

# PLANȘEE CU GOLURI SFERICE TIP BUBBLEDECK

Eduard BALAN, Alexandru FRUNZA

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** *Se studiază metodele de calcul a planșelor rezemă direct pe stâlpi.*

**Cuvinte cheie:** *planșee dală, planșee bubbledeck, secțiune de calcul, arie de calcul, perimetru de calcul.*

## 1. Noțiuni generale:

Planșeele din beton armat sunt principalele tipuri de planșee, care se folosesc în prezent la clădirile etajate industriale și civile cu destinație diferită. În dependență de schema constructivă, planșeele din beton armat sunt divizate în două tipuri: planșee cu plăci și grinzi și planșee fără grinzi. Planșeele din plăci și grinzi sunt alcătuite din grinzi amplasate într-o direcție a clădirii sau în ambele, pe care se rezemă plăcile. În planșeele fără grinzi plăcile se rezemă nemijlocit pe stâlpi.

**1.1 Planșeele – dală** sunt alcătuite dintr-o placă dreaptă ce rezemă direct pe stâlpi, fără intermediul capitelurilor. Lipsa unor elemente de rigidizare sporită față de placă schimbă modul de transmitere a forțelor, aducând lucrul “în suprafață” a întregii dale. Avantajele arhitecturale fac ca acest planșeu să fie deosebit de apreciat și solicitat de arhitecți. Utilizate la clădirile civile, aceste planșee prezintă o serie de avantaje: micșorarea înălțimii de construcție – prin eliminarea grinzilor; economie de cofraj– prin re folosirea lui; reducerea finisajelor și posibilitatea montării conductelor pentru instalații în placa groasă a planșeului. Legătura între placă și stâlp, în cazul planșeului – dală, prezintă tendințe de străpungere. În acest loc apar eforturi importante de forfecare și eforturi principale. Îmbunătățirea comportării planșeului în zona de legătură placă-stâlp se realizează prin limitarea grosimii minime a plăcii și a lățimii minime a stâlpilor. Grosimea minimă a plăcii se ia (minim – 15 cm).

**1.2 Bubbledeck** este un planșeu din beton armat în care sunt înglobate sfere din material plastic realizate uzinal, asociate cu rețelele de armatură. Cea mai bună soluție pentru o construcție rezistentă la seism. Îmbunătățește în mod radical proiectarea costurilor și performanța, reducând în același timp costurile per ansamblu.

Procedeeul BubbleDeck pentru realizarea planșeelor compozite din beton cu goluri pe două direcții a fost inventat în Danemarca, dispune de licență și este conceput pentru a realiza economie de beton și energie la realizarea construcțiilor. Planșeele compozite sunt alcătuite din elemente de planșeu cu goluri sferice, tip BubbleDeck, monolitizate pe direcție longitudinală și transversală. Prevederea golurilor conduce la micșorarea greutateii planșeelor cu 30-50%, ceea ce duce la reducerea încărcărilor în stâlpi, pereți și fundații, precum și la reducerea greutateii întregii structuri.

## 2. Caclulul comparativ dintre planșeul dală clasic și planșeul dală cu goluri tip Bubbledeck

### 2.1 Studiu de caz.

În prezent prețul unei construcții depinde în mare măsură de soluțiile arhitectural - estetice.

Se atrage o deosebită atenție structurilor cu planșeu dală care oferă mai multe posibilități privind replanificarea încăperilor și lipsesc grinzile care afectează imaginea interiorului și micșorează local înălțimea încăperilor. În Republica Moldova în prezent se folosesc planșee dală clasice, dar pe măsura avansării tehnologiei în construcții este posibil ca în curînd să apară și în Republica Moldova planșee dala moderne cu goluri sferice tip Bubbledeck.

