

**Dr. NAGY-GYÖRGY Tamás**

*Profesor*

**E-mail:**

[tamas.nagy-gyorgy@upt.ro](mailto:tamas.nagy-gyorgy@upt.ro)

**Tel:**

+40 256 403 935

**Web:**

<http://www.ct.upt.ro/users/TamasNagyGyorgy/index.htm>

**Office:**

A219

## Datele inițiale

## Grindă BA

$$h = 600 \text{ mm}$$

$$b = 400 \text{ mm}$$

$$L = 1100 \text{ mm}$$

## Încărcarea

$$P_{Ed} = 400 \text{ kN}$$

## Excentricitatea forței

$$e_x = 50 \text{ mm}$$

$$e_y = 50 \text{ mm}$$

## Clasă beton

$$C30/37$$

$$f_{ctk,0.05} = 2.00 \text{ MPa}$$

## Armături

$$A_l \rightarrow \text{Ø}20$$

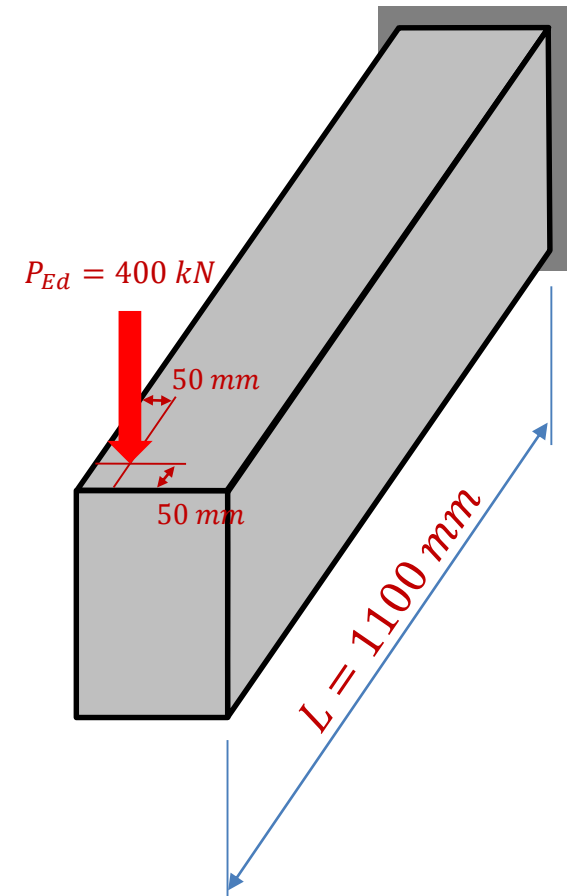
$$A_w \rightarrow \text{Ø}10$$

## Rezistența armăturii

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

## Clasa de expunere

XC3



## Proprietățile materiale

$$f_{cd} = ? \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = ? \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = ? \text{ MPa}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{c_{min,b}; c_{min,dur}; 10 \text{ mm}\}$$

$$c_{min,dur} = ? \text{ mm}$$

Cerință de mediu pentru $c_{min,dur}$ (mm)							
Clasa structurală	Clasa de expunere conform tabelul 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1/XS1	XD2 / XS2	XD3/XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

## Proprietățile materiale

$$f_{cd} = 20 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = 1.33 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 434.8 \text{ MPa}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{c_{min,b}; c_{min,dur}; 10 \text{ mm}\}$$

$$c_{min,dur} = 25 \text{ mm}$$

Cerință de mediu pentru $c_{min,dur}$ (mm)							
Clasa structurală	Clasa de expunere conform tabelul 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1/XS1	XD2 / XS2	XD3/XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

## Proprietățile materiale

$$f_{cd} = 20 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = 1.33 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 434.8 \text{ MPa}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{c_{min,b}; c_{min,dur}; 10 \text{ mm}\}$$

