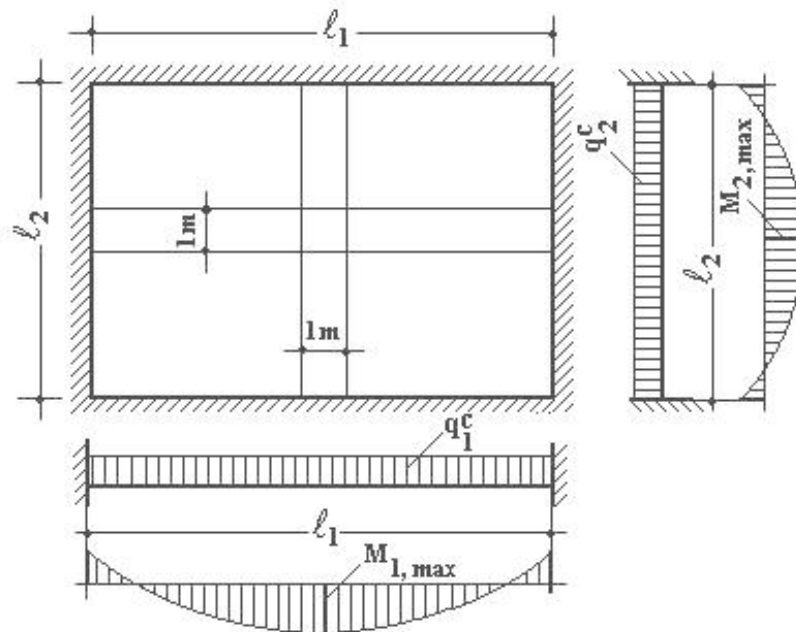


PROIECTAREA
PLANȘEULUI
DE BETON
ARMAT



8. PROIECTAREA planșeului

În cadrul proiectului, planșeul s-a considerat din beton armat monolit de clasă Bc 15, respectiv de marcă B200, având grosimea adoptată de 10 cm.

8.1 CALCULUL PLANȘEULUI DE BETON ARMAT

Calculul planșeului se efectuează prin metoda stărilor limită (MSL), conform STAS 10107, pentru porțiunea de planșeu cu dimensiunile cele mai mari din cadrul unui nivel. Se adoptă un procedeu de calcul simplificat, parcurgându-se, în general, următoarele etape: **w** predimensionarea plăcii, **w** alegerea modului de armare, **w** evaluarea încărcărilor, **w** calculul static al planșeului, **w** calculul armăturii de rezistență, **w** armarea planșeului.

a. Predimensionarea

Grosimea plăcii de beton armat se adoptă pe baza condițiilor:

$$h_p = \left(\frac{1}{50} \cdots \frac{1}{45} \right) \cdot \mathbf{l} ; \quad h_p \cong \frac{1}{90} \cdot (\mathbf{l}_1 + \mathbf{l}_2) ; \quad h_p \geq 7 \text{ cm}$$

în care \mathbf{l} este latura plăcii pătrate, iar \mathbf{l}_1 și \mathbf{l}_2 sunt dimensiunile laturilor plăcilor apropiate ca formă de pătrat (toate în cm). În cazul nostru $h_p=10$ cm.

b. Alegerea modului de armare

- dacă $\frac{\mathbf{l}_1}{\mathbf{l}_2} > 2$ - armarea se face numai paralel cu latura scurtă;
- dacă $\frac{\mathbf{l}_1}{\mathbf{l}_2} \leq 2$ - armarea se face după ambele direcții ale plăcii.

c. Evaluarea încărcărilor

1. Încărcări permanente din greutate proprie (g)

- greutatea proprie a plăcii: $g_{pl}^n = h_p \cdot \gamma_b$; $g_{pl}^c = n \cdot g_{pl}^n$
 - greutatea proprie a pardoselii: $g_{pr(c)}^c$ - corespunzător soluției adoptate
-
- $$\bar{g}_{pl}^c = g_{pl}^c + g_{pr(c)}^c \quad (\text{daN/m}^2)$$

2. Încărcări temporare (p)

- încărcarea utilă : $p_{pl}^n = 150 \text{ daN/m}^2$; $p_{pl}^c = n \cdot p_{pl}^n$
 - pereți despărțitori : $p_D^c = \dots\dots$ - de la calculul pereților
-
- $$\bar{p}_{pl}^c = p_{pl}^c + p_D^c \quad (\text{daN/m}^2)$$

3. Încărcări totale (q)

