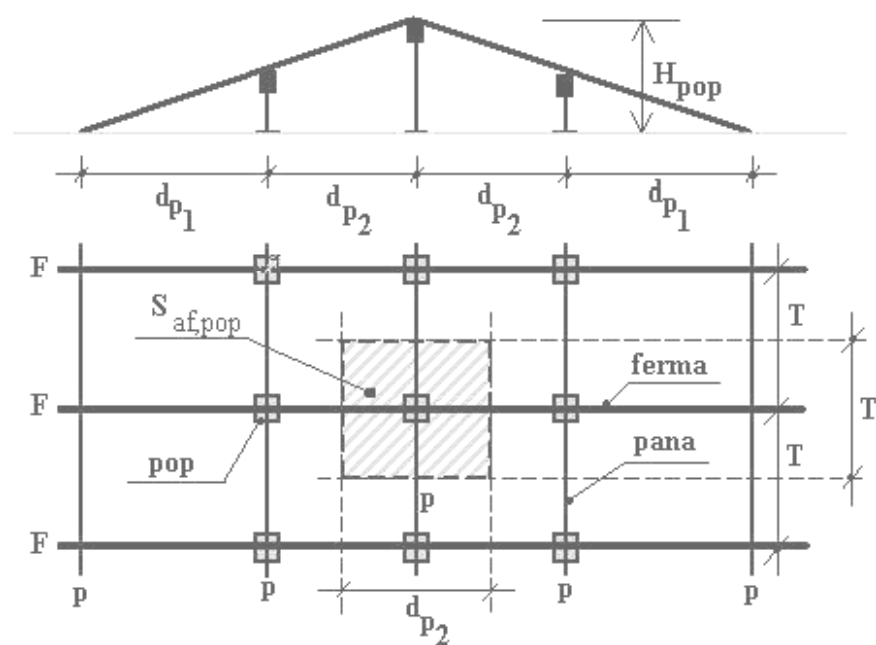


CALCULUL ELEMENTELOR ȘARPANTEI



4. CALCULUL UNOR ELEMENTE ALE ȘARPANTEI

În cazul șarpantelor din lemn pe scaune se calculează principalele elemente cu rol de rezistență: șipca (sau astereala), căpriorul, pana și popii.

În cadrul proiectului, pentru simplificare, se vor calcula numai panele și popii; celelalte elemente (șipcile sau astereala și căpriorii) se adoptă.

Calculul elementelor șarpantei se efectuează conform STAS 856, prin metoda rezistențelor admisibile (MRA), considerând următoarele încărcări:

- permanente - din greutatea proprie a elementelor (G)
- temporare:
 - din greutatea zăpezii de pe acoperiș (Z)
 - datorită acțiunii vântului (V)
 - sarcină concentrată (greutatea unui om) (P),

în următoarele grupări (combinații de încărcări), recomandate de STAS 856:

- gruparea (a) - $G + Z$
- gruparea (b) - $G + V + \frac{1}{2} \cdot Z$
- gruparea (c) - $G + P$

Etapele calculului de rezistență sunt următoarele:

- A. Evaluarea încărcărilor.
- B. Determinarea eforturilor.
- C. Verificarea (dimensionarea) secțiunilor.

În cazul elementelor solicitate la încovoiere ale acoperișului (cum sunt paneele, căpriorii, șipcile și astereala) calculul cuprinde două faze:

1. calculul de rezistență;
2. calculul de rigiditate.

Calculul de rezistență are ca scop fie verificarea secțiunilor, respectiv verificarea eforturilor unitare efective care iau naștere pe secțiuni datorită sarcinilor, comparativ cu rezistențele admisibile ale materialului, fie dimensionarea secțiunilor elementelor, pentru ca acestea să poată prelua încărcările.

Calculul de rigiditate urmărește compararea săgeții efective a unui element, datorită încărcărilor din exploatare, cu săgeata maximă admisibilă.

Pentru a fi considerate corespunzătoare în exploatare, elementele de rezistență ale acoperișului trebuie să îndeplinească cerințele ambelor etape.