$$c_{min,dur} = 25 \text{ mm}$$



Criteriu	Clasa structurală						
	Clasa de expunere după tabelul 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1	XD2 / XS1	XD3/XS2/ XS3
Durata de utilizare din proiect de 100 ani	Majorare cu două clase	Majorare cu două clase	Majorare cu două clase	Majorare cu două clase	Majorare cu două clase	Majorare cu două clase	Majorare cu două clase
Clasa de rezistență <sup>1) 2)</sup>	≥ C30/37	≥ C30/37	≥ C35/45	≥ C40/50	≥ C40/50	≥ C40/50	≥ C45/55
	micșorare cu 1 clasă	micșorare cu 1 clasă	micșorare cu 1 clasă	micșorare cu 1 clasă	micșorare cu 1 clasă	micșorare cu 1 clasă	micșorare cu 1 clasă
Element asimilabil unei plăci (poziția armăturilor neafectată de procesul de construcție)	micșorare cu 1 clasă	micșorare cu 1 clasă	micșorare cu 1 clasă	micșorare cu 1 clasă	micșorare cu 1 clasă	micșorare cu 1 clasă	micșorare cu 1 clasă
Control special al calității de producție a betonului	micșorare cu 1 clasă	micșorare cu 1 clasă	micșorare cu 1 clasă	micșorare cu 1 clasă	micșorare cu 1 clasă	micșorare cu 1 clasă	micșorare cu 1 clasă

## Proprietățile materiale

$$f_{cd} = 20 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = 1.33 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 434.8 \text{ MPa}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

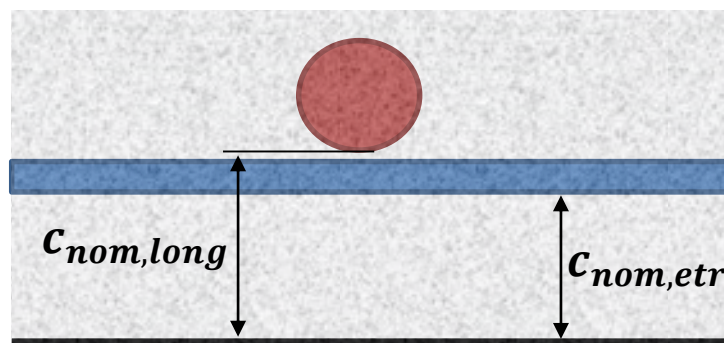
$$c_{min} = \max \{c_{min,b}; c_{min,dur}; 10 \text{ mm}\}$$

$$c_{min,dur} = 25 \text{ mm}$$

Cerință de mediu pentru $c_{min,dur}$ (mm)							
Clasa structurală	Clasa de expunere conform tabelul 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1/XS1	XD2 / XS2	XD3/XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

## Acoperirea cu beton

ARMĂTURA LONGITUDINALĂ	ARMĂTURA TRANSVERSALĂ (etrieri)
$c_{min} = \max \{c_{min,b}; c_{min,dur}; 10 \text{ mm}\}$	
$= \max \{20 \text{ mm}; 25 \text{ mm}; 10 \text{ mm}\}$	$= \max \{10 \text{ mm}; 25 \text{ mm}; 10 \text{ mm}\}$
$c_{min,long} = 25 \text{ mm}$	$c_{min,etr} = 25 \text{ mm}$
$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$ (A.N.)	$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$ (A.N.)
$c_{nom,long} = 35 \text{ mm}$	$c_{nom,etr} = 35 \text{ mm}$
$\Rightarrow c_{nom,etr} = c_{nom,long} - \phi_{etr} = 25 \text{ mm}$	$\Rightarrow c_{nom,long} = c_{nom,etr} + \phi_{etr} = 45 \text{ mm}$
$c_{nom,etr} = 22 \text{ mm} < c_{nom,etr}^{nec} = 35 \text{ mm}$	$c_{nom,long} = 45 \text{ mm} > c_{nom,long}^{nec} = 35 \text{ mm}$
$\Rightarrow c_{nom,long} = 45 \text{ mm}$ OK!!!	



## Proprietățile materiale

$$f_{cd} = 20 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = 1.33 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 434.8 \text{ MPa}$$