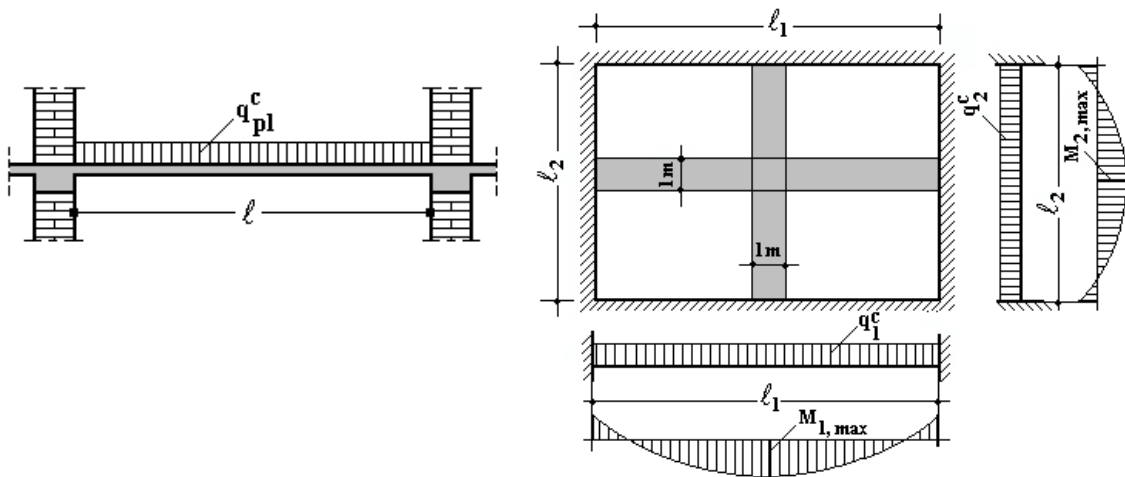
$$q_{pl}^c = \bar{g}_{pl}^c + \bar{p}_{pl}^c \quad (\text{daN/m}^2)$$

d. Calculul static al planșeului

Planșeul se calculează după cele două direcții, paralele cu laturile, urmărindu-se determinarea valorilor momentelor încovoietoare maxime, funcție de care se vor dimensiona armăturile de rezistență corespunzătoare.

Datorită continuității planșeului de beton armat de la o încăpere la alta, precum și a existenței centurilor de beton armat de legătură cu pereții, în zona pereților de rezistență placa poate fi considerată încastrată pe margini.

Pentru calcul, se detașează câte o fâșie de planșeu cu lățimea de 1 m, situate în zona centrală, după fiecare direcție, care se comportă similar unor grinzi. Aceste “grinzi” au același mod de rezemare ca și planșeul din care fac parte, deci sunt dublu încastrate; fiecărei fâșii de placă îi va reveni din încărcarea totală a planșeului (q_{pl}^c) o anumită cotă parte (q_1^c , respectiv q_2^c).



Deschiderea de calcul a planșeului pe cele două direcții (l_1 și l_2) se consideră între fețele laterale interioare ale centurilor de legătură cu pereții.

Se urmărește determinarea momentelor încovoietoare maxime pe cele două direcții, funcție de care se va face dimensionarea planșeului. Momentele sunt date de încărcările pe planșeu aferente celor două direcții.

Încărcările de pe cele două direcții se stabilesc pe baza egalității săgeților la intersecția fâșiilor considerate, deformata plăcii fiind continuă.

$$\text{Rezultă:} \quad q_1^c = q^c \cdot \frac{I_2^4}{I_1^4 + I_2^4} \quad ; \quad q_2^c = q^c \cdot \frac{I_1^4}{I_1^4 + I_2^4}$$

În standard valorile acestor fracții sunt date tabelar, sub forma unor

coeficienți (β_1 și β_2), funcție de raportul laturilor ($\lambda = \mathbf{l}_1/\mathbf{l}_2$) și de modul de rezemare al plăcii. Încadrarea este tip 6, deci coeficienții sunt notați $\beta_{6,1}$; $\beta_{6,2}$.

$$\text{Se poate scrie:} \quad q_1^c = \beta_{6,1} \cdot q^c \quad ; \quad q_2^c = \beta_{6,2} \cdot q^c$$

Momentele încovoietoare pentru cele două direcții se calculează în câmp și pe reazeme, direct sau cu ajutorul tabelor existente în standard:

a) Momentele maxime în câmp:

$$M_{1c} = \frac{1}{24} \cdot q_1^c \cdot \mathbf{l}_1^2 \quad , \quad \text{respectiv:} \quad M_{1c} = \alpha_{6,1} \cdot q^c \cdot \mathbf{l}_1^2$$

$$M_{2c} = \frac{1}{24} \cdot q_2^c \cdot \mathbf{l}_2^2 \quad , \quad \text{respectiv:} \quad M_{2c} = \alpha_{6,2} \cdot q^c \cdot \mathbf{l}_2^2$$