4.1 - VALORI UNITARE ALE ÎNCĂRCĂRILOR

a. Actiuni permanente (AP)

Provin numai din greutatea proprie a elementelor (**g**) și se adoptă conform STAS 10101, funcție de alcătuire și de materialele folosite.

1. Pentru învelitori se adoptă următoarele valori (g_i**):**

- Țigle solzi – 1 strat - $g_i = 41,0 \text{ daN/m}^2$
- Țigle solzi – 2 straturi - $g_i = 63,5 \text{ daN/m}^2$
- Țigle presate – 1 strat - $g_i = 42,0 \text{ daN/m}^2$
- Țigle trase – 1 strat - $g_i = 36,0 \text{ daN/m}^2$

2. Învelitoare + elemente auxiliare (șipci și căpriori) ($g_{i,a}$):

- Țigle solzi - 1 strat - $g_{i,a} = 65 \text{ daN/m}^2$
- Țigle solzi - 2 straturi - $g_{i,a} = 85 \text{ daN/m}^2$
- Țigle presate - 1 strat - $g_{i,a} = 50 \text{ daN/m}^2$
- Țigle trase - 1 strat - $g_{i,a} = 50 \text{ daN/m}^2$

3. Greutatea tehnică a lemnului se adoptă astfel:

- pentru lemn de rășinoase, frecvent folosit - $\gamma = 600 \text{ daN/m}^3$

b. Acțiuni temporare (AT)

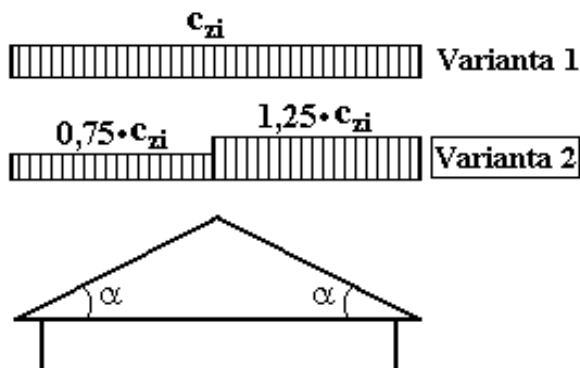
Sunt determinate de greutatea zăpezii, de acțiunea vântului, precum și de greutatea unui om cu unelte, exercitate asupra acoperișului.

1. Încărcarea cu zăpadă (p_z)

se determină conform STAS 10101/21-92, funcție de forma și unghiul de înclinare ale acoperișului, utilizându-se relația de calcul:

$$p_z = c_{zi} \cdot c_e \cdot g_z \quad \text{în care:}$$

- c_e este coeficientul prin care se ține seama de condițiile de expunere a construcției, având valorile: $c_e = 0,8$ pentru acoperișuri obișnuite, în condiții de expunere normale, respectiv $c_e = 0,6$ pentru expunere deosebită;
- c_{zi} - coeficientul prin care se ține seama de aglomerarea zăpezii pe suprafețele construcției expuse depunerii zăpezii, adoptându-se ca mai jos:



α	c_{zi}
$0 < \alpha \leq 30^\circ$	1,0
$30^\circ < \alpha \leq 60^\circ$	$\frac{60 - \alpha}{30}$
$\alpha > 60^\circ$	0

Deoarece unghiul de înclinare a acoperișului clădirii proiectate este cuprins între 30° și 60° , valoarea c_{zi} se adoptă de pe linia a doua din tabel și se majorează cu 25%, corespunzător variantei 2 de aglomerare cu zăpadă, deci:

$$c_{z2} = 1,25 \cdot \frac{60 - \alpha}{30}$$

• g_z este greutatea de referință a stratului de zăpadă de pe suprafețele orizontale din vecinătatea clădirii; se adoptă conform tabelului:

ZONA	A	B	C	D	E
g_z (daN/m ²)	90	120	150	180	150...720

2. Încărcarea datorită vântului (p_v)

Se poate neglija datorită valorilor foarte reduse ($8...15 \text{ daN/m}^2$) sau chiar negative (efect de sucțiune) care rezultă pentru lățimile curente mici ale tronsoanelor și pentru pantele uzuale ale acoperișului clădirilor de tip vilă.

