Aplicarea codului de proiectare seismica P100/2006 cu programele de calcul automat

- CALCUL AUTOMAT SCIA ENGINEER -

Prevederi fundamentale SR EN 1990

6.4.3.4 Grupări de acțiunipentru situații de proiectare seismice

(1) Forma generală a efectelor acțiunilor este:

$$E_d = E\{G_{k,j}; P; A_{Ed}; \psi_{2,i} Q_{k,i}\} \quad j \geq 1; i \geq 1 \qquad (6.12a)$$

(2) Gruparea acțiunilor din acolade { } poate fi exprimată ca:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{"+"} P \text{"+"} A_{Ed} \text{"+"} \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \qquad (6.12b)$$

Tabelul NA A1.3 – Valori de proiectare (calcul) ale încărcărilor pentru grupări accidentale şi seismice

Situații de proiectare	Încărcări permanente		Încărcare accidentală sau seismică principală	Încărcări variabile secundare (**)	
	defavorabile	favorabile		principale (dacă este cazul)	altele
accidentală (*) (formula 6.11a/b)	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	A_d	ψ_{11} sau $\psi_{21} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
seismică (formula 6.12a/b)	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	$\gamma_I A_{Ek}$ sau A_{Ed}	-	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$

(*) Intensitatea încărcării accidentale se determină pentru valoarea cea mai defavorabilă a încărcării, în funcție de tipul de acțiune accidentală. A se vedea şi SR EN 1991-1-2:2005.

(**) Încărcările variabile sunt cele prezentate în tabelul NA A1.1.

$\psi_{2,i}$ - coeficient pentru valoarea cvasipermanentă a încărcării variabile secundare, aplicat valorii caracteristice a încărcării.

NOTA 1 – Valorile coeficienților parțiali de siguranță pentru încărcările permanente γ_{Gj} şi încărcările variabile $\gamma_{Q,i}$ sunt egale cu 1,0.

NOTA 2 – Valorile factorului de importanță γ_I pentru evaluarea încărcării seismice se obțin din SR EN 1998-1:2004.

Prevederi fundamentale SR EN 1990

Tabelul NA A1.1 - Valorile coeficienților de grupare pentru încărcări variabile ψ la clădiri

Acțiunea	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Încărcări din exploatare normală pentru clădiri (a se vedea SR EN 1991-1-1:2004 şi anexa națională)			
Categoria A: clădiri rezidențiale	0,7	0,5	0,3
Categoria B: clădiri de birouri	0,7	0,5	0,3
Categoria C: spații cu aglomerări de persoane	0,7	0,7	0,6
C1: Spații dotate cu mese			
C1.1 încăperi în şcoli, săli de lectură			
C1.2 laboratoare şi cabinete medicale, centre de calcul etc.			
C1.3 cafenele, restaurante, cantine, săli de recepție			
C2 Spații dotate cu locuri fixe			
C3 Spații de circulație fără obstacole			
C4 Spații pentru desfăşurarea activităților fizice			
C5 Spații destinate aglomerărilor de persoane			
Categoria D: spații comerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E: spații pentru depozitare	1,0	0,9	0,8
Categoria F: spații destinate traficului de vehicule greutatea vehiculului ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
Categoria G: spații destinate traficului de vehicule 30 kN <greutatea vehiculului ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3
Categoria H: acoperişuri	0,7[1)]	0	0
Încărcări date de zăpadă (a se vedea SR EN 1991-1-3:2005 şi anexa națională) Toate amplasamentele	0,7	0,5	0,4
Acțiunea vântului (a se vedea SR EN 1991-1-4:2006 şi anexa națională)	0,7	0,2	0
Acțiunea temperaturii, cu excepția incendiilor (a se vedea SR EN 1991-1-5:2005)	*	*	*

[1)] A se vedea SR EN 1991-1-1:2004, 3.3.2(1).

* Valorile coeficienților ψ se vor specifica după elaborarea anexei naționale la SR EN 1991-1-5:2005.

Prevederi fundamentale SR EN 1990

Prevederi fundamentale P100/2006, SR EN 1998

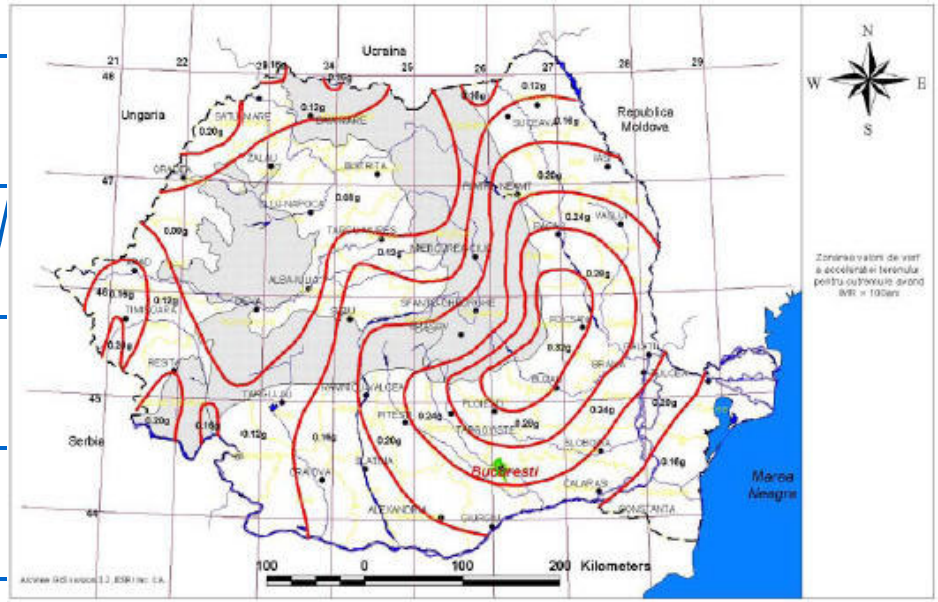
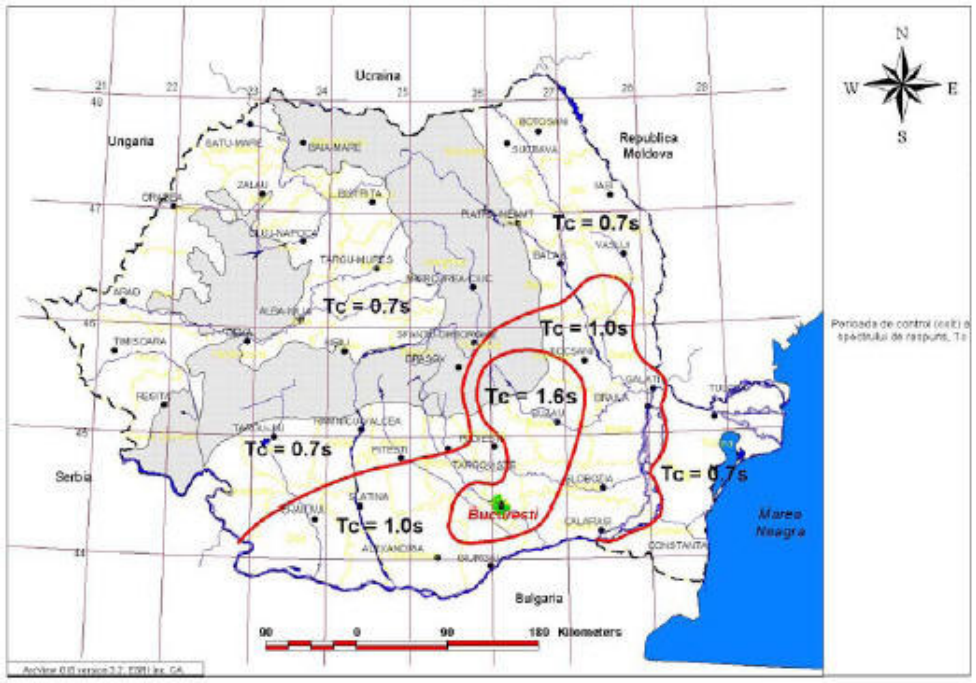


Figura 3.1 Zonarea teritoriului Romaniei in termeni de valori de vârf ale accelerației terenului pentru proiectare a_g pentru cutremure avand intervalul mediu de recurentă $IMR = 100$ ani



Prevederi fundamentale SR EN 1990

Prevederi fundamentale P100/2006, SR EN 1998

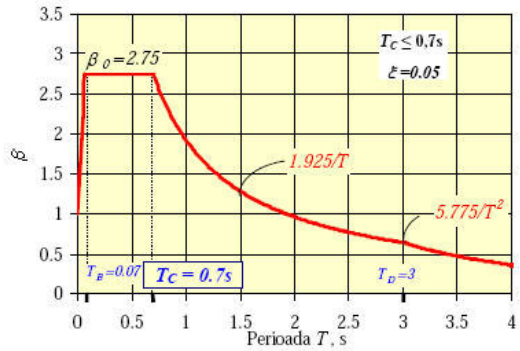


Figura 3.3 Spectre normalizate de răspuns elastic pentru accelerații pentru componentele orizontale ale mişcării terenului, în zonele caracterizate prin perioadele de control (colţ): $T_C = 0{,}7$

3.2. Spectrul de proiectare

Spectrul de proiectare pentru accelerații $S_d(T)$, exprimat in m/s^2, este un spectru de răspuns inelastic care se obține cu relațiile 3.17 şi 3.18:

$$0 < T \leq T_B \qquad S_d(T) = a_g\left[1 + \frac{\frac{\beta_0}{q} - 1}{T_B} T\right] \qquad (3.17)$$

$$T > T_B \qquad = a_g \frac{\beta(T)}{q}. \qquad (3.18)$$

unde

q este factorul de comportare al structurii (factorul de modificare a raspunsului elastic în răspuns inelastic), cu valori în funcție de tipul structurii şi capacitatea acesteia de disipare a energiei.

Valorile factorului de comportare q pentru diferite tipuri de materiale şi de sisteme structurale sunt indicate în capitole specifice din prezentul cod.

Spectrul de proiectare pentru componenta verticală a mişcării seismice se obține în mod asemănător. Valoarea factorului de comportare în acest caz se consideră simplificat 1,5 pentru toate materialele şi sistemele structurale, cu exceptia cazurilor în care valori mai mari pot fi justificate prin analize speciale.

Prevederi fundamentale SR EN 1990

Prevederi fundamentale P100/2006, SR EN 1998

4.5.3.3.2. Combinarea răspunsurilor modale

(1) Răspunsurile modale pentru două moduri proprii de vibrație consecutive, k si $k+1$ sunt considerate independente dacă perioadele proprii de vibrație T_k si T_{k+1} (în care $T_{k+1} \leq T_k$) satisfac următoarea condiție

$$T_{k+1} \leq 0{,}9T_k \qquad (4.11)$$

Pentru răspunsurile modale maxime, independente între ele, efectul total maxim se obține cu relația de compunere modală

$$E_E = \sqrt{\sum E_{E,k}^2} \qquad (4.12)$$

în care

E_E efectul acțiunii seismice (efort secțional, deplasare)

$E_{E,k}$ efectul acțiunii seismice în modul k de vibrație

(2) În cazul în care condiția de la paragraful (1) nu este satisfăcută, se vor considera alte reguli de suprapunere a maximelor modale (spre exemplu, combinarea pătratică completă, sumarea algebrică a răspunsurilor modale succesive etc.).