$$c_{nom,l} = 45 \text{ mm}$$

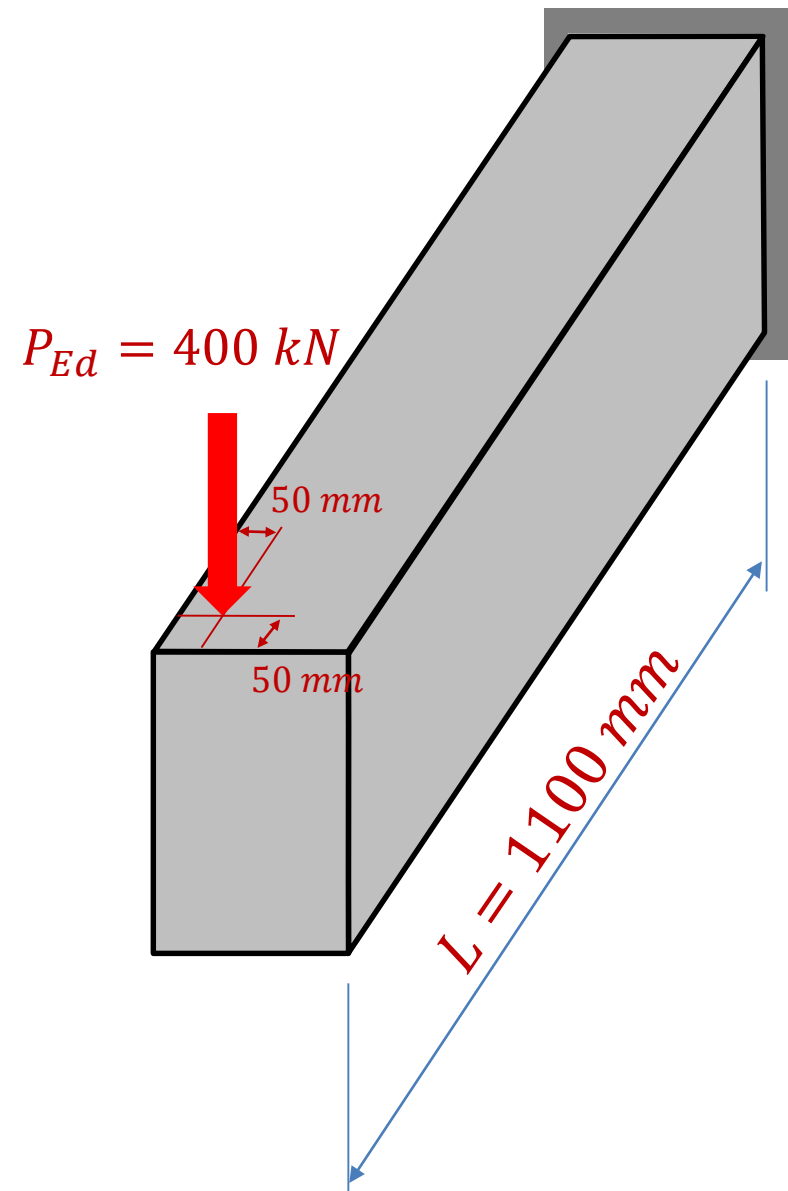


## Solicitări de calcul

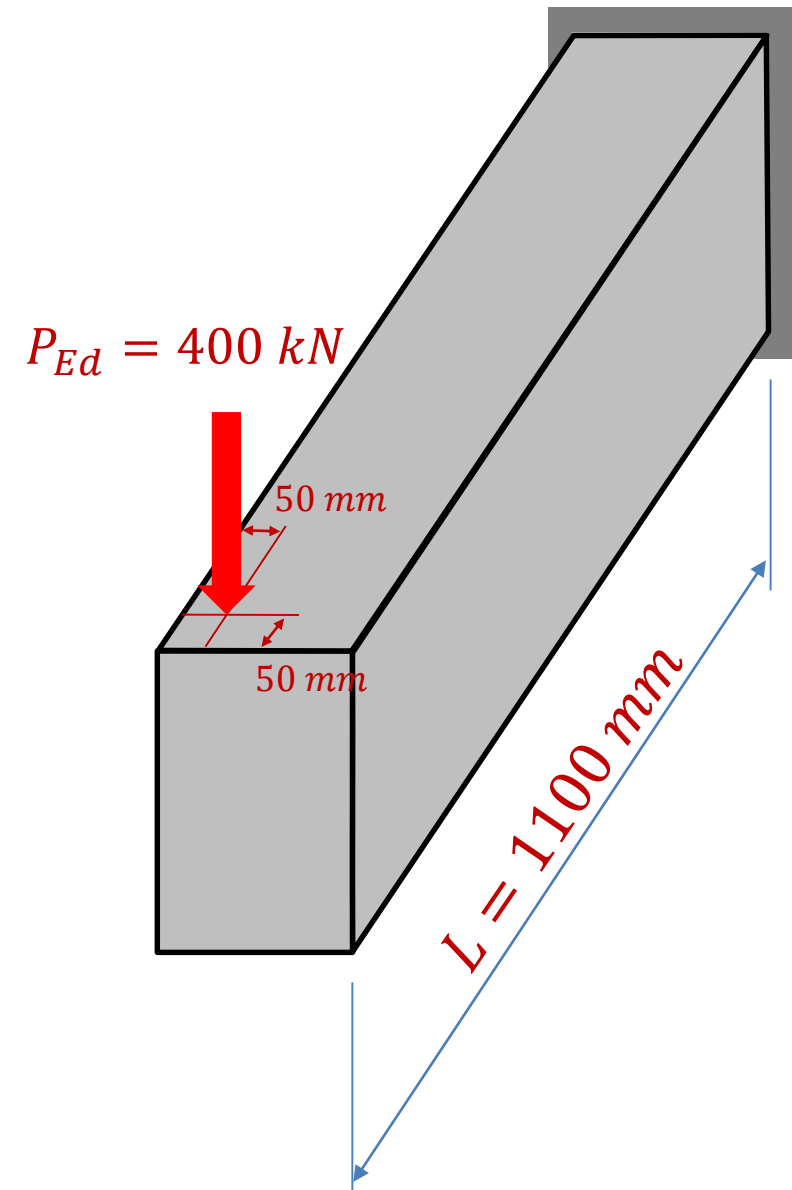