$\alpha_{6,1}$ și $\alpha_{6,2}$ se iau din tabel, funcție de $\lambda = \mathbf{l}_1/\mathbf{l}_2$, pentru tipul de rezemare 6.

b) Momentele pe reazeme:

$$M_{1r} = -\frac{1}{12} \cdot q_1^c \cdot \mathbf{l}_1^2 \quad ; \quad M_{2r} = -\frac{1}{12} \cdot q_2^c \cdot \mathbf{l}_2^2 \quad (\text{daN}\cdot\text{m})$$

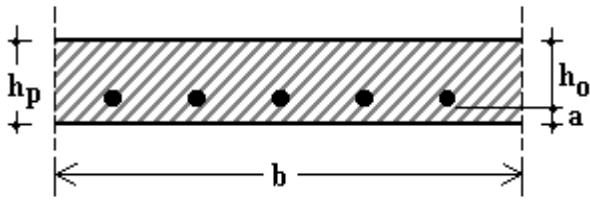
e. Calculul armăturii de rezistență

w Se adoptă:

- clasa betonului B_c15 (marca B200), cu rezistența de calcul $R_c = 9,5 \text{ N/mm}^2$;
- tipul oțelului: OB 37, cu $R_a = 210 \text{ N/mm}^2$.

w Se cunosc :

h_p (în mm) ; M (în N·mm) ; $b = 1\text{m} = 1000 \text{ (mm)}$; $a \text{ (mm)} \geq 10 \text{ mm}$



w Se determină: $h_0 = h_p - a$
 în care a este acoperirea cu beton
 a armăturii; a se adoptă de 10 mm.

w Se calculează expresiile m și ξ , utilizate pentru calculul armăturii:

$$m = \frac{M}{b \cdot h_0^2 \cdot R^c} \quad ; \quad \xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot m}$$

Aria necesară a armăturii de rezistență (A_a) se calculează cu relația:

$$A_a = \xi \cdot \frac{R^c}{R_a} \cdot b \cdot h_0 \quad (\text{mm}^2)$$

care se particularizează pentru cele două direcții, obținându-se: $A_{a,1}$ și $A_{a,2}$.

w Corespunzător acestor arii se stabilește numărul de bare de oțel beton, adoptându-se diametre de min. 6 mm, fără a se depăși însă 14 bare/m.

Ariile secțiunii transversale ale barelor rotunde din oțel-beton, pentru câteva diametre uzuale la plăci de beton armat pentru planșee se dau mai jos:

Diametrul barei Φ (mm)	6	8	10	12
Aria secțiunii A_b (cm ²)	0,283	0,503	0,785	1,130

Numărul necesar de bare OB rezultă, în general, din raportul dintre aria totală de armătură necesară (A_a) și aria secțiunii armăturii adoptate (A_b):

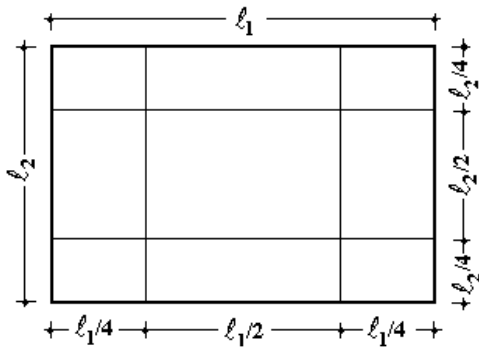
$$n_{\text{bare}} = \frac{A_a}{A_b}$$

Acest număr, care poate rezulta zecimal, se rotunjește în plus la un număr întreg, obținându-se numărul necesar de bare de calcul (n_{bare}^c).

