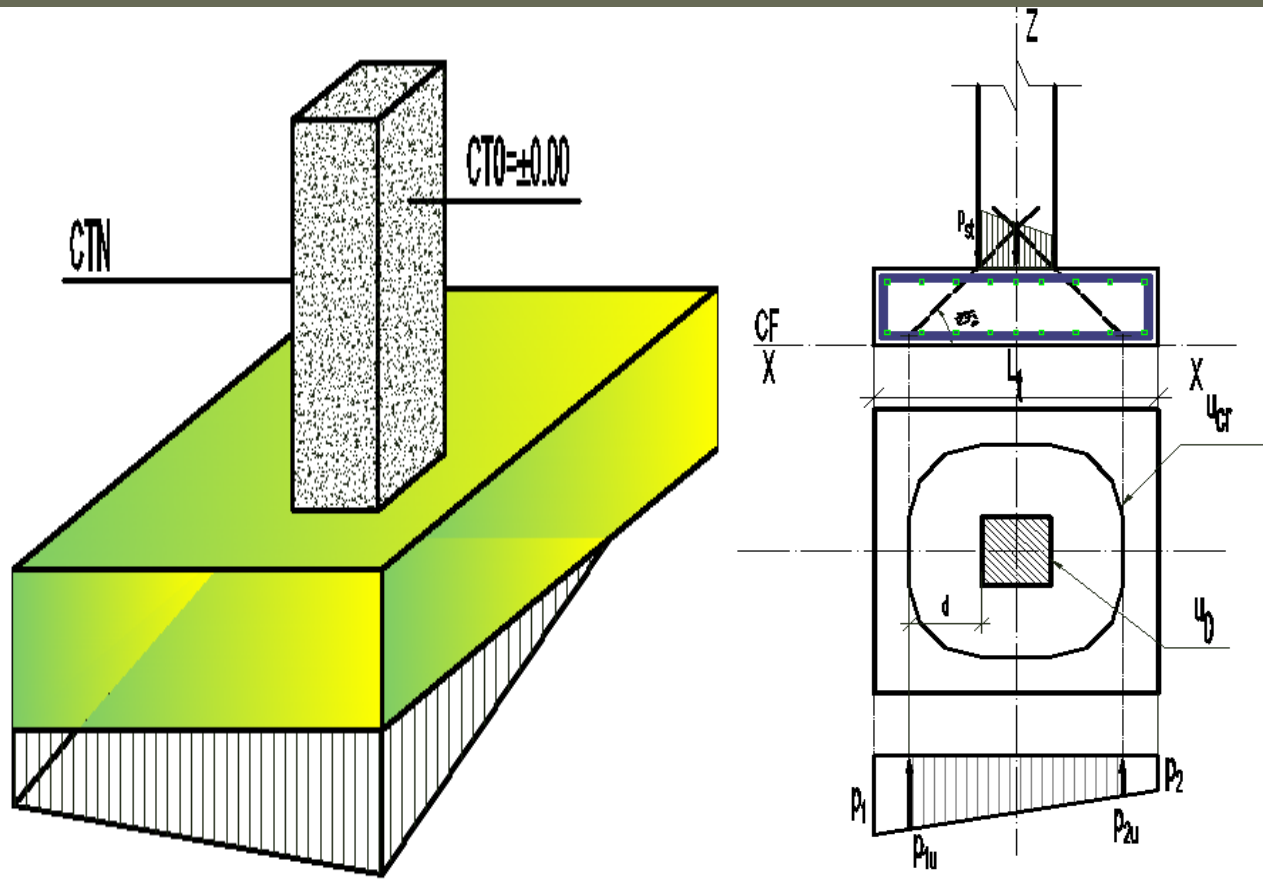


Fundație de tip 2 elastică



FUNDAȚIE DE TIP 2 TALPĂ DE BETON ARMAT

■ Etapele proiectării fundației și a verificării terenului pe care se fundează

1. Descriere structură
2. Dimensionarea fundației din condiții constructive
3. Dimensionare și verificare fundație. Verificare străpungere și încovoiere.
4. Verificare consumuri pe cele două tipuri de fundații

1. Descriere structură

Datele structurale, starea de eforturi asupra elementului (fundației) și caracteristicile terenului sunt aceleași ca în prima prezentare.