(4) Dacă pentru aceste elemente sunt importante şi componentele orizontale ale acțiunii seismice, atunci se pot aplica regulile (2) de la paragraful 4.5.3.6.1, extinse la cele trei componente ale acțiunii seismice. Alternativ, pentru calculul efectelor acțiunii seismice se pot folosi toate combinațiile de mai jos:

a) $0{,}30\,E_{Edx}$ "+" $0{,}30\,E_{Edy}$ "+" E_{Edz} (4.16)

b) E_{Edx} "+" $0{,}30\,E_{Edy}$ "+" $0{,}30\,E_{Edz}$ (4.17)

c) $0{,}30\,E_{Edx}$ "+" E_{Edy} "+" $0{,}30\,E_{Edz}$ (4.18)

unde

"+" înseamna "a se combina cu",

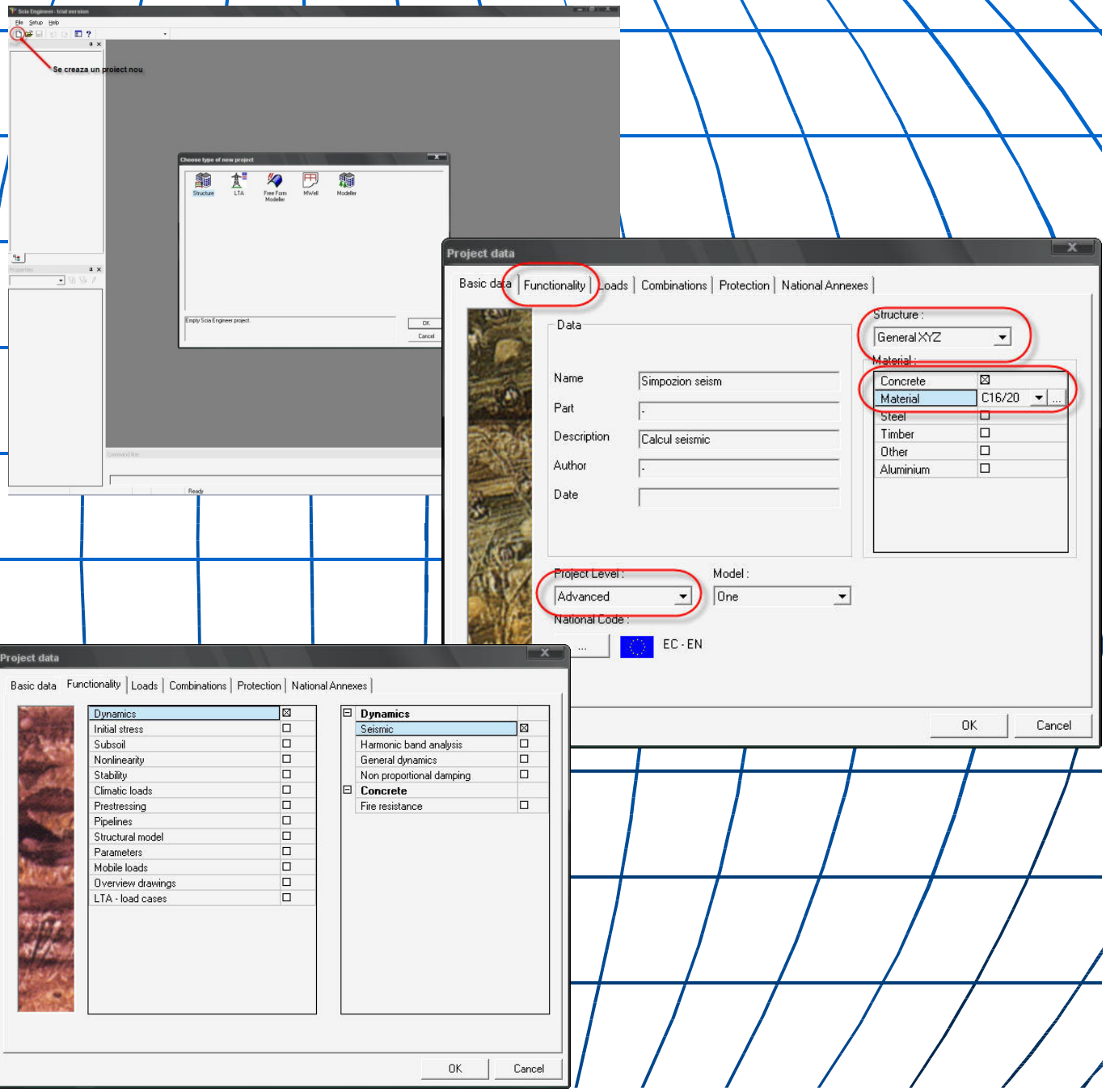
E_{Edx} şi E_{Edy} vezi 4.5.3.6.1(3),

E_{Edz} reprezintă efectele acțiunii datorate aplicării componentei verticale a acțiunii seismice de proiectare aşa cum a fost definită în capitolul 3.