Necesarul de armătură de rezistență (ariile și numărul de bare) se calculează pentru ambele direcții ale plăcii, atât în câmp cât și pe reazeme.

f. Armarea planșului. Reguli, recomandări

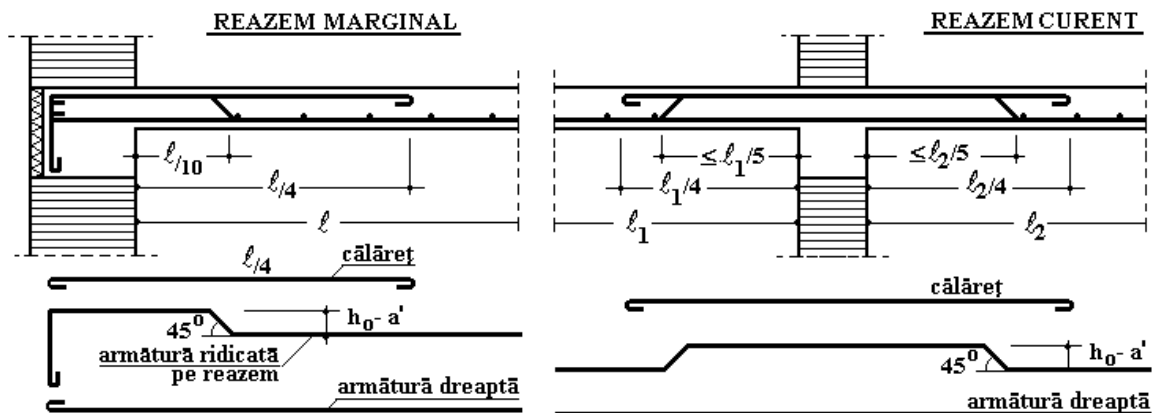
- Armătura rezultată din calcul se repartizează pe direcția respectivă pe fâșii cu lățimea de 1 m a planșului (maxim 14 bare pe metru);
- Se recomandă folosirea de bare cu diametrele $\Phi = 6 \dots 12$ mm;
- Distanța dintre bare trebuie să fie de minim 70 mm, maxim $2 \cdot h_p$;
- Pentru aceeași placă nu se folosesc mai mult de 2 diametre de bare;
- Acoperirea cu beton a armăturii trebuie să fie de minim 10 mm;
- Barele se prevăd cu ciocuri semicirculare cu lungimea de $14 \cdot \Phi$;
- Procentul de armare $\mu = \frac{A_a}{A_b} \cdot 100 = \frac{A_a}{b \cdot h_0} \cdot 100$ pentru plăci trebuie să fie cuprins între 0,3 și 0,9 % , valorile optime fiind: pentru oțel beton OB 37 – de 0,4...0,8%; pentru PC 52 – 0,3...0,6% ; pentru STNB – 0,25...0,5 % . Valoarea minimă admisă: $\mu = 0,05 \dots 0,1$ %;
- Cel puțin 1/3 din barele din câmp se prelungesc dincolo de reazem, iar restul se ridică la 45° pe reazeme;
- Dispunerea armăturii pe placă se face pe fâșii (marginale și centrale),



considerate după cele două direcții, astfel:

- pe fâșia centrală a plăcii se prevede integral armătura rezultată din calcul,
- pe fâșiile marginale armătura se reduce la jumătate, dar se prevăd min. 3 bare/m.

EXEMPLE DE ARMARE IN ZONA REAZEMELOR



g. Algoritmul de calcul al planșului de beton armat

w Se stabilește prin predimensionare grosimea plăcii de beton armat (h_p); în cadrul proiectului de față s-a adoptat $h_p = 10$ cm.

w Se adoptă modul de armare, după una sau două direcții, funcție de raportul laturilor planșului ($\lambda = l_1/l_2$).

w Se evaluează încărcarea totală de calcul pe m^2 de planșeu.

- w Se calculează componentele încărcării pentru cele două direcții.
- w Se calculează valorile momentului încovoietor corespunzătoare celor două direcții, în câmp și pe reazeme: M_{1c} , M_{1r} , M_{2c} , M_{2r} .
- w Se adoptă caracteristicile: R_c , R_a , a , Φ .
- w Se calculează: $h_{op} = h_p - a$.
- w Se calculează caracteristicile m și ξ .
- w Se determină prin calcul aria de armătură necesară pe cele două direcții, în câmp și pe reazeme: A_{1a} , A_{1r} , A_{2a} , A_{2r} .
- w Se stabilește numărul necesar de bare, funcție de diametre, ținând seama de măsurile constructive indicate pentru plăci de beton armat.
- w Se stabilesc datele pentru întocmirea planului de armare: numărul de bare drepte, înclinate și călăreți, lungimea segmentelor barelor.