3. Încărcarea concentrată (P)

Se adoptă: $P = 80 \text{ daN}$ - reprezentând greutatea unui om cu unelte.

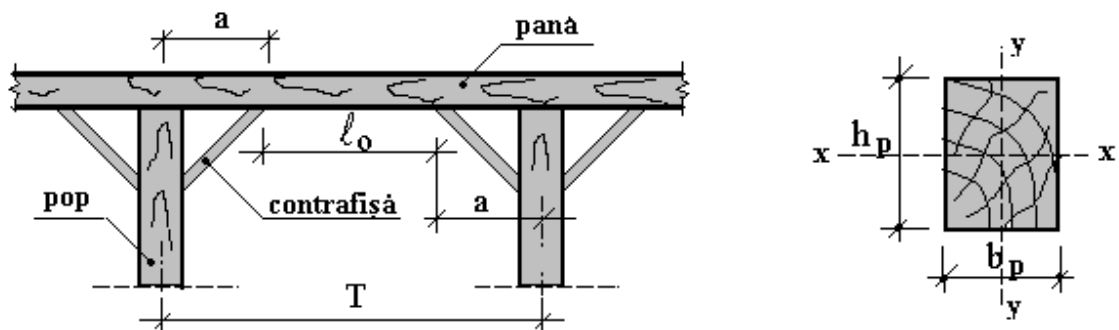
Deci, în calculele din cadrul acestui proiect se vor utiliza grupările:

w gruparea (a) - G + Z

w gruparea (c) - G + P

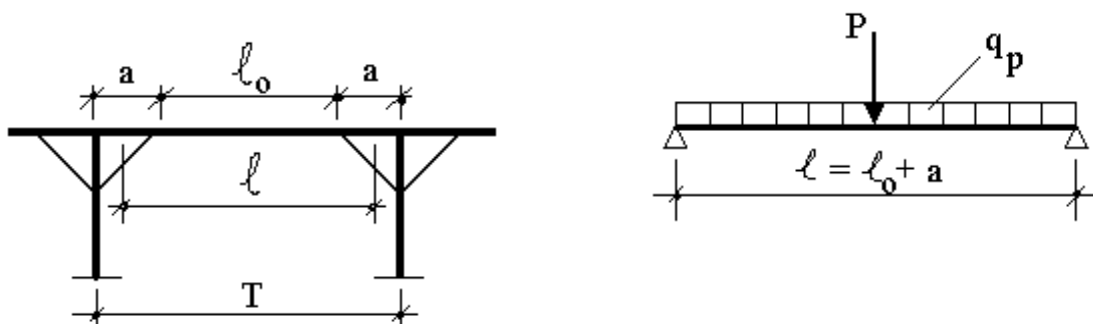
4.2 - CALCULUL PANELOR

Panele sunt grinzi liniare, paralele cu creasta acoperișului, rezemate pe popi (excepție face pana de streășină, rezemată continuu), având secțiunea dreptunghiulară normală (cu axele secțiunii orizontală, respectiv verticală).



Se calculează pana cea mai solicitată, care este de regulă pana de creastă; pentru celelalte pane se vor adopta aceleași dimensiuni ale secțiunii.

Din punct de vedere static pana se consideră grindă simplu rezemată,



având deschiderea de calcul (\mathbf{l}) determinată conform STAS 856 astfel:

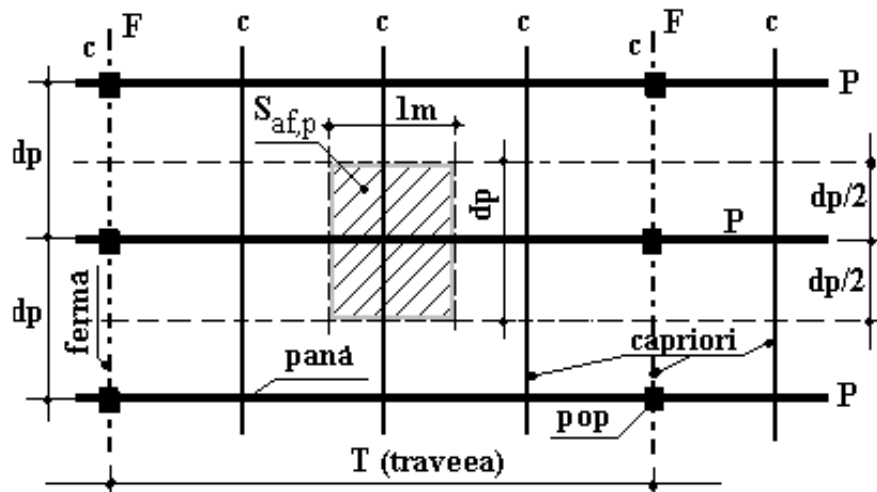
$$\mathbf{l} = \mathbf{l}_o + 2 \cdot \frac{a}{2} = \mathbf{l}_o + a = T - 2 \cdot \frac{a}{2} = T - a$$