Se propune utilizarea unei fundații de tip talpă rectangulară. Folosirea fundațiilor de tip obelisc se recomandă pentru forțe axiale mari sau în situația în care se impune o cotă de fundare mai mare. Acest tip, obelisc, reduce consumul de beton și armătură, dar crește costul pe partea tehnologică.

Calculule de verificare a presiunilor pe teren și a tasărilor urmăresc aceiași pași ca la primul model, aceștia nu se vor relua în această prezentare. Rutina de calculul s-a realizat utilizând mathcad-ul, în același fișier, pentru a putea compara cele două tipuri de fundații din punct de vedere al consumurilor.

2. Dimensionarea fundației din condiții constructive

2.1. Condiții constructive secțiune de beton

Clasa minimă C16/20 –XC2, sau C25/30 –XF1, în anumite situații se poate utiliza și C12/15.

Înălțimea tălpii: $h_t \geq 30\text{cm}$

$$tg(\beta) = \frac{h_t}{L_{ot}} \geq 30(45)\text{deg} - \text{recomandare}$$

Strat de egalizare $\geq 5\text{cm}$ – rol tehnologic (C8/10 sau C6/7.5)

2.1. Condiții constructive armătură

▪ Armare inferioară:

Procent minim $p_{min} \geq 0.1\%$ sau $\left(0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}}, 0.13\%\right)$, conform SREN 1992 – 1)

Diametrul minim și pas: $\phi 10/25$, armătura se dispune pe două direcții

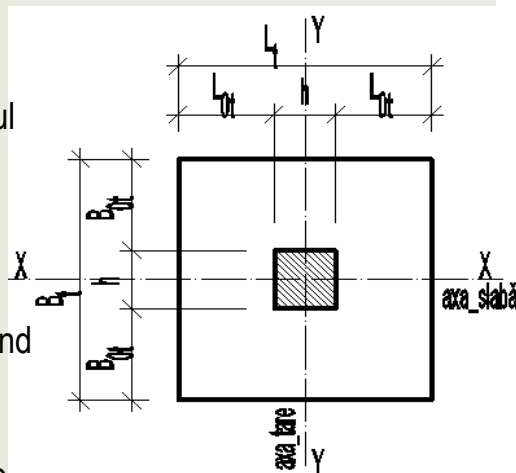
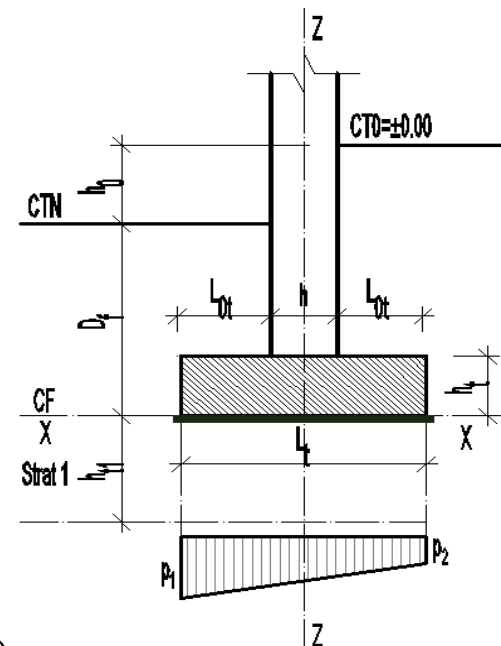
Pasul maxim 10cm.

▪ Armare superioară:

Armătura de la partea superioară este realizată din minim trei bare dispuse în dreptul stâlpului sau ca o rețea dezvoltată pe toată suprafața fundației.

Fundațiile care nu au desprindere de pe terenul de fundare se prevăd la partea superioară cu armătură constructivă.