Prevederi fundamentale SR EN 1990

Prevederi fundamentale P100/2006, SR EN 1998

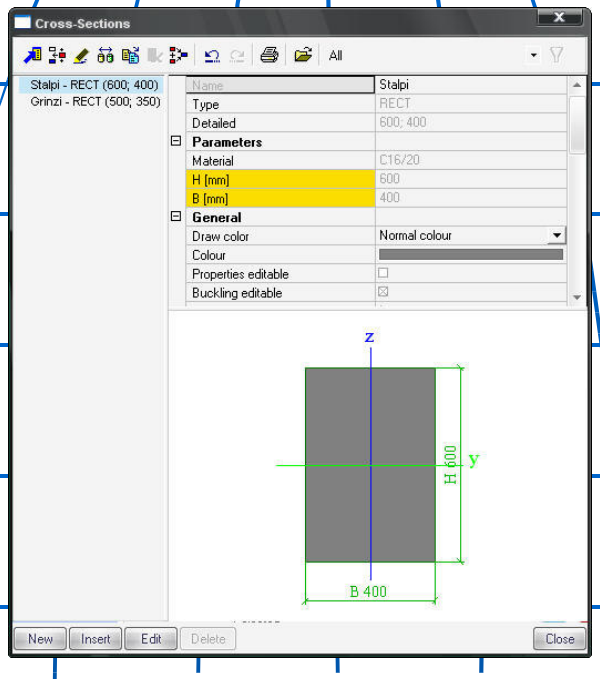
Crearea modelului de calcul

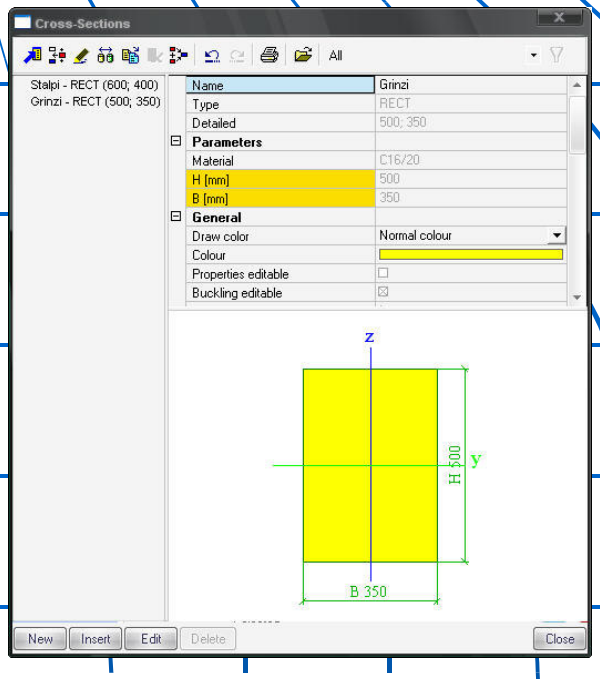


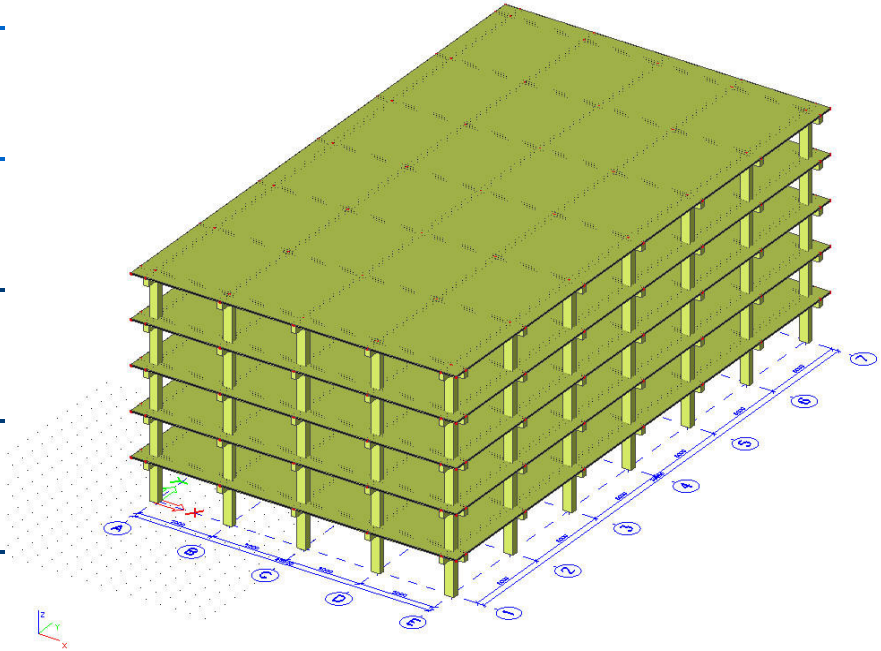
Prevederi fundamentale SR EN 1990

Prevederi fundamentale P100/2006, SR EN 1998

Crearea modelului de calcul







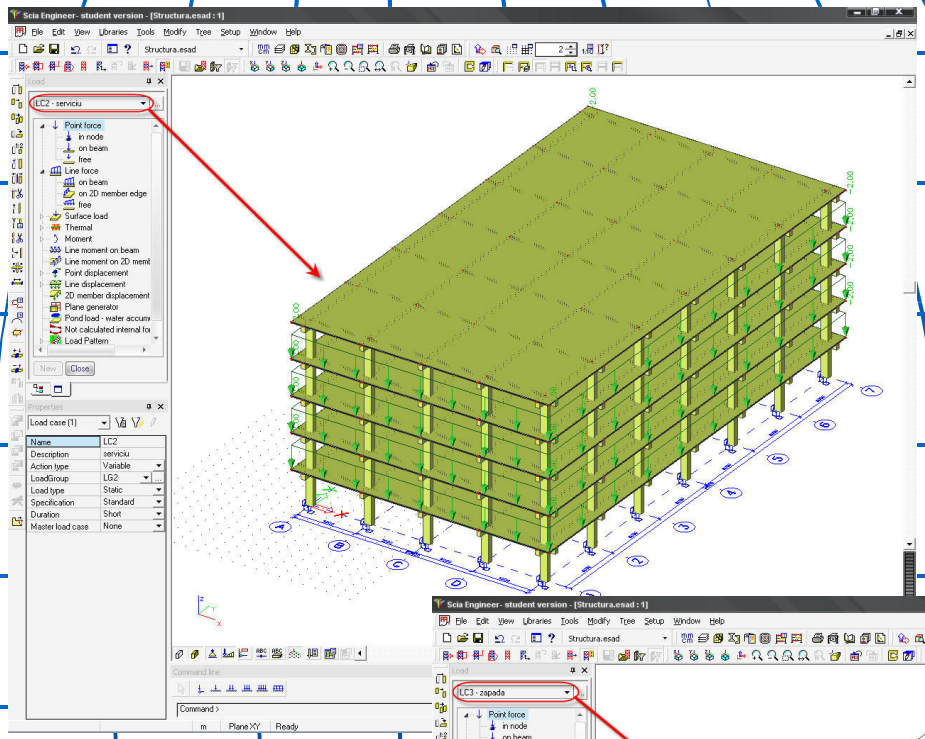
Prevederi fundamentale SR EN 1990

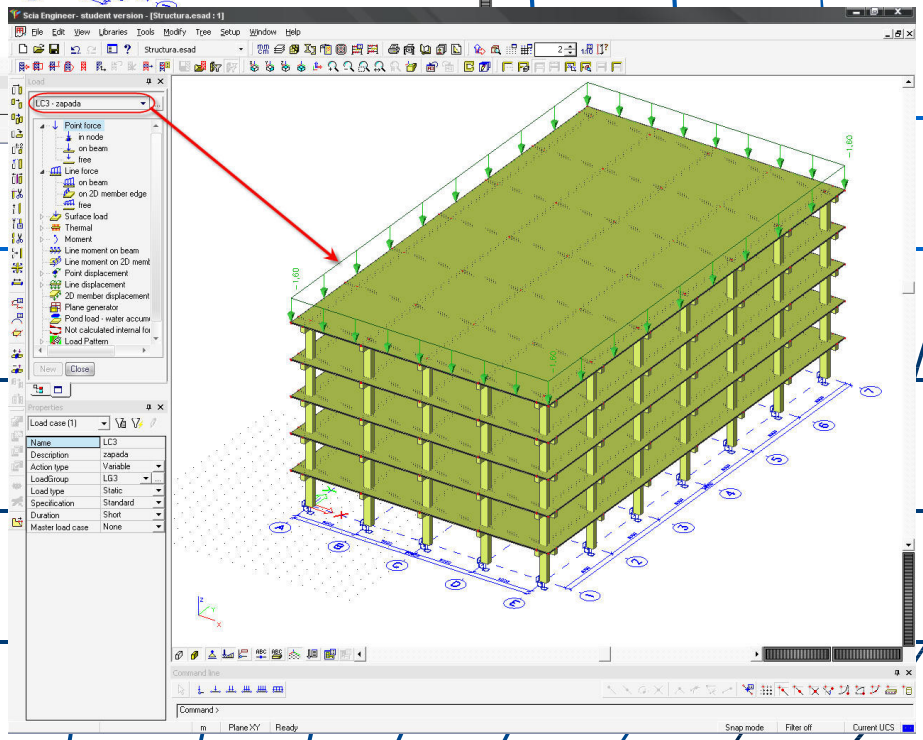
Prevederi fundamentale P100/2006, SR EN 1998

Crearea modelului de calcul

Definire cazuri de incarcare si incarcari de calcul

Cazuri de incarcare:



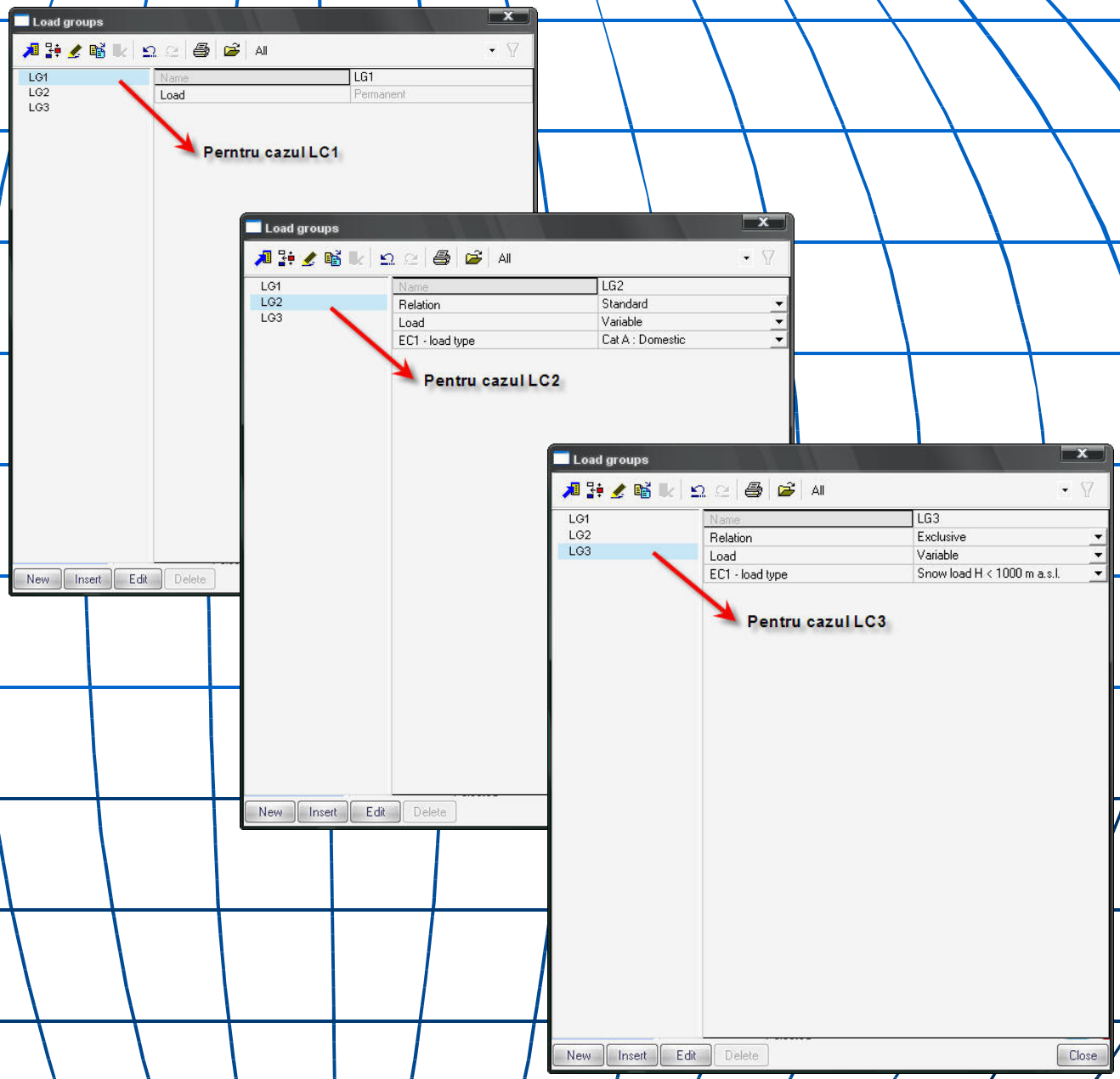


Prevederi fundamentale SR EN 1990

Prevederi fundamentale P100/2006, SR EN 1998

Crearea modelului de calcul

Definire cazuri de incarcare si incarcari de calcul



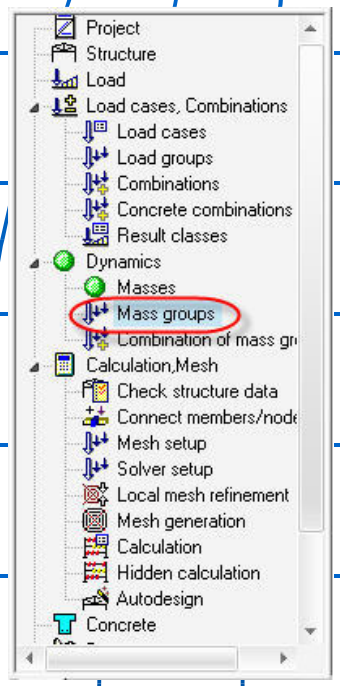
Prevederi fundamentale SR EN 1990

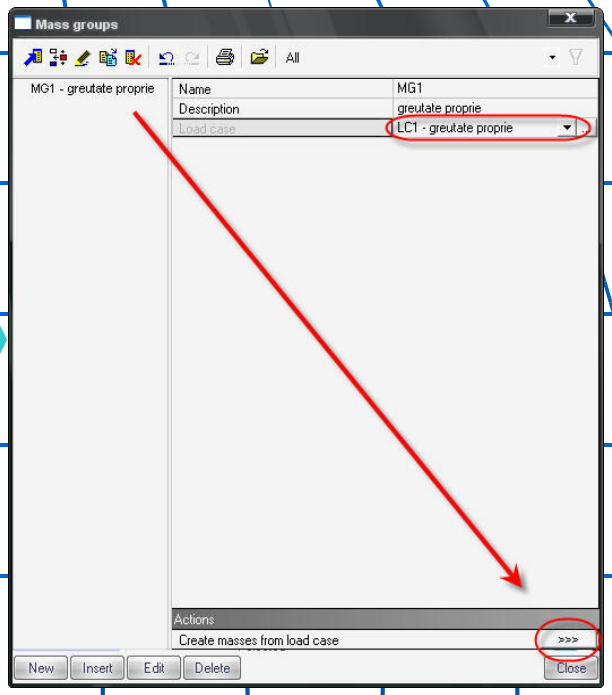
Prevederi fundamentale P100/2006, SR EN 1998