Se propune spe analiză calculul static pentru un planșeu dală clasic și un planșeu cu goluri tip Bubbledeck. Studiu de caz se va face pentru o construcție în două nivele cu caracteristicile:

- h nivel I=5.0m;
- h nivel II=4.0m;
- dimensiunile în plan 12mx12m cu console L=1.2m (vezi fig.1).
- dimesniuni stâlpi 0.4mx0.4m;

- destinatația inacperilor va fi oficiu multifunctional;

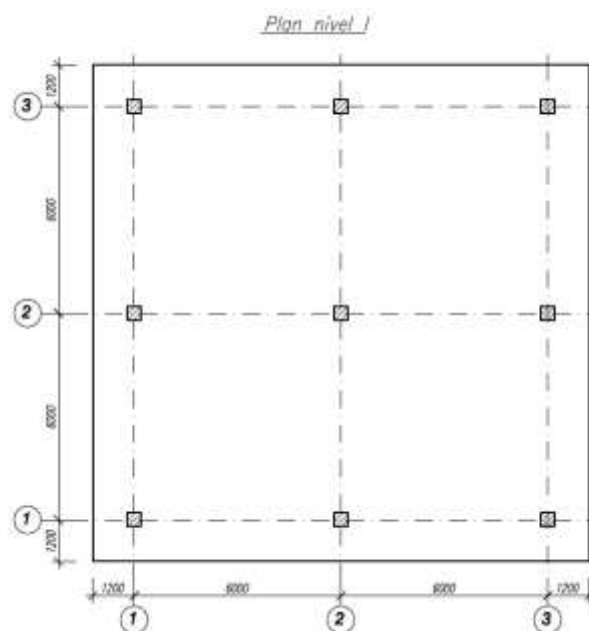


Figura 1

În continuare este prezentat calculul static al planșeului la nivelul I în două variante:

- Planșeu dală clasic;
- Planșeu cu goluri tip Bubbledeck.

Calculul se efectuează cu programul de calcul certificat în Republica Moldova – „SCAD Office”

## 2.2 Schema de încărcare a construcției.

Construcția este solicitată de:

- Încărcări permanente, de la greutatea proprie;
- Încărcări permanente pe planșeu  $q=[\text{kN}/\text{m}^2]$ :
  - Greutatea proprie a pardoselii,  $q=1.5\text{kN}/\text{m}^2$ ;
  - Greutatea pereților despărțitori,  $q=1\times 1.1=1.1\text{kN}/\text{m}^2$ ;
  - Greutatea totală  $q=q+q=1.5+1.1=2.6\text{kN}/\text{m}^2$ ;
- Sarcina utilă de lungă durată conform СНиП 2.01.07-85\* „Нагрузки и Воздействия”:
- Oficiu  $q=0.7\times 1.2=0.84\text{kN}/\text{m}^2$ ;
- Sarcina utilă de scurtă durată conform СНиП 2.01.07-85\* „Нагрузки и Воздействия”:
- Oficiu  $q=1.3\times 1.2=1.56\text{kN}/\text{m}^2$ ;

## 2.3 Planșeu dala clasic.

În lipsa unui ghid privind calculul și alcătuirea planșeelor dală clasice valabil pentru Republica Moldova, analiza structurii se va face în baza normativelor din România, SR EN 1992, Anexa 1.

Din punct de vedere static planșeele dală se consideră plăci continue care se reazemă pe stâlpi. Calculul static se face în domeniul elastic. Placa este singurul element portant pe orizontală.

Grosimea dalei trebuie să respecte următoarele condiții:

$$h \geq h_{\min} = 200\text{mm};$$

$$h \geq l/30 = 600/30 = 200\text{mm};$$

unde  $l$  - distanța între axe;

$$h \geq l/\gamma = 600/25.2 = 238.095\text{mm};$$

Coefficientul  $\gamma$  se obține din condiția de a nu efectua un calcul de deformare al dalei

$$\gamma = 1.4(11 + 1.4\sqrt{f_{ck}}) = 1.4(11 + 1.4\sqrt{25}) = 25.20\text{mm}$$

unde  $f_{ck}$  este rezistența betonului

Grosimea plăcii se adoptă  $h=240\text{mm}$ .

Structura a fost introdusă în programa de calcul SCAD de unde s-au obținut eforturile și armătura necesară.

## 2.4 Planșeu cu goluri tip Bubbledeck

În lipsa unui agrement tehnic valabil pentru Republica Moldova analiza structurii cu planșee cu goluri tip Bubbledeck, se va face în baza agrementului tehnic 007-01/120-2007 din Romania.