La fundațiile care lucrează cu arie activă, armătura de la partea superioară rezultă din calculul la încovoiere. Dimensionarea armăturii se face în secțiunile de consolă cele mai solicitate, considerând momentele încovoietoare negative rezultate din acțiunea încărcărilor din greutatea fundației, a umpluturii peste fundație și a încărcărilor aplicate pe teren sau prin repartizarea momentului încovoietor transmis de stâlp. În această situație de solicitare armătura se realizează ca o rețea de bare dispuse paralel cu laturile fundației. Pentru armarea minimă se vor urma condițiile constructive de mai sus.



3. Dimensionare și verificare fundație. Verificare străpungere și încovoiere.

3.1. Verificarea presiunilor pe teren

η_{Mt} - ține seama de creșterea lungimii (cu diferența între h_f și h_t) elementului în calculul forței tăietoare asociată mecanismului.

8. Fundație Tip 2 -talpă din beton armat (fundație elastică):

• Talpă fundație

$h_t := 45 \text{ cm}$ $L_t := 1.95 \text{ m}$ $B_t := 1.80 \text{ m}$ $D_{f_t} := D_f = 1.15 \text{ m}$

• Beton talpă

C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C30/37
C35/45

• Beton de egalizare:

egalizare := 5cm

• coeficient aplicat momentului de calcul a fundației, datorat creșterii lungimii stâlpului față de tipul 1 de fundație :

$\eta_{Mt} := 1.15$

$P_{calc_t} = 182.05 \cdot \text{kPa}$

$P_{cr_t_dr} = 579.564 \cdot \text{kPa}$

$P_{pl_2} = 295.078 \cdot \text{kPa}$

• Gruparea fundamentală (GF)

$\text{verificare_excentricitate_t_GF} = \begin{pmatrix} "k" \\ "k" \end{pmatrix}$ $P_{1t_GF} = \begin{pmatrix} 212.94 \\ 166.197 \end{pmatrix} \cdot \text{kPa}$ $P_{2t_GF} = \begin{pmatrix} 119.455 \\ 166.197 \end{pmatrix} \cdot \text{kPa}$ $P_{max_t_GF} = \begin{pmatrix} 212.94 \\ 166.197 \end{pmatrix} \cdot \text{kPa}$ $\text{zona_activa_t_GF} = \begin{pmatrix} 100 \\ 100 \end{pmatrix} \cdot \%$

$\text{verificare_suprafață_de_contact_t_GF} = \begin{pmatrix} "k" \\ "k" \end{pmatrix}$ $\text{verificare_suprafață_redușă_de_contact_t_GF} = \begin{pmatrix} "k" \\ "k" \end{pmatrix}$ $\text{verificare_presiuni_t_GF} = \begin{pmatrix} "k" \\ "k" \end{pmatrix}$

$\text{verificare_pl_t_GF} = \begin{pmatrix} "k" \\ "k" \end{pmatrix}$

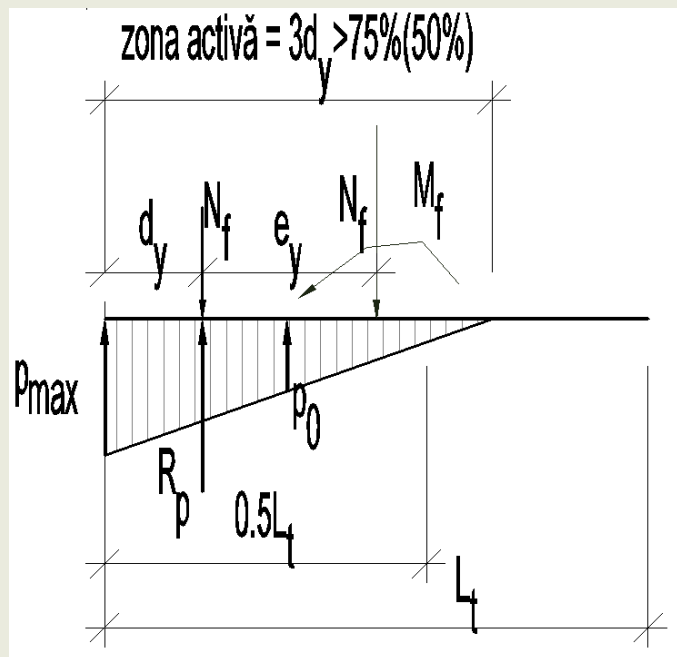
• Gruparea specială (GS)