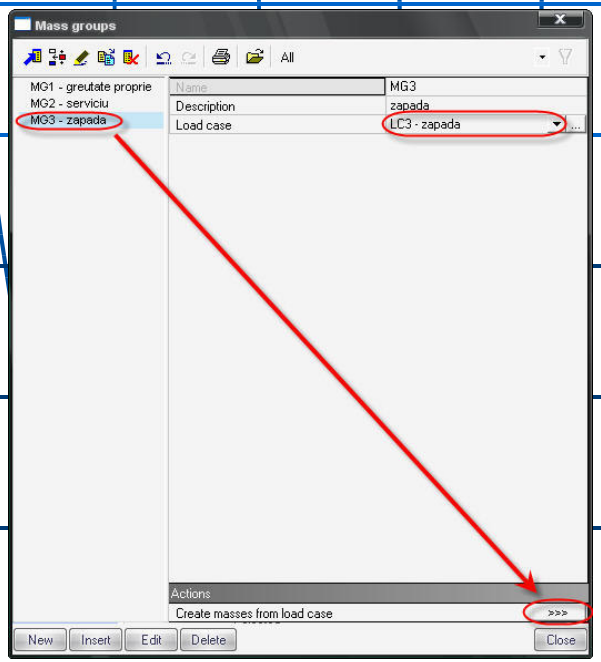
Crearea modelului de calcul

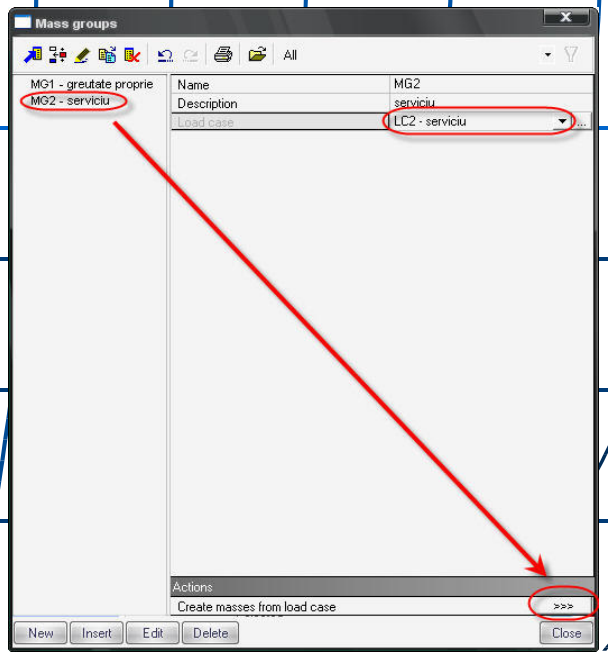
Definire cazuri de incarcare si incarcari de calcul

Crearea maselor din incarcari de calcul









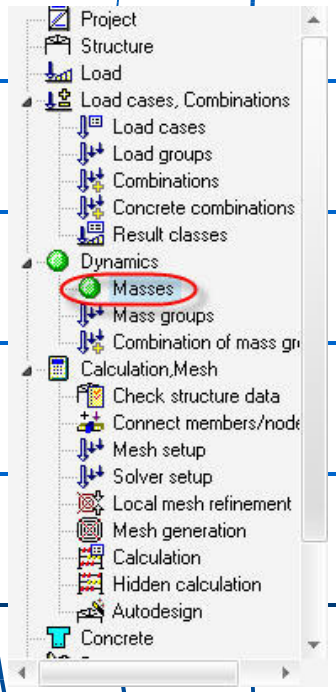
Prevederi fundamentale SR EN 1990

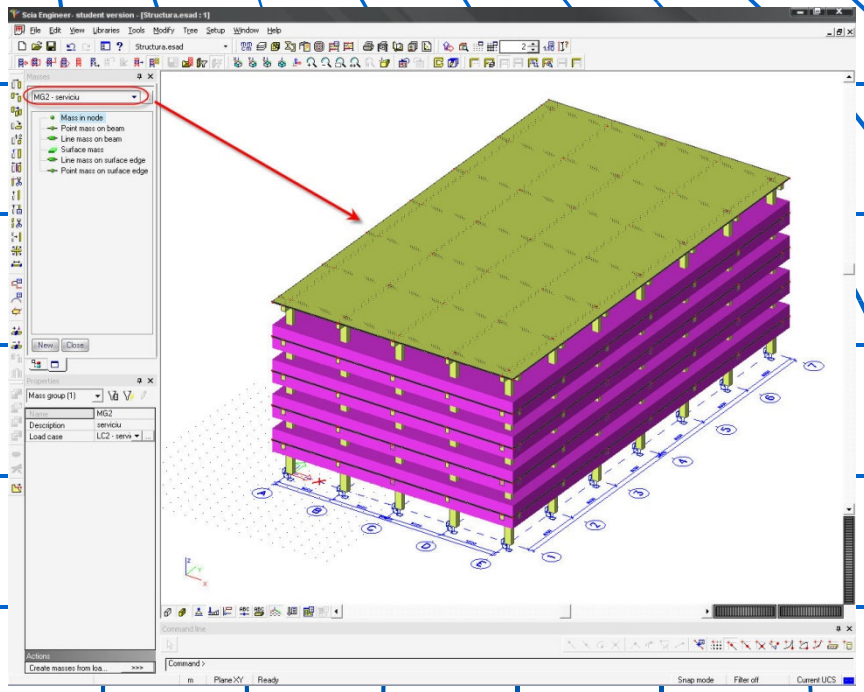
Prevederi fundamentale P100/2006, SR EN 1998

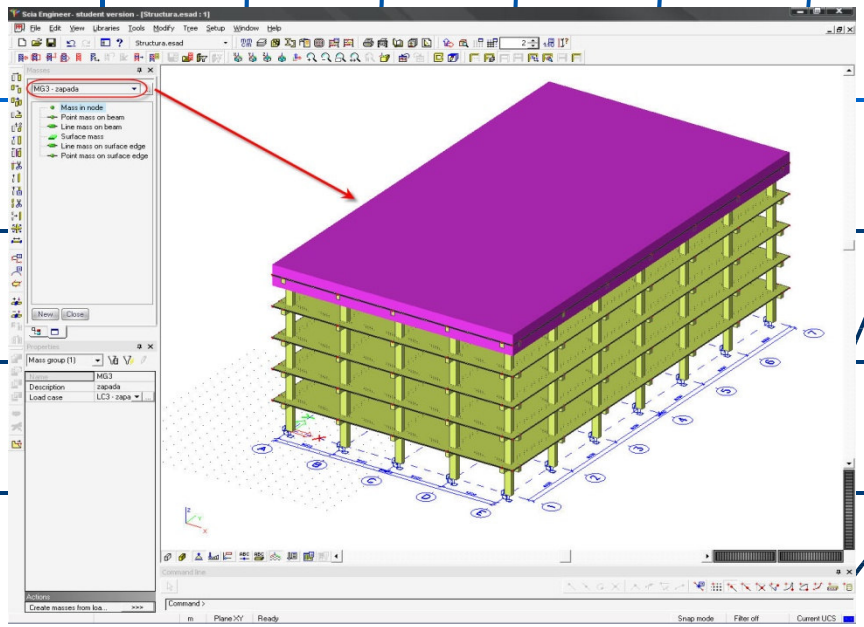
Crearea modelului de calcul

Definire cazuri de incarcare si incarcari de calcul

Crearea maselor din incarcari de calcul







Prevederi fundamentale SR EN 1990

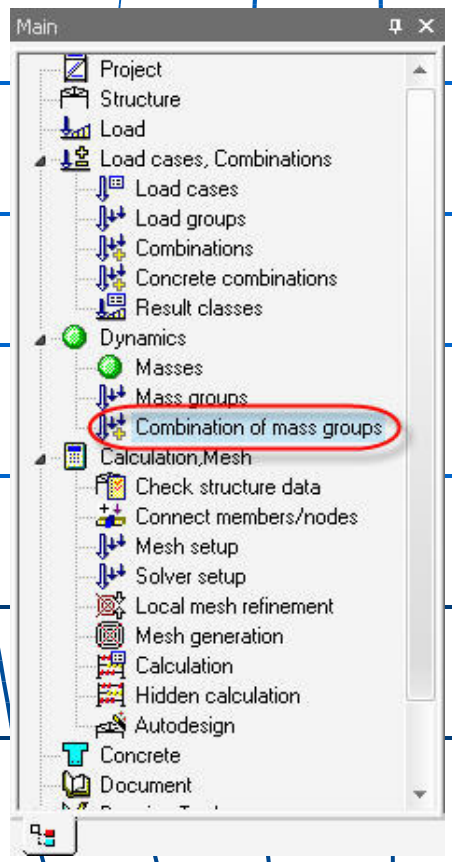
Prevederi fundamentale P100/2006, SR EN 1998

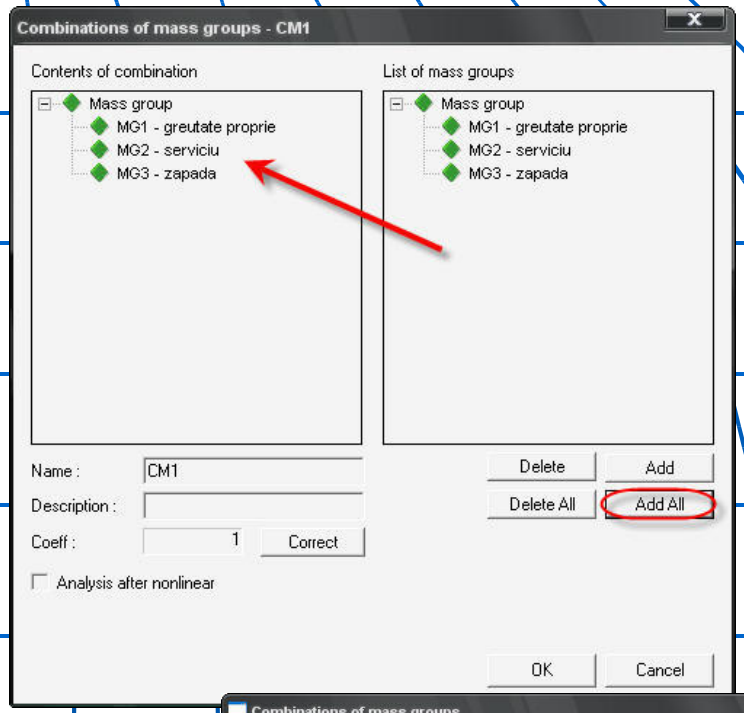
Crearea modelului de calcul

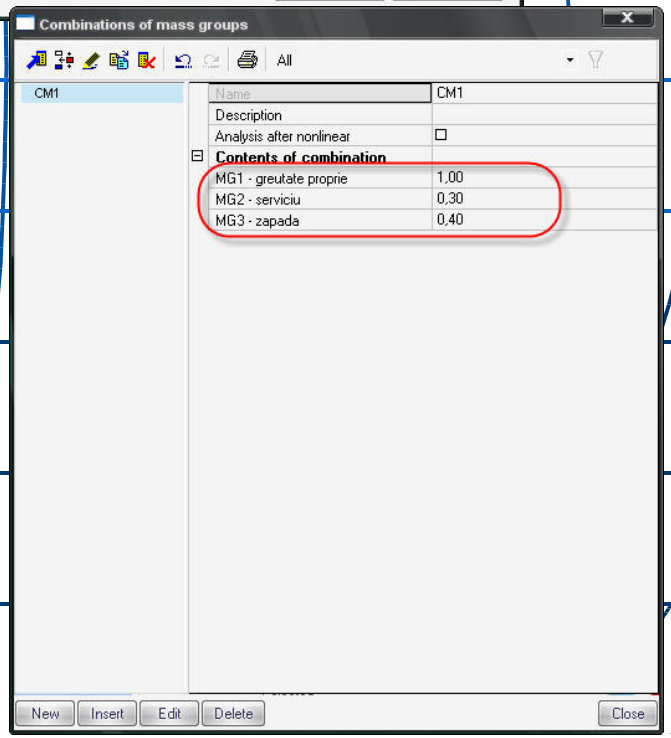
Definire cazuri de incarcare si incarcari de calcul