Conform specificațiilor din agrementul tehnic, la deschideri 6mx6m se folosesc planșee Bubbledeck cu grosimea 280mm, la care vor fi utilizate sfere din propilena de diametru 225mm. Sferele din propilena sunt asezate în module de armătura pentru a asigura poziția de proiect. Distanțele dintre nervuri trebuie să fie minim 1/9 din diametrul sferelor. În zona de străpungere a reazemului, planșeul se execută plin fără goluri cu aceeași grosime ca planșeul de bază.

Zona de străpungere,  $l > 2d$ , se calculează ca și pentru planșeul dală clasic:

$$d = 0.5(h_{0,x} + h_{0,y});$$

$$h_{0,x} = h - a_s - 0.5 \cdot \phi = 280 - 15 - 0.5 \cdot 16 = 257 \text{ mm}$$

$$h_{0,y} = h - a_s - \phi - 0.5 \cdot \phi = 280 - 15 - 16 - 0.5 \cdot 16 = 241 \text{ mm}$$

$$d = 0.5(257 + 241) = 249 \text{ mm unde:}$$

$h$  - grosimea plăcii;

$a_s$  - stratul minim de acoperire;

$\phi$  - diametrul armaturii;

Prezența golurilor sferice în planșeu schimbă schema clasică de calcul a planșeului dală și necesită introducerea unei metodologii noi de calcul. În realitate planșeul Bubbledeck reprezintă o rețea de grinzi în ambele direcții, delimitate cu goluri sferice. Pasul grinzilor coincide cu pasul carcaselor de lucru, care sunt amplasate uniform peste două goluri sferice. Secțiunea grinzilor este de formă neregulată. În calcul vom adopta grinzi dublu T rezultate din echivalarea aproximativă a ariilor, vezi figura 4.7. Din condiția de rezervă aria secțiunii dublu T adoptată trebuie să fie mai mică ca 0.9 x aria secțiunii neregulate.

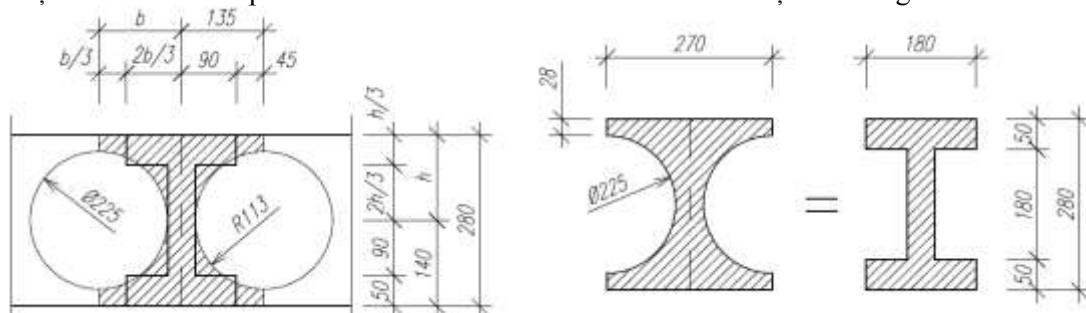


Figura 2.2 Principiul egalarii sectiunilor

În calcul a fost introdusă placa plină în zona reazemului și grinzi amplasate în ambele direcții pentru restul planșeului, vezi figura 2, de unde s-au obținut eforturile și armătura necesară.

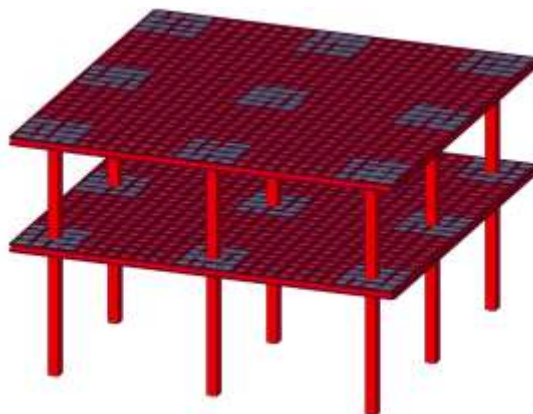


Figura 2 Schema de calcul

## 2.5 Armarea planșului dală clasic

Planșul dală clasic este armat conform rezultatelor obținute cu ajutorul softului de calcul „SCAD”. Planșul va fi armat cu plase continue în partea inferioară și superioară. Suplimentar va fi consolidată zona de reazem cu carcasa plane care vor prelua momentul suplimentar și forța tăietoare în zona de străpungere.