$\text{verificare_excentricitate_t_GS} = \begin{pmatrix} "k" \\ "k" \end{pmatrix}$ $P_{1t_GS} = \begin{pmatrix} 302.173 \\ 239.668 \end{pmatrix} \cdot \text{kPa}$ $P_{2t_GS} = \begin{pmatrix} -72.886 \\ -8.102 \end{pmatrix} \cdot \text{kPa}$ $P_{max_t_GS} = \begin{pmatrix} 307.754 \\ 239.961 \end{pmatrix} \cdot \text{kPa}$ $\text{zona_activa_t_GS} = \begin{pmatrix} 74.503 \\ 96.501 \end{pmatrix} \cdot \%$

$\text{verificare_suprafață_de_contact_t_GS} = \begin{pmatrix} 0.745 \\ "k" \end{pmatrix}$ $\text{verificare_suprafață_de_contact_t_GS} = \begin{pmatrix} 0.745 \\ "k" \end{pmatrix}$ $\text{verificare_suprafață_redușă_de_contact_t_GS} = \begin{pmatrix} 0.497 \\ "k" \end{pmatrix}$

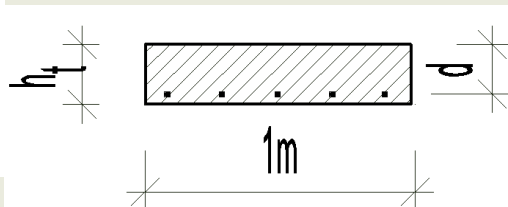
$\text{verificare_presiuni_t_GS} = \begin{pmatrix} "verificare_la_capacitate" \\ "k" \end{pmatrix}$ $\text{verificare_pl_t_GS} = \begin{pmatrix} "k" \\ "k" \end{pmatrix}$

3.2. Calcul armătură longitudinală



Calculul armăturilor presupune dimensionarea armăturii longitudinale și transversale sub acțiunea presiunilor date de teren ca răspuns la solicitările aduse din suprastructură. Calculul armăturii se va face pentru solicitarea maximă, aceasta fiind în gruparea specială -seismică. Calculul simplificat presupune izolarea consolei scurte și determinarea eforturilor ce acționează asupra ei.

Se propune o armare longitudinală plecând de la condițiile constructive și se verifică dacă aceasta este suficientă. Calculul armăturii longitudinale se va face pe o bandă de 1m lățime (pe ml). S-a propus calculul utilizând pasul armăturii, nu numărul acestora.



- se utilizează armare simetrică

- **Armare 1** - armare la partea inferioară (armare de moment):

$$\text{pas}_{t1} := 15\text{cm} \quad \phi_{t1} := \phi_{12} \quad a_s := 5\text{cm}$$

$$d_y := h_t - \left(a_s + \frac{d_{12}}{2} \right) = 39.4\text{cm} \quad d_x := d_y - d_{12} = 38.2\text{cm}$$

$$M_{Rd_t1_y} := \frac{(\phi_{t1} \cdot f_{yd} \cdot 0.90 \cdot d_y)}{\text{pas}_{t1}} = 80.209 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

- **Armare 2** - armare la partea superioară (constructiv[sau armare de moment și străpungere]):

$$\text{pas}_{t2} := 20\text{cm} \quad \phi_{t2} := \phi_{10}$$

$$M_{Rd_t2} := \frac{(\phi_{t2} \cdot f_{yd} \cdot 0.90 \cdot d_y)}{\text{pas}_{t2}} = 41.775 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$p_{y_sus} := \frac{\phi_{t2}}{\text{pas}_{t2} \cdot h_t} = 0.087\%$$

$$M_{Rd_t1_x} := \frac{(\phi_{t1} \cdot f_{yd} \cdot 0.90 \cdot d_x)}{pas_{t1}} = 77.766 \cdot \frac{kN \cdot m}{m}$$

$$p_{y_jos} := \frac{\phi_{t1}}{pas_{t1} \cdot h_t} = 0.168 \% \quad p_l := p_{y_jos} = 0.002 \quad b_{t_calc} := 1m \quad h_t = 0.45m$$