Crearea maselor din incarcari de calcul

Crearea combinatiei de mase







Prevederi fundamentale SR EN 1990

Prevederi fundamentale P100/2006, SR EN 1998

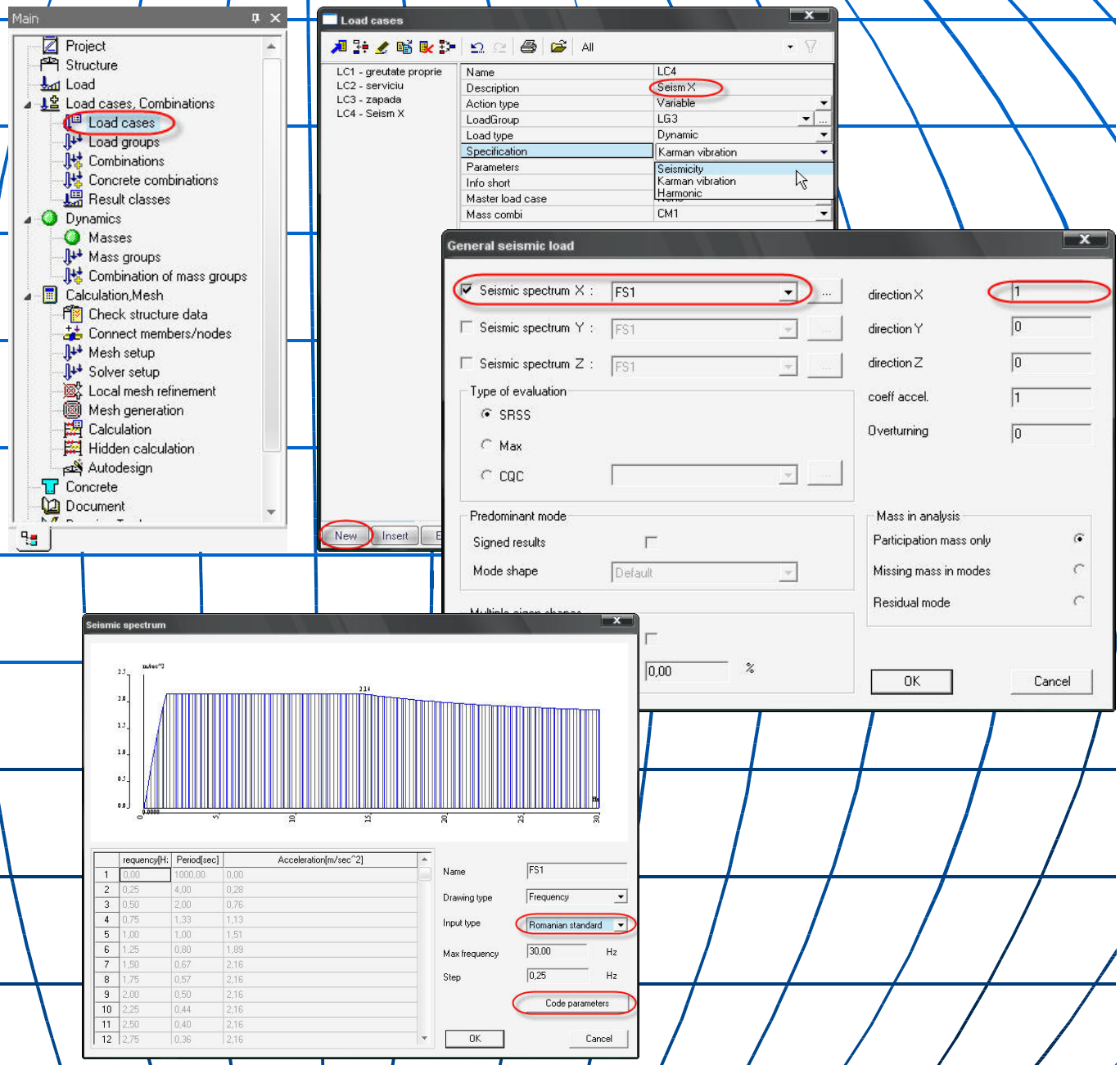
Crearea modelului de calcul

Definire cazuri de incarcare si incarcari de calcul

Crearea maselor din incarcari de calcul

Crearea combinatiei de mase

Definirea cazurilor de incarcare seismica



Prevederi fundamentale SR EN 1990

Prevederi fundamentale P100/2006, SR EN 1998

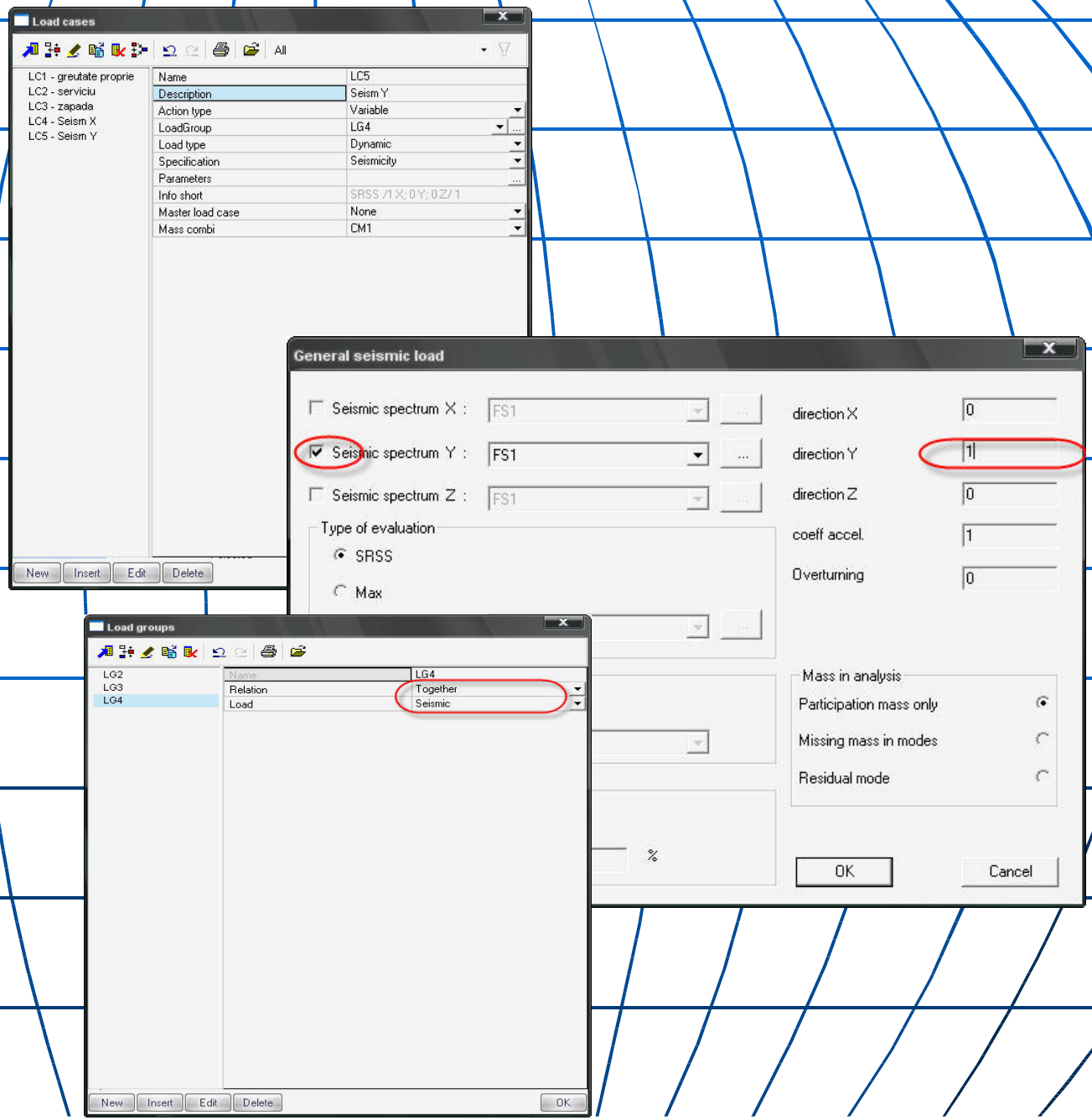
Crearea modelului de calcul

Definire cazuri de incarcare si incarcari de calcul

Crearea maselor din incarcari de calcul

Crearea combinatiei de mase

Definirea cazurilor de incarcare seismica



Prevederi fundamentale SR EN 1990

Prevederi fundamentale P100/2006, SR EN 1998

Crearea modelului de calcul

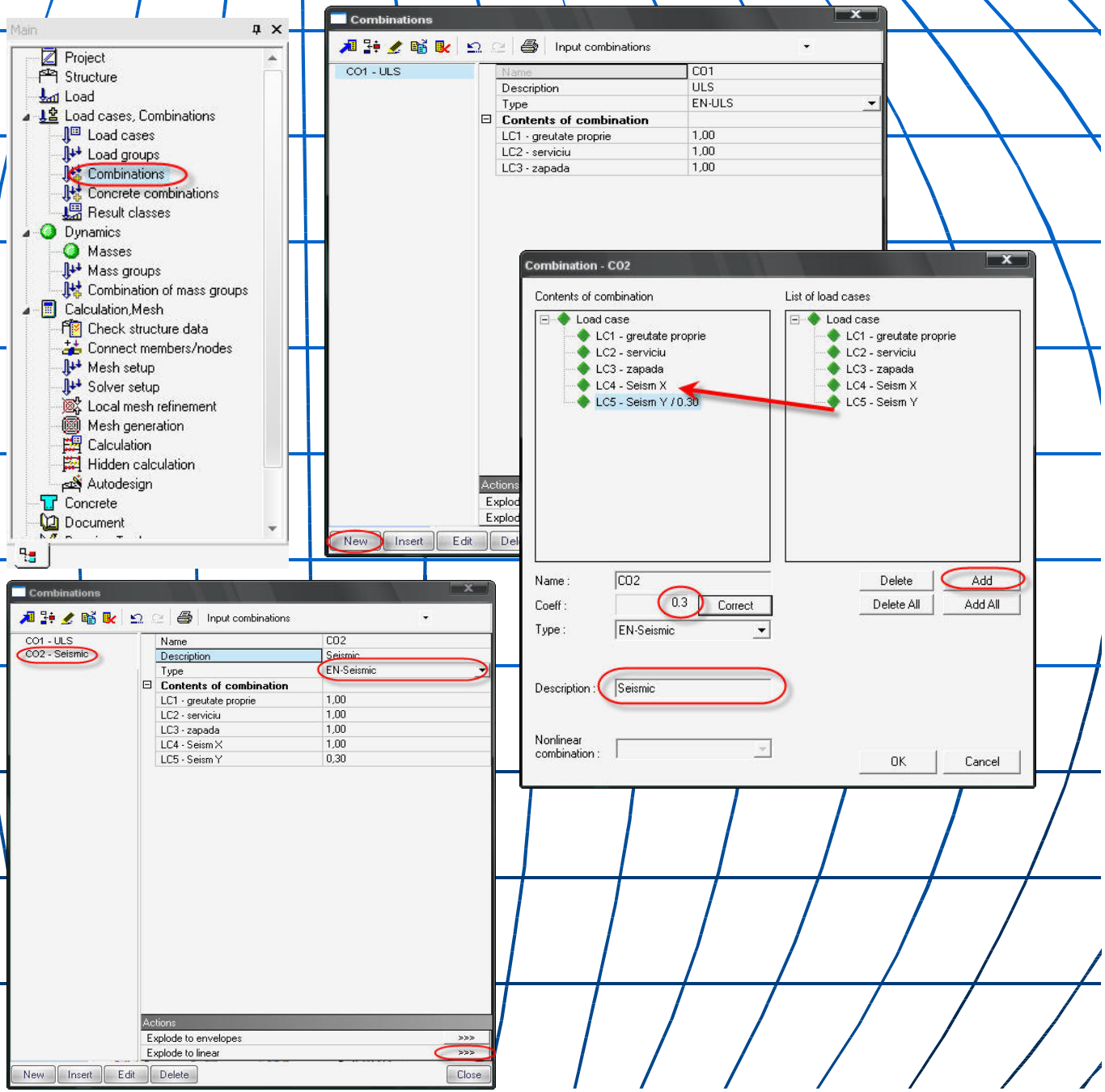
Definire cazuri de incarcare si incarcari de calcul

Crearea maselor din incarcari de calcul

Crearea combinatiei de mase

Definirea cazurilor de incarcare seismica

Definirea combinatiilor de incarcari si combinatii seismice



Prevederi fundamentale SR EN 1990

Prevederi fundamentale P100/2006, SR EN 1998

Crearea modelului de calcul

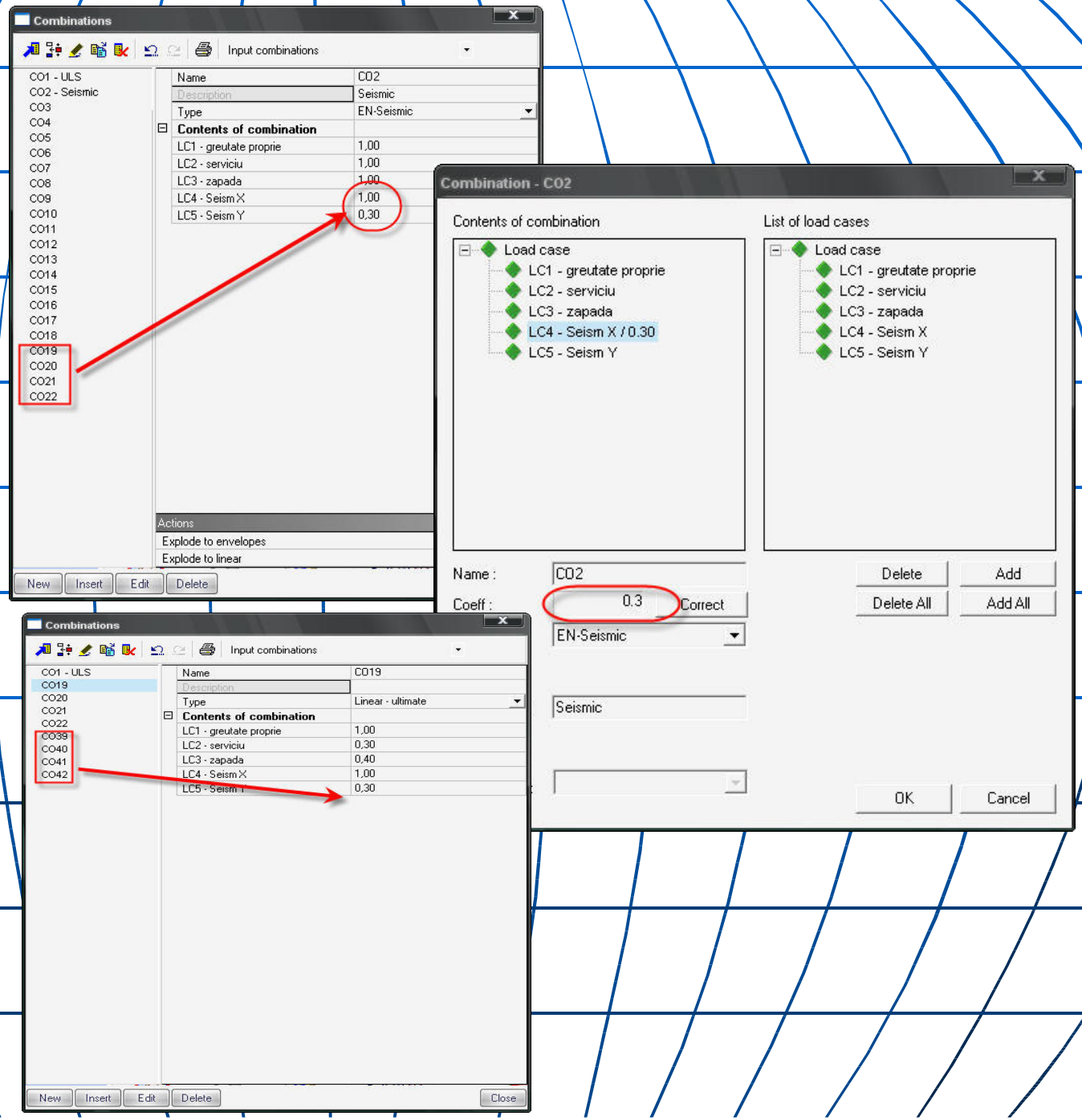
Definire cazuri de incarcare si incarcari de calcul

Crearea maselor din incarcari de calcul

Crearea combinatiei de mase

Definirea cazurilor de incarcare seismica

Definirea combinatiilor de incarcari si combinatii seismice