Conform calculului aria necesară:

- partea inferioară,  $A_{s,max} = 3.74cm^2$ ;
- partea superioară în afara zonei de străpungere  $l=2d$ ,  $A_{s,max} = 5.67cm^2$ ;
- partea superioară în zona de străpungere  $l=2d$ ,  $A_{s,max} = 13.24cm^2$ ;

În proiect se adoptă armarea cu bare continue în câmp și suplimentar cu carcasa plane la reazem:

- partea inferioară,  $\phi 10$  cu pasul 200mm  $A_s = 3.93cm^2$ ;
- partea superioară în afara zonei de străpungere,  $\phi 12$  cu pasul 200mm  $A_s = 5.65cm^2$ ;
- partea superioară în zona de străpungere ( $l=2d$ ), armarea planșului  $\phi 12$  pas 200mm plus carcasa plane cu diametrele conform calculului.

Armarea planșului dală clasic vezi anexele 1; 2.

## 2.6 Armarea planșului dala cu goluri tip Bubbledeck

Planșul cu goluri tip Bubbledeck este armat conform rezultatelor obținute cu ajutorul softului de calcul „SCAD”. Planșul cu grosimea 27.5mm în partea superioară și inferioară va fi armat cu bare continue cu  $\phi 6AIII$  din punct de vedere constructiv pentru a monta în poziție de proiect sferile din plastic tip Bubbledeck. Elementul portant în câmp va servi carcasa plane amplasate în ambele direcții cu pasul peste două sfere.

Carcasa plane vor fi armate cu diametrul  $1\phi 12AIII$ ,  $A_s=1.131cm^2$  în partea inferioară și cu  $1\phi 14AIII$ ,  $A_s=1.539cm^2$  în partea superioară. Armatura verticală se adoptă cu  $\phi 8AI$  conform calculului și sub formă de zigzag pentru un lucru mai eficient la forța tăietoare.

În zona de străpungere,  $l=2d$ , se vor instala suplimentar carcasa plane care să preia momentul din zona de străpungere. Armatura de lucru a carcaseror suplimentare în zona reazemului se adoptă din calcul.

## 2.7. Analiza comparativa a consumului de materiale

Pentru executarea planșului dală clasic la nivelul I cu suprafața  $S = 207.4m^2$  este nevoie de:

- 4214,72kg armatura conform GOST 5781-82 și 49.8m<sup>3</sup> de beton clasa C25,

Pentru executarea planșului tip Bubbledeck la nivelul I cu suprafața  $S = 207.4m^2$  este nevoie de:

- 4015,5kg armatura conform GOST 5781-82 și 23,2m<sup>3</sup> de beton clasa C25,

În baza rezultatelor obținute am obținut o economie de material față de planșul dală clasic:

$$\Delta = \frac{4214.72 - 4015.5}{4214.72} \cdot 100\% = 4.73\% \text{ pentru consum de armatura;}$$

$$\Delta = \frac{49.8 - 23.2}{23.2} \cdot 100\% = 53.4\% \text{ pentru consum de beton;}$$

Observatii: 1) Economia de material este pentru cazul concret analizat; 2) Nu s-a ținut cont de prețul și numărul sferelor de plastic tip Bubbledeck.

### Concluzii

În baza rezultatelor obținute constatăm:

1. Amplasarea golurilor respectă diagrama momentelor în planșul dală.
2. Planșul Bubbledeck lucrează foarte bine la solicitări statice, respectiv trebuie exclus la maxim deformațiile pe orizontală prin amplasarea unui număr suficient de diafragme care să preia sarcinile orizontale.
3. Planșul Bubbledeck este o soluție optimă la solicitări statice pentru executarea planșului dală.
4. Se obține o economie considerabilă de materiale, respectiv prețul final a construcției este redus.
5. Se protejează mediul înconjurător prin micșorarea materialelor artificiale folosite.