- **Armare 3** - armare la forță tăietoare sau străpungere (dacă va fi cazul):

$$\nu := 0.6 \cdot \left[1 - \left(\frac{f_{ck_BT}}{250MPa} \right) \right] = 0.562 \quad k := 1 + \sqrt{\frac{200mm}{d_y}} = 1.712 \quad C_{Rd_c} := \frac{0.18}{\gamma_c} = 0.12 \quad \sigma_{cp} := 0MPa \quad k_{1_} := 0.15 \quad t_{cp} := k_{1_} \cdot \frac{\sigma_{cp}}{MPa} \cdot \left[\left(\frac{b_{t_calc} \cdot d_y}{mm^2} \right) \cdot (N) \right]$$

- forță tăietoare capabilă fără armătură transversală:

$$V_{Rd_max} := 0.5 \cdot \nu \cdot f_{cd_BT} \cdot b_{t_calc} \cdot d_y = 1180.109 kN$$

$$V_{Rd_c} := \min \left[C_{Rd_c} \cdot k \cdot \left(100 \cdot p_l \cdot \frac{f_{ck_BT}}{MPa} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{b_{t_calc} \cdot d_y}{mm^2} \right) \cdot (N), 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \left(\frac{f_{ck_BT}}{MPa} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot \left(\frac{b_{t_calc} \cdot d_y}{mm^2} \right) \cdot (N) \right] + t_{cp} = 112.475 kN$$

$$pas_{t3} := 20cm \quad \phi_{t3} := \phi_c$$

$$V_{Rd_s} := \frac{2 \cdot \phi_{t3}}{pas_{t3}} \cdot (0.90 \cdot d_y) \cdot f_{ywd} = 0 kN$$

• Verificare Armare

$$Verif_armare_1t_GS = \begin{pmatrix} "k" \\ "k" \end{pmatrix} \quad M_{Ed_t_L_GS} = 71.661 \cdot kN \cdot \frac{m}{m} \quad M_{Ed_t_B_GS} = 57.776 \cdot kN \cdot \frac{m}{m} \quad Verif_armare_2t_GS = "k" \quad M_{top} = 5.692 \cdot kN \cdot \frac{m}{m}$$

$$Verificare_forță_tăietoare = \begin{pmatrix} "k" \\ "k" \end{pmatrix} \quad Verificare_forță_tăietoare_reazăm = \begin{pmatrix} "k" \\ "k" \end{pmatrix} \quad V_{Ed_max} = \begin{pmatrix} 171.237 \\ 141.118 \end{pmatrix} kN \quad V_{Ed_f} = \begin{pmatrix} 94.704 \\ 80.044 \end{pmatrix} kN$$

3.3. Verificare la forță tăietoare și la străpungere

Calculul la forță tăietoare presupune izolarea consolei de lungime L_{0t} și determinarea forțelor ce acționează asupra acesteia, forțe generate de presiunile din teren.

Se impun două verificări ale forței tăietoare, una ce acționează la distanța d sau la distanța a_v (a_v - poziția rezultantei presiunilor) și una la fața stâlpului. Dacă verificarea la forță tăietoare este îndeplinită, pentru acest tip de fundație nu mai este necesară verificarea la străpungere. Pentru verificarea la străpungere se va scădea presiunea terenului din interiorul perimetrului de calcul considerat.

Calculul s-a făcut conform SREN 1992-1.