Prevederi fundamentale SR EN 1990

Prevederi fundamentale P100/2006, SR EN 1998

Crearea modelului de calcul

Definire cazuri de incarcare si incarcari de calcul

Crearea maselor din incarcari de calcul

Crearea combinatiei de mase

Definirea cazurilor de incarcare seismica

Definirea combinatiilor de incarcari si combinatii seismice

CO1 - ULS STR.
CO61
CO62
CO63
CO64
CO81
CO82
CO83
CO84

Name	CO61
Description	
Type	Linear - ultimate
Contents of combination	
LC1 - greutate proprie	1,00
LC2 - serviciu	0,30
LC3 - zapada	0,40
LC4 - Seism Serviciu+Zapada X	1,00
LC5 - Seism Serviciu+Zapada Y	0,30

Name	CO62
Description	
Type	Linear - ultimate
Contents of combination	
LC1 - greutate proprie	1,00
LC2 - serviciu	0,30
LC3 - zapada	0,40
LC4 - Seism Serviciu+Zapada X	-1,00
LC5 - Seism Serviciu+Zapada Y	0,30

Name	CO63
Description	
Type	Linear - ultimate
Contents of combination	
LC1 - greutate proprie	1,00
LC2 - serviciu	0,30
LC3 - zapada	0,40
LC4 - Seism Serviciu+Zapada X	1,00
LC5 - Seism Serviciu+Zapada Y	-0,30

Name	CO64
Description	
Type	Linear - ultimate
Contents of combination	
LC1 - greutate proprie	1,00
LC2 - serviciu	0,30
LC3 - zapada	0,40
LC4 - Seism Serviciu+Zapada X	-1,00
LC5 - Seism Serviciu+Zapada Y	-0,30

Name	CO81
Description	
Type	Linear - ultimate
Contents of combination	
LC1 - greutate proprie	1,00
LC2 - serviciu	0,30
LC3 - zapada	0,40
LC4 - Seism Serviciu+Zapada X	0,30
LC5 - Seism Serviciu+Zapada Y	1,00