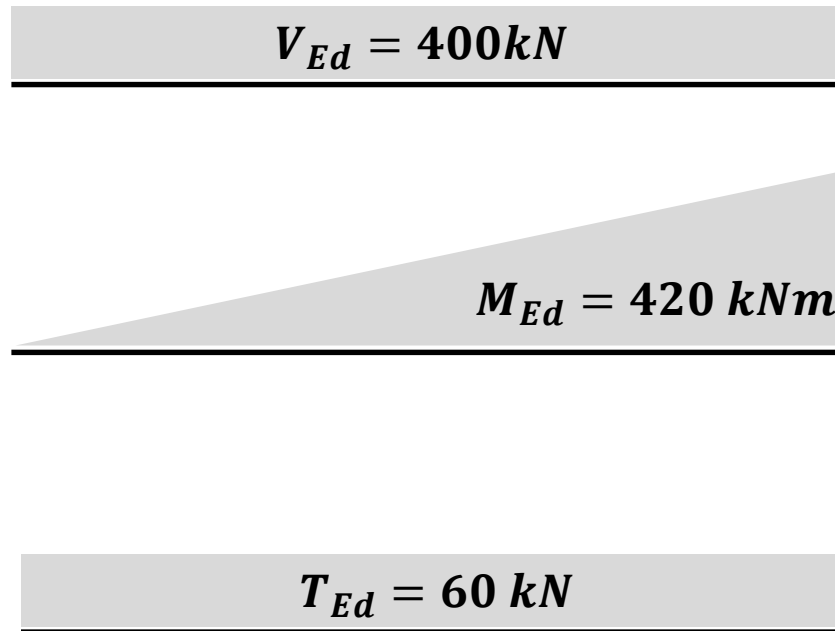
$$V_{Ed} = ? \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = ? \text{ kNm}$$