în care: • T este traveea, respectiv distanța dintre ferme (dacă $T < 5$ m, în calcule se adoptă $T = 5$ m); • \mathbf{l} este deschiderea de calcul a panii (în m), funcție de deschiderea liberă (\mathbf{l}_o); • $a = 70 \dots 100$ cm.

Grinda se consideră încărcată cu o sarcină uniform distribuită, dată de suma încărcărilor din greutatea proprie și din încărcarea cu zăpadă - în gruparea (a), respectiv cu o sarcină uniform distribuită datorită greutății proprii și cu o sarcină concentrată dată de greutatea unui om - în gruparea (c).

În aceste condiții, pana este solicitată la încovoiere plană.

a. Încărcările aferente panii



Pentru a se lua în considerare și greutatea proprie a panii, a cărei secțiune nu se cunoaște, se va utiliza o secțiune de 10x15 cm sau 12x15 cm.

1. Încărcări din greutatea proprie pe lungimea de 1m:

- învelitoare, șipci, cãpriori:

$$g_{i,a,p} = g_{i,a} \cdot d_p \quad (\text{daN/m}) \quad (g_{i,a} - \text{pct. 4.1 a});$$

- panã: $\bar{g}_p = b_p \cdot h_p \cdot \gamma_l \quad (\text{daN/m}) \quad (d_p, b_p, h_p - \text{în m})$

$$g_p = g_{i,a,p} + \bar{g}_p \quad (\text{daN/m}) \quad (\gamma_l - \text{în daN/m}^3).$$

2. Încãrcarea cu zãpadã, aferentã unui metru de panã:

$$p_{z,p} = p_z \cdot d_p \quad (\text{daN/m}) \quad (p_z \text{ de la pct. 4.1 b})$$

3. Încãrcarea concentratã:

$$P = 80 \quad (\text{daN})$$

4. Încãrcãri totale pe panã:

- gruparea (a) : $q_p^a = g_p + p_{z,p}$ - încãrcarea totalã uniform distribuitã
aferentã unui metru de panã.

- gruparea (c) : $q_p^c = g_p$ - distribuitã; $P_p = P$ - concentratã.

b. Determinarea eforturilor

Panele sunt solicitate la încovoiere planã. Deoarece calculul se face numai la efort unitar normal, intereseazã valorile momentelor încovoietoare.

- gruparea (a) (G+Z) : $M^a = \frac{1}{8} \cdot q_p^a \cdot l^2$

- gruparea (c) (G+P) : $M^c = \frac{1}{8} \cdot q_p^c \cdot l^2 + \frac{1}{4} \cdot P_p \cdot l$

c. Calculul secțiunii

1. Calculul de rezistență (verificarea eforturilor):

$$\sigma_{ef} = \frac{M_{max}}{W_p} \leq \sigma_{ai}$$

$$W_p = \frac{b_p \cdot h_p^2}{6} \quad (\text{cm}^3) \quad ; \quad \sigma_{ai} = 100 \text{ daN/cm}^2$$

Dacă condiția de rezistență nu se verifică (tensiunile efective rezultă prea mari sau prea mici față de rezistența admisibilă), se adoptă altă secțiune (eventual fără recalcularea încărcărilor); în final se reține secțiunea pentru care eforturile rezultate sunt cele mai apropiate de $\sigma_{a,i}$ (fără a-l depăși).