Pentru elemente ce nu au armătură dispusă pentru V , forță tăietoare capabilă va fi minimul dintre:

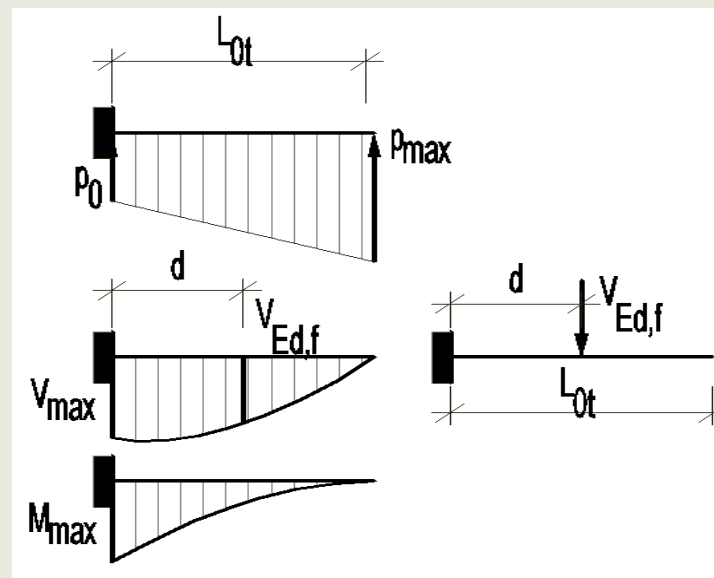
$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

$$V_{Rd,c} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d$$

Forța tăietoare maximă ce se dezvoltă la fața stâlpului nu va fi mai mare de:

$$V_{max} \leq 0.5 b_w d v f_{cd}$$

$$v = 0.6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] \quad (f_{ck} \text{ în MPa})$$



• Verificare Armare

$$Verif_armare_1t_GS = \begin{pmatrix} "k" \\ "k" \end{pmatrix}$$

$$M_{Ed_t_L_GS} = 71.661 \cdot kN \cdot \frac{m}{m}$$

$$M_{Ed_t_B_GS} = 57.776 \cdot kN \cdot \frac{m}{m}$$

$$Verif_armare_2t_GS = "k"$$

$$M_{top} = 5.692 \cdot kN \cdot \frac{m}{m}$$

$$Verificare_forță_tăietoare = \begin{pmatrix} "k" \\ "k" \end{pmatrix}$$

$$Verificare_forță_tăietoare_reazăm = \begin{pmatrix} "k" \\ "k" \end{pmatrix}$$

$$V_{Ed_max} = \begin{pmatrix} 171.237 \\ 141.118 \end{pmatrix} kN$$

$$V_{Ed_f} = \begin{pmatrix} 94.704 \\ 80.044 \end{pmatrix} kN$$

- Rezistența la străpungere:**

rezistența la străpungere a dalelor și fundațiilor de stâlpi fără armături pentru forță tăietoare:

$$p_{l-} := \min(0.02, p_{y_jos}) = 0.002 \quad k_{l-} := 0.10$$

$$v_{Rd_c} := \min \left[C_{Rd_c} \cdot k \cdot \left(100 \cdot p_{l-} \cdot \frac{f_{ck_BT}}{MPa} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot (MPa), 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \left(\frac{f_{ck_BT}}{MPa} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot (MPa) \right] + k_{l-} \cdot \sigma_{cp} = 0.285 MPa$$

valoarea maximă de calcul a rezistenței la străpungere în lungul secțiunii de calcul considerate:

$$v_{Rd_max} := 0.5 \cdot v_{cd_BT} = 2.995 MPa$$

perimetrul stâlpului:

$$u_0 := 2 \cdot (b + h) = 150 cm \quad \beta_- := 1.15$$

$$u_d := 2 \cdot (b + h) + 2\pi \cdot d_y = 397.558 cm \quad d_y = 39.4 cm \quad 2d_y = 78.8 cm \quad L_{0_t} = 75 cm$$

$$u_{2d} := 2 \cdot (b + h) + 4\pi \cdot d_y = 6.451 m$$

perimetrul de calcul considerat:

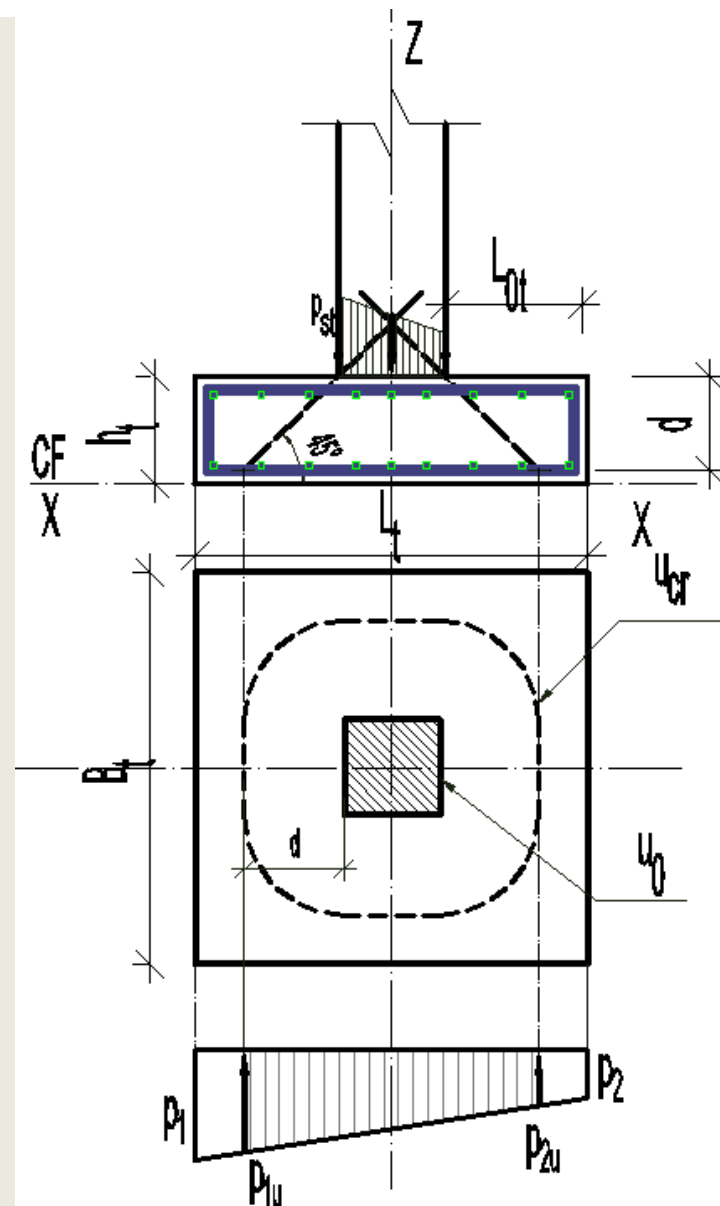
$$u_i := \text{if}(2d_y > L_{0_t}, u_d, u_{2d}) = 397.558 cm \quad d_{cr} := \text{if}(2d_y > L_{0_t}, d_y, 2d_y) = 0.394 m$$

- Verificare Străpungere GF**

$$v_{Ed_d_cr} = \begin{pmatrix} 0.051 \\ 0.033 \end{pmatrix} MPa \quad v_{Ed_d_0} = \begin{pmatrix} 0.117 \\ 0.076 \end{pmatrix} MPa$$

$$verificare_străpungere_d_cr = \begin{pmatrix} "k" \\ "k" \end{pmatrix}$$

$$verificare_străpungere_d_0 = \begin{pmatrix} "k" \\ "k" \end{pmatrix}$$



4. VERIFICARE CONSUMURI PE CELE DOUĂ TIPURI DE FUNDAȚII

Tip 1

(Bloc și cuzinet)

- Dimensiuni fundație:

$$L_f := 1.95\text{m} \quad B_f := 1.80\text{m} \quad h_b := 50\text{cm}$$

$$l_c := 1.15\text{m} \quad b_c := 1.00\text{m} \quad h_c := 35\text{cm}$$

- Armare cuzinet: armătură ancorată în betonul simplu: Ø12/20 pe ambele direcții

• Verificare consumuri

$$.consum_bs = 1.755 \cdot \text{m}^3 \quad .consum_cz = 0.403 \cdot \text{m}^3 \quad .consum_as_cz = 41.416 \text{ kg}$$

$$.\Delta_{as_c} = 102.898 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$.cofraj_cz = 1.505 \text{ m}^2$$

$$.sapatura_1 = 4.036 \cdot \text{m}^3 \quad .umplutura_1 = 1.879 \cdot \text{m}^3$$

$$.raportul_umplutura_săpătură_ \Delta_{umpl_1} = 46.55\%$$

Tip 2

(Talpă de beton armat)