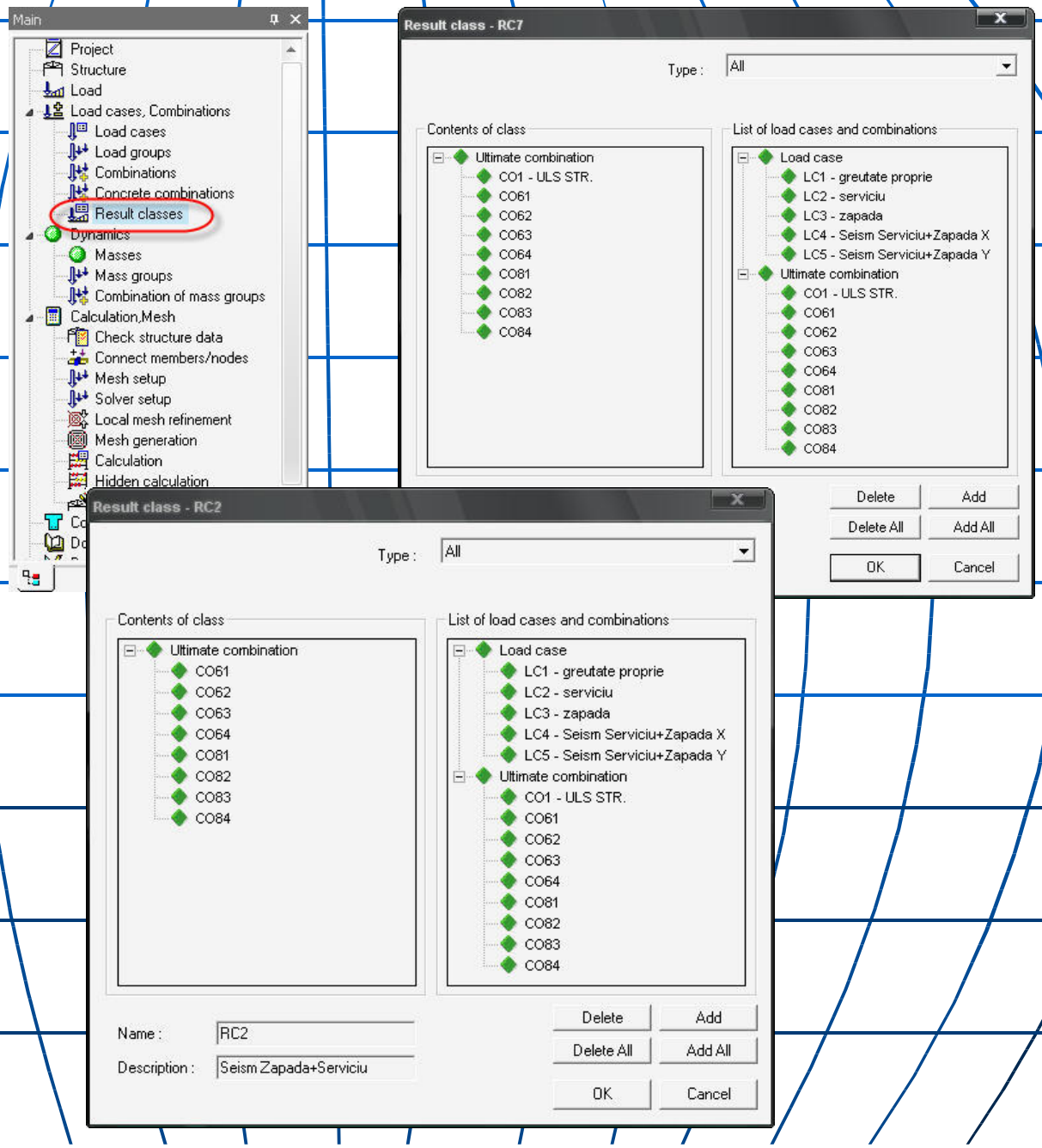
Name	CO82
Description	
Type	Linear - ultimate
Contents of combination	
LC1 - greutate proprie	1,00
LC2 - serviciu	0,30
LC3 - zapada	0,40
LC4 - Seism Serviciu+Zapada X	-0,30
LC5 - Seism Serviciu+Zapada Y	1,00

Name	CO83
Description	
Type	Linear - ultimate
Contents of combination	
LC1 - greutate proprie	1,00
LC2 - serviciu	0,30
LC3 - zapada	0,40
LC4 - Seism Serviciu+Zapada X	0,30
LC5 - Seism Serviciu+Zapada Y	-1,00

Name	CO84
Description	
Type	Linear - ultimate
Contents of combination	
LC1 - greutate proprie	1,00
LC2 - serviciu	0,30
LC3 - zapada	0,40
LC4 - Seism Serviciu+Zapada X	-0,30
LC5 - Seism Serviciu+Zapada Y	-1,00