$$T_{Ed} = ? \text{ kN}$$



## Solicitări de calcul



## Calculul secțiunii de calcul

$$t_{ef} = \frac{A}{u} \geq t_{ef,min} = 2t_s$$

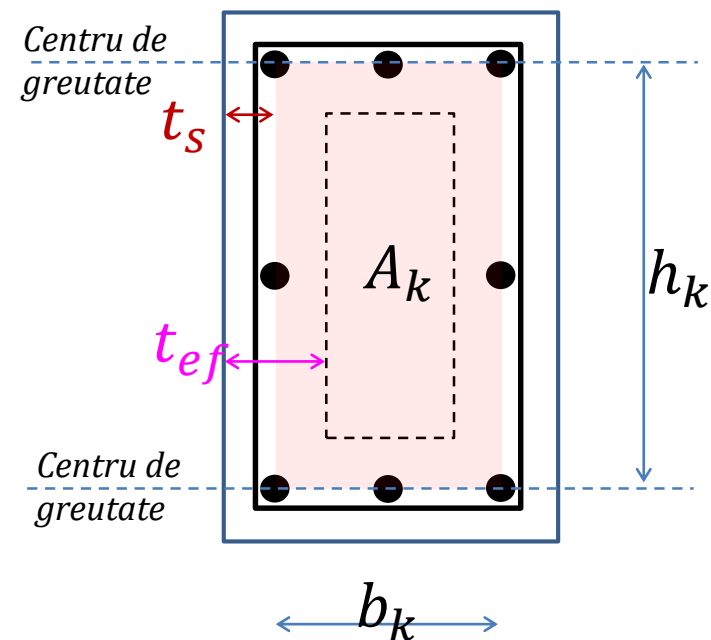
$$t_s = ? \text{ mm}$$

$$t_{ef,min} = 2t_s = ? \text{ mm}$$

$$A = ? \text{ mm}^2$$

$$u = ? \text{ mm}$$

$$t_{ef} = \frac{A}{u} = ? \text{ mm}$$



## Calculul secțiunii de calcul

$$t_{ef} = \frac{A}{u} \geq t_{ef,min} = 2t_s$$

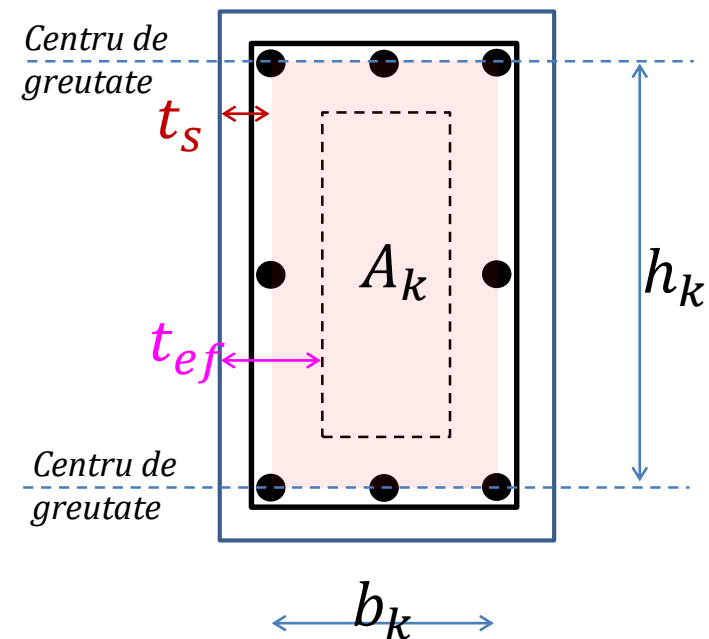
$$t_s = 55 \text{ mm}$$

$$t_{ef,min} = 2t_s = 110 \text{ mm}$$

$$A = 240000 \text{ mm}^2$$

$$u = 2000 \text{ mm}$$

$$t_{ef} = \frac{A}{u} = 120 \text{ mm}$$



## Calculul secțiunii de calcul

$$t_{ef} = \frac{A}{u} \geq t_{ef,min} = 2t_s$$

$$t_s = 55 \text{ mm}$$

$$t_{ef,min} = 2t_s = 110 \text{ mm}$$

$$A = 240000 \text{ mm}^2$$

$$u = 2000 \text{ mm}$$

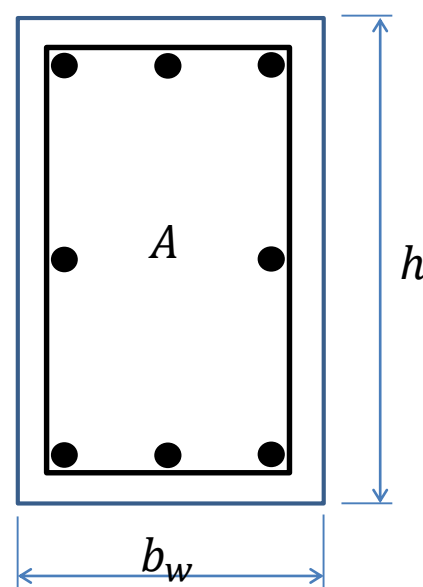
$$t_{ef} = \frac{A}{u} = 120 \text{ mm}$$