- Dimensiuni fundație:

$$h_t := 45\text{cm} \quad L_t := 1.95\text{m} \quad B_t := 1.80\text{m}$$

- Beton de egalizare 5cm
- Armare jos: Ø12/15 pe ambele direcții
- Armare sus: Ø10/20 pe ambele direcții

• Verificare consumuri

$$.consum_t = 1.579 \cdot \text{m}^3 \quad .egalizare_ = 0.176 \cdot \text{m}^3 \quad .consum_as_t = 90.194 \text{ kg}$$

$$.\Delta_{as_t} = 57.103 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$.cofraj_t = 3.375 \text{ m}^2$$

$$.sapatura_1t = 5.946 \cdot \text{m}^3 \quad .umplutura_1t = 4.366 \cdot \text{m}^3$$

$$.raportul_umplutura_săpătură_ \Delta_{umpl_1t} = 73.434\%$$

- Preturi execuție fundație:**

$$EU := 4.4 \text{ RON}$$

- prețul include toate etapele tehnologice (transport, montaj, recepție, pierderi tehnologice etc):*

$$\text{pret_ba} := 275 \frac{\text{RON}}{\text{m}^3}$$

$$\text{pret_bs} := 210 \frac{\text{RON}}{\text{m}^3}$$

$$\text{pret_arm} := 4.5 \frac{\text{RON}}{\text{kg}}$$

$$\text{sap_tra} := 25 \frac{\text{RON}}{\text{m}^3}$$

$$\text{cofraj} := 65 \frac{\text{RON}}{\text{m}^2}$$

$$\text{umpl_tra} := 35 \frac{\text{RON}}{\text{mc}}$$

sapatura
 beton_simplu
 armatura_as
 cofraj
 beton_armat
 umplutura

- Variație costuri**

$$\text{.cost_tip1} = 211.39 \cdot \text{EU}$$

$$\Delta_{\text{cost_ref1}} = 106.3 \cdot \text{EU}$$

$$\text{.cost_tip2} = 317.708 \cdot \text{EU}$$

$$\text{.sapatura} = \begin{pmatrix} 4 \\ 5.9 \end{pmatrix} \cdot \text{m}^3$$

$$\text{.beton_simplu} = \begin{pmatrix} 1.8 \\ 0.2 \end{pmatrix} \cdot \text{m}^3$$

$$\text{.armatura} = \begin{pmatrix} 41.4 \\ 90.2 \end{pmatrix} \text{ kg}$$

$$\text{.beton_armat} = \begin{pmatrix} 0.403 \\ 1.579 \end{pmatrix} \cdot \text{m}^3$$

$$\text{.cofraj} = \begin{pmatrix} 1.5 \\ 3.4 \end{pmatrix} \text{ m}^2$$

$$\text{.umplutura} = \begin{pmatrix} 1.879 \\ 4.366 \end{pmatrix} \cdot \text{m}^3$$

$$\text{.cost_tip1_} = \begin{pmatrix} 22.9 \\ 83.8 \\ 42.4 \\ 22.2 \\ 25.2 \\ 14.9 \end{pmatrix} \cdot \text{EU}$$

$$\text{.cost_tip2_} = \begin{pmatrix} 33.8 \\ 8.4 \\ 92.2 \\ 49.9 \\ 98.7 \\ 34.7 \end{pmatrix} \cdot \text{EU}$$

Se pot stabili și indicii de consum pentru armătură la cele două tipuri de fundații.

Tipul 1:

- Cuzinet ancorat: 90-120kg/mc
- Cuzinet neancorat 50-80kg/mc

Tipul 2:

- talpă 50-80kg/mc

În acești indici nu sunt incluse barele longitudinale de anoraj a stâlpilor ("mustățile") și etrierii de montaj a carcasei.