2. Calculul de rigiditate (verificarea săgeților)::

$$f_{ef}^{max} \leq f_a = \frac{l}{200} \quad (l - \text{în cm})$$

Săgeata efectivă maximă în cele două grupări se calculează astfel:

- în gruparea (a) $f_{ef}^a = \frac{5}{384} \cdot q_p^a \cdot l^4 \cdot \frac{1}{E \cdot I_p}$

- în gruparea (c) $f_{ef}^c = \frac{1}{E \cdot I_c} \cdot \left(\frac{5}{384} \cdot q_p^c \cdot l^4 + \frac{1}{48} \cdot P \cdot l^3 \right)$

- săgeata maximă de calcul va fi: $f_{ef}^{max} = \max(f_{ef}^a ; f_{ef}^c)$

în care: $I_p = \frac{b_p \cdot h_p^3}{12}$; $E = 10^5 \text{ daN/cm}^2$; b_p, h_p - în cm

Dacă săgeata nu se verifică, este necesară adoptarea unei secțiuni mai mari; în acest caz eforturile efective scad, însă trebuie acceptate ca atare.

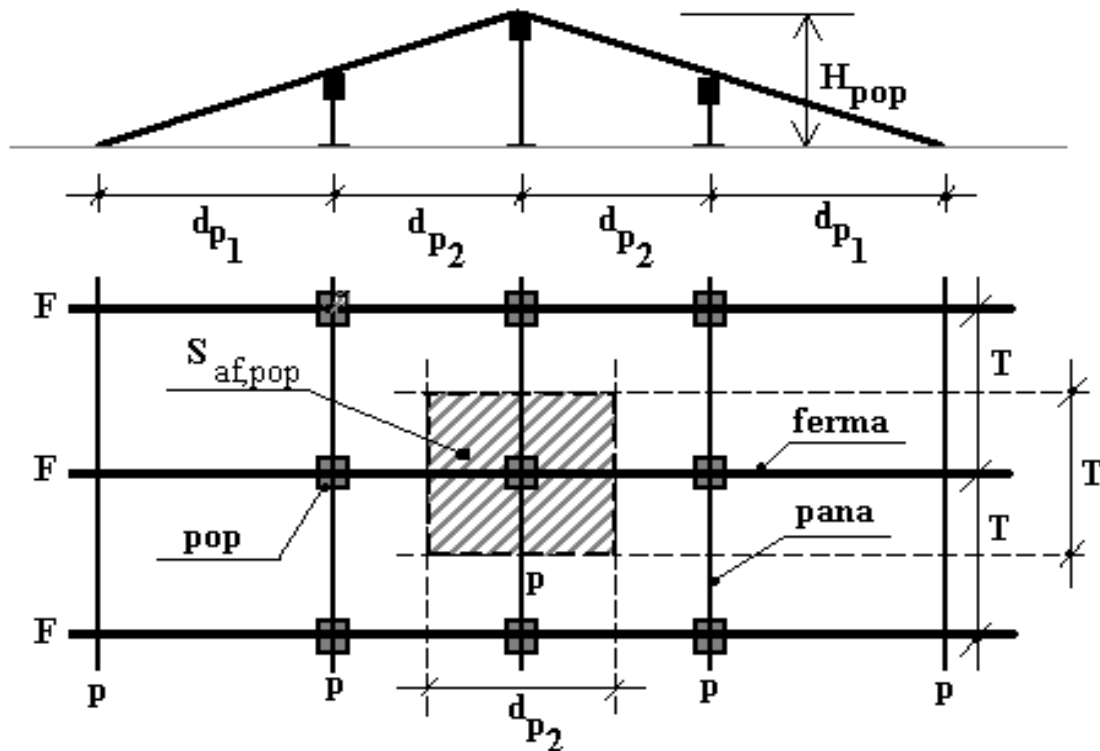
4.3 - CALCULUL POPILOR

Popii sunt elemente verticale care susțin panee și preiau încărcările transmise de acestea, fiind, prin urmare, solicitați la compresiune cu flambaj. Popii pot fi de secțiune dreptunghiulară sau de secțiune rotundă.