$$b_k = ? \text{ mm}$$

$$h_k = ? \text{ mm}$$

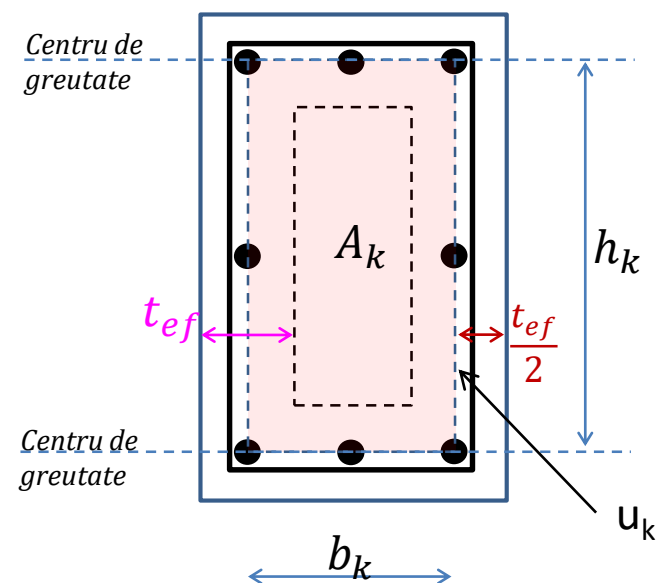
$$u_k = ? \text{ mm}$$

$$A_k = ? \text{ mm}^2$$



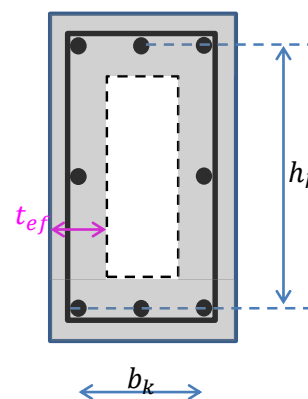
$$A = b_w h$$

$$u = 2(b_w + h)$$



$$A_k = b_k h_k$$

$$u_k = 2(b_k + h_k)$$



## Calculul secțiunii de calcul

$$t_{ef} = \frac{A}{u} \geq t_{ef,min} = 2t_s$$

$$t_s = 55 \text{ mm}$$

$$t_{ef,min} = 2t_s = 110 \text{ mm}$$

$$A = 240000 \text{ mm}^2$$

$$u = 2000 \text{ mm}$$

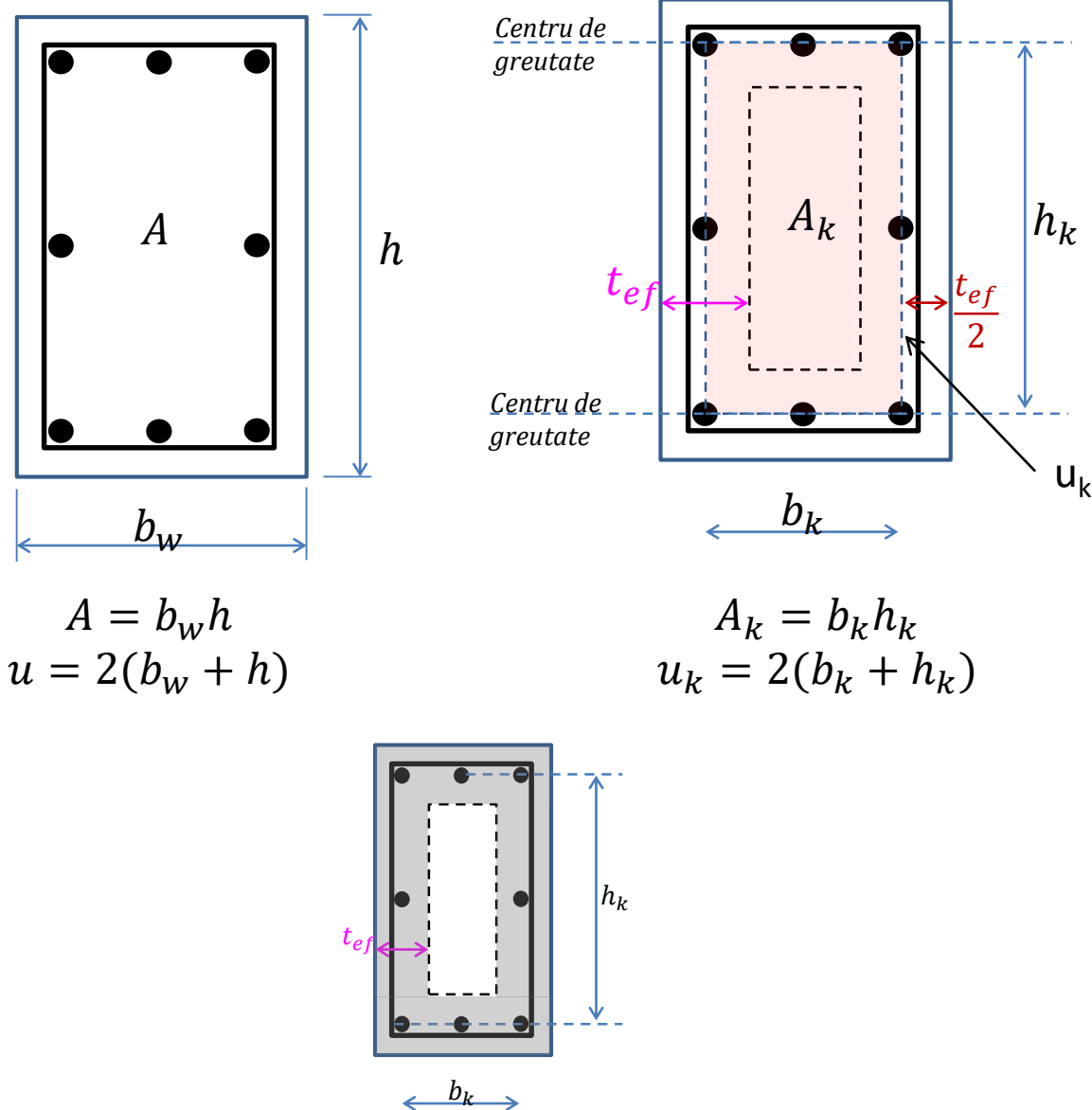
$$t_{ef} = \frac{A}{u} = 120 \text{ mm}$$