8.2 PLAN COFRAJ ȘI ARMARE PLANȘEU

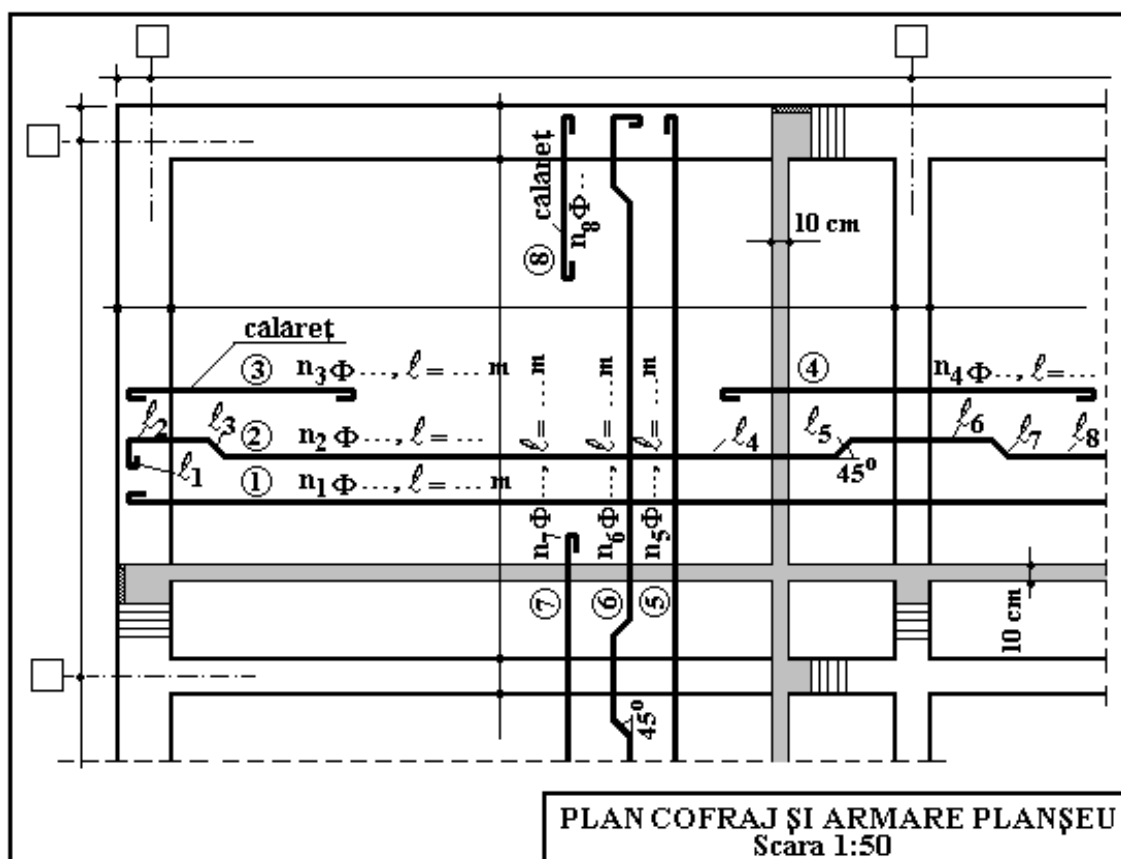
Această planșă constituie prezentarea grafică a rezultatelor calculului de rezistență a planșeului de beton armat, în vederea execuției.

Planșa prezintă desfășurarea barelor de armătură după cele două direcții ortogonale ale planșeului, cu indicarea diametrelor și a numărului de bare pe metru lățime de placă, precum și lungimea barelor liniare și a segmentelor barelor înclinate, în vederea fasonării necesare pentru montaj.

Pe planșă sunt date, de asemenea, unele detalii pentru elementele de legătură ale planșeului cu pereții (centurile) și eventual pentru grinzi.

Aceeași planșă servește la alcătuirea cofrajului necesar execuției elementului de beton armat monolit, respectiv pentru plăci, centuri și grinzi.

Un model de planșă pentru o porțiune de planșeu se dă în continuare.



Planșa se completează cu un tabel de armătură, care sintetizează necesarul de oțel-beton pentru armarea planșeului, pe diametre, cu indicarea numărului și lungimii barelor, iar în final a cantității totale de oțel necesare, care se trece în antemăsurătoare și în continuare în devizul lucrării.

TABEL DE ARMĂTURĂ**Bc 15; OB 37**

Marca barei	Diametre Φ (mm)	Lungimea unei bare l (m)	Număr de bare asemenea	Lungimi pe diametre (m)			
				$\Phi 6$	$\Phi 8$	$\Phi 10$	$\Phi 12$
1							
2							
3							
:							
n							
Lungimi totale pe diametre (m)							
Greutate pe metru liniar (daN/m)				0,222	0,395	0,617	0,888
Greutate pe diametre (daN)							
Greutate totală (daN)							