Se calculează popul cel mai solicitat (de regulă popul central) și se poate adopta, pentru simplificare, aceeași secțiune și pentru ceilalți popi. Dacă diferențele de încărcare ale popilor rezultă importante, pentru economie de material se dimensionează separat fiecare categorie de popi.

Secțiunile inițiale pentru evaluarea încărcărilor din greutatea proprie se adoptă din șirul: 12x15 cm, 15x15 cm ; Φ 12 cm ; Φ 14 cm.

Fiecărui pop îi va revini încărcarea de pe o suprafață aferentă de acoperiș dreptunghiulară, având lungimea egală cu distanța dintre pane ($l_x = d_p/2 + d_p/2$), iar lățimea egală cu traveea ($l_y = T/2 + T/2$), dacă distanțele dintre elemente pe cele două direcții sunt egale. Dacă aceste distanțe sunt diferite, laturile dreptunghiului suprafeței aferente rezultă ca semisumă a lățimilor fâșiilor situate de o parte și de alta a popului, mărginite de pane, respectiv de ferme ($l_x = d_{p1}/2 + d_{p2}/2$; $l_y = T_1/2 + T_2/2$).



a. Determinarea încărcărilor

1) Încărcări permanente din greutate proprie

- învelitoare + șipci + căpriori: $G_{i a, p} = g_{i a} \cdot d_{p2} \cdot T$ (daN)

- pana : $G_p = b_p \cdot h_p \cdot \gamma_{lemn} \cdot T$ (daN)

- popul : $\bar{G}_{pop} = b_{pop} \cdot h_{pop} \cdot \gamma_{lemn} \cdot H_{pop}$ (daN)

- total: $G = G_{i a, p} + G_p + \bar{G}_{pop}$ (daN)

2) Încărcarea cu zăpadă aferentă popului

$$P_{z, \text{pop}} = p_z \cdot d_p \cdot T \quad (\text{daN})$$

3) Încărcările totale aferente unui pop

$$Q = G_p + P_{z, p} \quad (\text{daN})$$

b. Eforturi secționale (forța axială N)

$$N_{\max} = Q \quad (\text{daN})$$

c. Verificarea eforturilor unitare

$$\sigma_{\text{ef}} = \frac{N}{\varphi_{\min} \cdot A_c} \leq \sigma_{ac} \quad \sigma_{ac} = 100 \text{ daN/cm}^2 \quad (1)$$

Aria de calcul pentru elementele de secțiune dreptunghiulară este:

$$A_c = A_{\text{net}} \cong A_{\text{br}} = b_{\text{pop}} \cdot h_{\text{pop}}$$

Coeficientul de subțirime λ rezultă pe baza următoarelor calcule:

$$\lambda_{\max} = \frac{l_f}{i_{\min}} ; \quad i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{A}} ; \quad I_{\min} = \frac{h_{\text{pop}} \cdot b_{\text{pop}}^3}{12} ; \quad A = h_{\text{pop}} \cdot b_{\text{pop}}$$

$$l_f = H_{\text{pop}} ; \quad i_{\min} = \sqrt{\frac{b_{\text{pop}}^2}{12}} \cong 0,29 \cdot b_{\text{pop}}$$

$$\text{deci, } \lambda_{\max} = \frac{H_{\text{pop}}}{0,29 \cdot b_{\text{pop}}}$$

Coeficientul de subțirime maxim trebuie să îndeplinească condiția:

$$\lambda_{\max} \leq \lambda_{\text{ad}} = 150$$

Dacă nu se respectă această condiție se alege altă secțiune, mai mare.

Coeficientul de flambaj φ_{\min} al popului se calculează astfel:

$$\text{a) } \text{dacă } \lambda_{\max} \leq 75 \quad \text{à} \quad \varphi_{\min} = 1 - 0,8 \cdot (\lambda_{\max} / 100)^2$$

$$\text{b) } \text{dacă } \lambda_{\max} > 75 \quad \text{à} \quad \varphi_{\min} = \frac{3100}{\lambda_{\max}^2}$$

Dacă relația de calcul (1) nu se verifică, se adoptă o altă secțiune, mai mare și se reiau calculele de verificare până la satisfacerea condiției (1).