös G.**, *A végeselem-módszer alkalmazása lemez- și héjszerkezetekre*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1986
3. **Chen, W. F., Lui, E. M.**, *Structural Stability*, Elsevier Science Publishing Co., Inc., New York, 1987
4. **Hughes, T. J. R.**, *The Finite Element Method*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1987
5. **Owen D. R. J., Hinton E.**, *Finite Elements în Plasticity*, Pineridge Press Limited, Swansea, 1980
6. **Popper Gy., Csizmás F.**, *Numerikus módszerek mérnököknek*, Akadémiai Kiadó · Typot$_e$x, Budapest, 1993
7. **Przemieniecki, J. S.**, *Theory of Matrix Structural Analysis*, McGraw Hill Book Co., New York, 1968
8. **Weaver Jr., W., Johnston, P. R.**, *Finite Elements for Structural Analysis*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1984
9. **Dr. Szalai Kálmán**, *Vasbetonszerkezetek, vasbeton-szilárdságtan*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1990. 1998
10. **Dr. Kollár László:** *Vasbeton-szilárdságtan*, Műegyetemi Kiadó, 1995
11. **Dr. Kollár László:** *Vasbetonszerkezetek I., Vasbeton-szilárdságtan az Eurocode 2 szerint*, Műegyetemi Kiadó, 1997
12. **Dr. Bölcskei E., Dr. Dulácska E.:** *Statikusok könyve*, Műszaki Könyvkiadó, 1974
13. **Dr. Dulácska Endre:** *Kisokos, Segédlet tartószerkezetek tervezéséhez*, BME Építészmérnöki Kar, 1993
14. **Porteous, J., Kermani, A.,** *Structural Timber Design to Eurocode 5,* Blackwell Publishing, 2007
15. **Dulácska Endre, Joó Attila, Kollár László:** *Tartószerkezetek tervezése földrengési hatásokra,* Akadémiai Kiadó, 2008
16. **Pilkey, W. D.,** *Analysis și Design of Elastic Beams - Computational methods,* John Wiley & sons, Inc., 2002
17. **Navrátil, J.,** *Prestressed Concrete Structures,* Akademické Nakladatelství Cerm®, 2006
18. **Szepesházi Róbert:** *Geotechnikai tervezés (Tervezés Eurocode 7 și a kapcsolódó európai geotechnikai szabványok alapján),* Business Media Magyarország Kft., 2008
19. **Györgyi József:** *Dinamika*, Műegyetemi Kiadó, 2003
20. **Bojtár Imre, Gáspár Zsolt:** *Végeselemmódszer építőmérnököknek***,** Terc Kft., 2003
21. **Eurocode 2,** EN 1992-1-1:2004
22. **Eurocode 3,** EN 1993-1-1:2005
23. **Eurocode 3,** EN 1993-1-3:2006
24. **Eurocode 3,** EN 1993-1-5:2006
25. **Eurocode 5,** EN 1995-1-1:2004
26. **Eurocode 8,** EN 1998-1-1:2004
27. **Paz,M., Leigh, W.,** *Structural Dynamics - Theory și Computation*, Fifth Edition, Springer, 2004
28. **Chopra, A. K.,** *Dynamics of Structures - Theory și Applications to Earthquake Engineering*, Third Edition, Pearson Prentice Hill, 2007
29. **Biggs, J. M.,** *Introduction to Structural Dynamics*, McGraw-Hill, 1964
30. **Weaver, W.,** *Jr., P. R. Johnston, Structural Dynamics by Finite Elements*, Prentice-Hall, 1987
31. **Bathe, K. J.,** *Finite Element Procedures,* Prentice-Hall, 1996

36. **Borst, R., Crisfield, M. A., Remmers, J. J. C., Verhoosel, C. V.,** *Non-Linear Finite Element Analysis of Solids și Structures***,** Second Edition, John Wiley & Sons Ltd., 2012

32. COD DE PROIECTARE SEISMICĂ P100, PARTEA I – P100-1/2006 PREVEDERI DE PROIECTARE PENTRU CLĂDIRI
33. COD DE PROIECTARE. BAZELE PROIECTĂRII STRUCTURILOR ÎN CONSTRUCŢII, INDICATIV CR 0-2005
34. **STAS 10107/0-90,** CONSTRUCŢII CIVILE ŞI INDUSTRIALE-CALCULUL ŞI ALCĂTUIREA ELEMENTELOR STRUCTURALE din BETON, BETON ARMAT ŞI BETON PRECOMPRIMAT.
35. **10108/0-78,** CONSTRUCTII CIVILE, INDUSTRIALE şi AGRICOLE. CALCULUL ELEMENTELOR DE OŢEL.