Definirea combinatiilor de incarcari si combinatii seismice

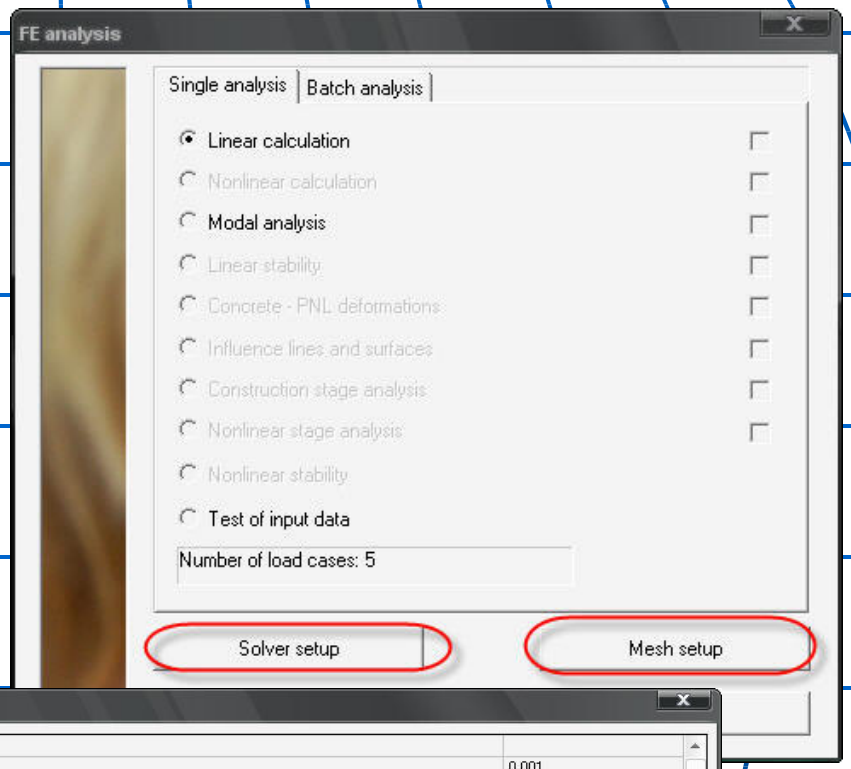
Crearea unor clase de rezultate

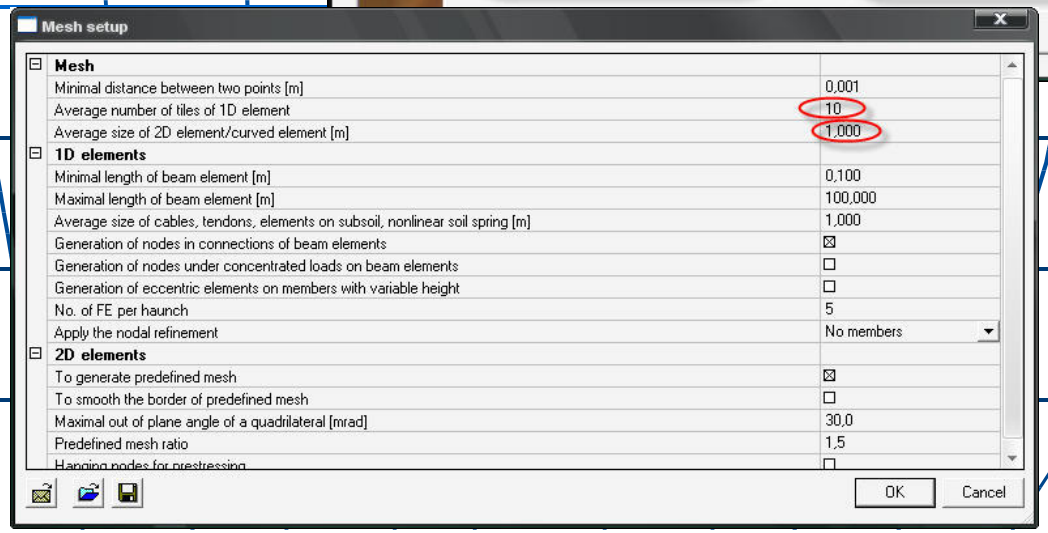


Definirea combinatiilor de incarcari si combinatii seismice

Crearea unor clase de rezultate

Setarea retelei de elemente finite

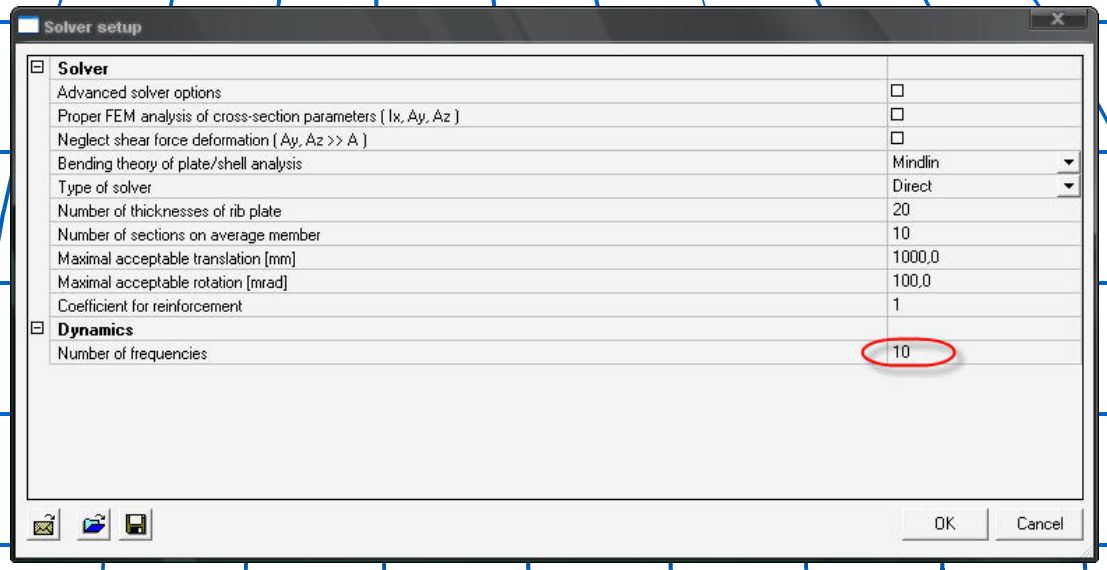


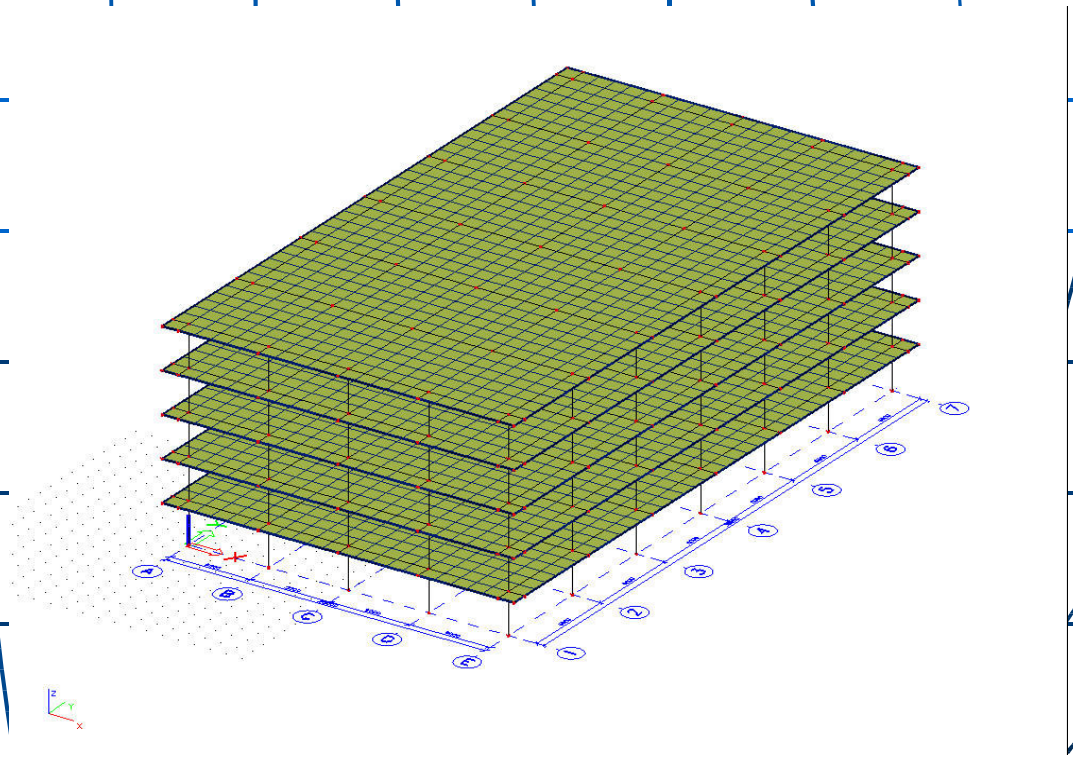


Definirea combinatiilor de incarcari si combinatii seismice

Crearea unor clase de rezultate

Setarea retelei de elemente finite



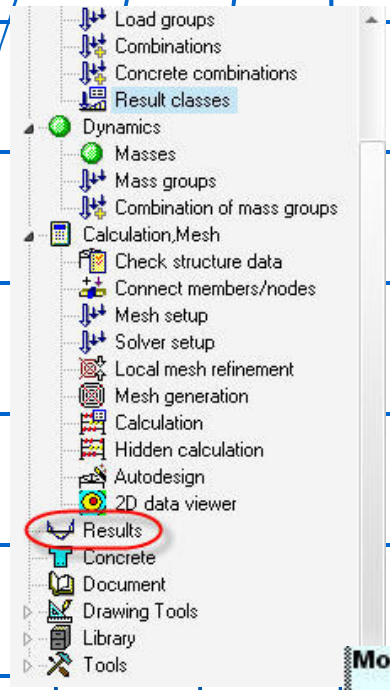


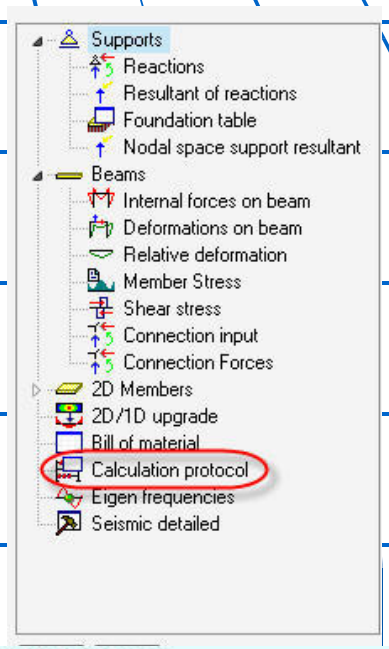
Definirea combinatiilor de incarcari si combinatii seismice

Crearea unor clase de rezultate

Setarea retelei de elemente finite

Efectuarea calculului





Modal participation factors

Number	Omega	Period	Freq. [Hz]	Damp ratio	Wxi / Wxtot	Wyi / Wytot	Wzi / Wztot
Student version	*Student version*	*Student version*	*Student version*	*Student version*	*Student version*	*Student version*	*Stude
1	10.9021	0.5763	1.7351	0.0000	0.0000	0.8370	0.0000
2	13.7443	0.4571	2.1875	0.0000	0.0285	0.0000	0.0000
3	13.7581	0.4567	2.1897	0.0000	0.7932	0.0000	0.0000
4	33.3917	0.1882	5.3145	0.0000	0.0000	0.0986	0.0000
5	42.9825	0.1462	6.8409	0.0000	0.0008	0.0000	0.0000
6	43.0983	0.1458	6.8593	0.0000	0.1035	0.0000	0.0000
7	57.1670	0.1099	9.0984	0.0000	0.0000	0.0359	0.0000
8	76.0678	0.0826	12.1066	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000
9	76.5187	0.0821	12.1783	0.0000	0.0398	0.0000	0.0000
10	78.8380	0.0797	12.5475	0.0000	0.0000	0.0001	0.1412
					0.9659	0.9716	0.1412

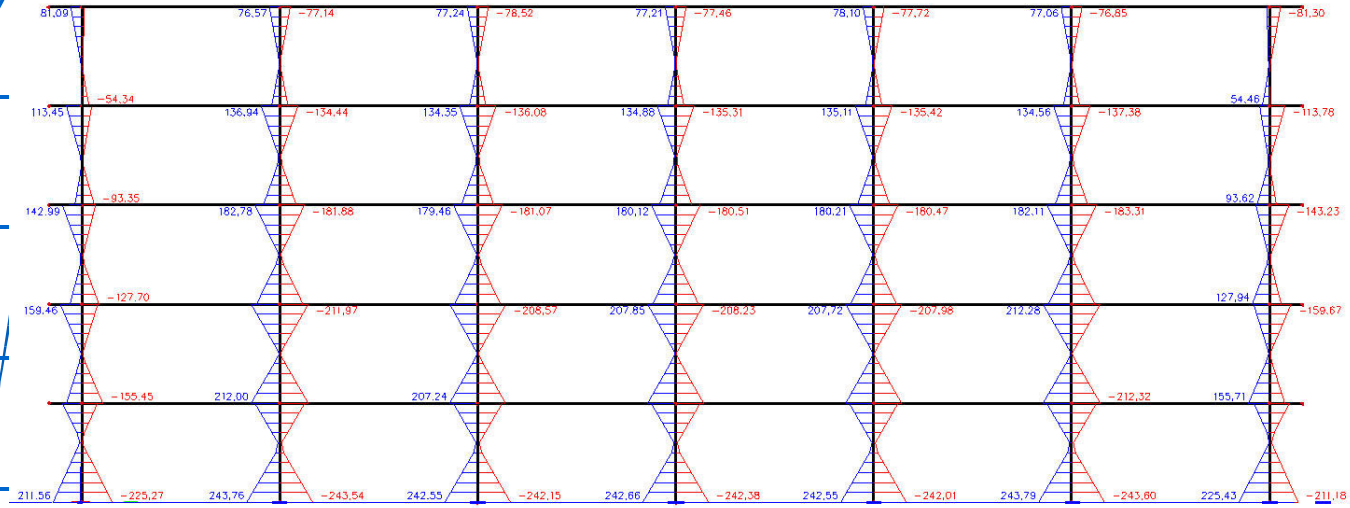
Definirea combinatiilor de incarcari si combinatii seismice

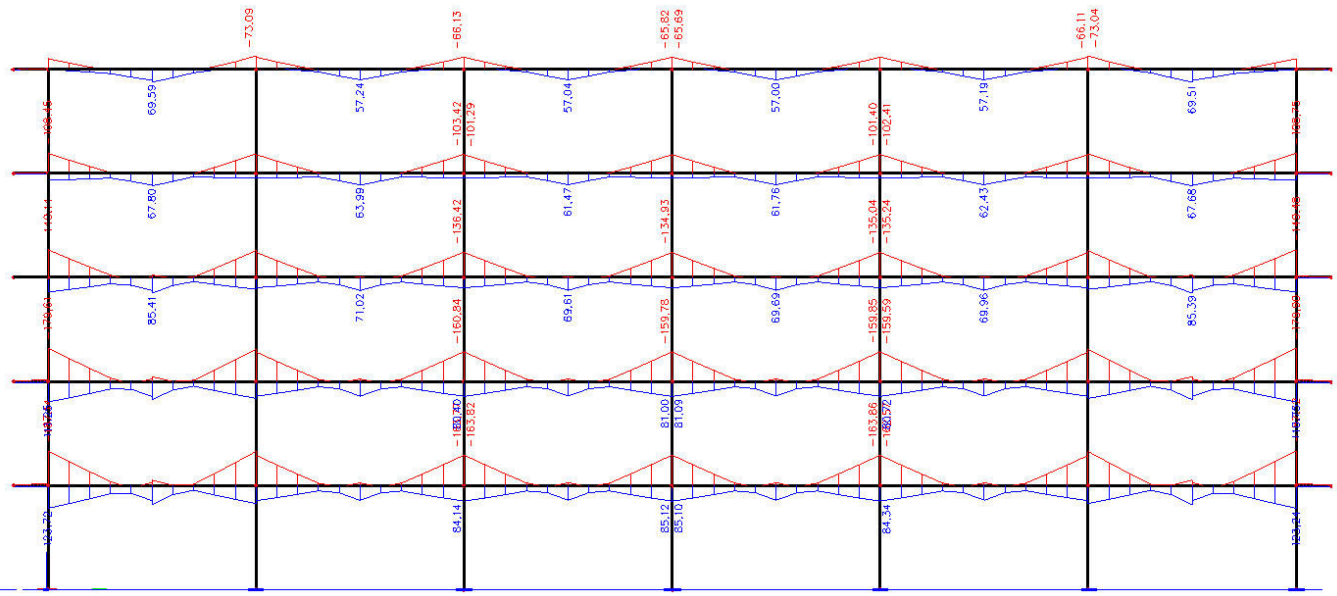
Crearea unor clase de rezultate

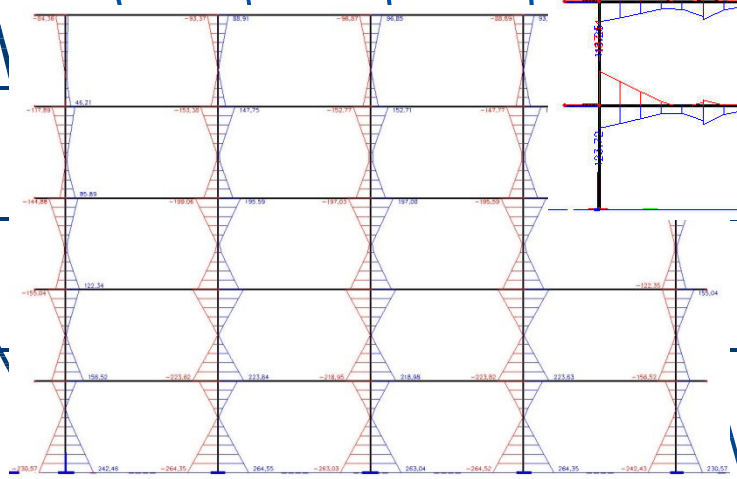
Setarea retelei de elemente finite

Efectuarea calculului

Afisarea grafica a rezultatelor







Definirea combinatiilor de incarcari si combinatii seismice

Crearea unor clase de rezultate

Setarea retelei de elemente finite

Efectuarea calculului

Afisarea grafica a rezultatelor

Concluzii