$$b_k = 280 \text{ mm}$$

$$h_k = 480 \text{ mm}$$

$$u_k = 1520 \text{ mm}$$

$$A_k = 134400 \text{ mm}^2$$



## Calculul la încovoiere

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{bd^2 f_{cd}} = ? < \mu_{lim} = 0.8 \xi_{lim} (1 - 0.4 \xi_{lim}) = ?$$

unde

$$\xi_{lim} = \frac{3.5}{3.5 + 1000 f_{yd} / E_s} = ?$$

$$d = h - d_s = ? \text{ mm}$$

$$\omega_s = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = ?$$

$$A_{sl,nec} = \omega_s b d \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = ? \text{ mm}^2$$

$$A_{sl,eff} = ? \phi_{20} = ? \text{ mm}^2$$

$$b_{nec} = ? \text{ mm} < b_{eff} = 400 \text{ mm}$$

## Calculul la încovoiere

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{bd^2 f_{cd}} = 0.177 < \mu_{lim} = 0.8 \xi_{lim} (1 - 0.4 \xi_{lim}) = 0.372$$

unde

$$\xi_{lim} = \frac{3.5}{3.5 + 1000 f_{yd} / E_s} = 0.617$$

$$d = h - d_s = 545 \text{ mm}$$

$$\omega_s = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 0.196$$

$$A_{sl,nec} = \omega_s b d \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 1965 \text{ mm}^2$$

$$A_{sl,eff} = 7\phi 20 = 2199 \text{ mm}^2$$

$$b_{nec} = 360 \text{ mm} < b_{eff} = 400 \text{ mm}$$



## Calculul la forfecare

$$V_{Rd,c} = \max \left( \begin{array}{l} [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + \cancel{k_1 \sigma_{cp}}] b_w d \\ (v_{min} + \cancel{k_1 \sigma_{cp}}) b_w d \end{array} \right) = ?$$

unde

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = ?$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = ? \leq 2$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w d} = ? \leq 0.02$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = ?$$

## Calculul la forfecare

$$V_{Rd,c} = \max \left( \begin{array}{l} [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d \\ (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d \end{array} \right) = \max \left( \begin{array}{l} 130.9 \text{ kN} \\ 85.0 \text{ kN} \end{array} \right) = 130.9 \text{ kN}$$

unde

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c = 0.12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 = 1.61$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w d} = 0.010 \leq 0.02$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.390$$

## Calculul la forfecare

$$V_{Rd,c} = 130.9 kN \quad < \quad V_{Ed} = 400 kN$$

→ ?

## Calculul la forfecare

$$V_{Rd,c} = 130.9 kN \quad < \quad V_{Ed} = 400 kN$$

→ Este necesară armătură de forfecare

## Calculul la forfecare

$$V_{Rd,c} = 130.9 \text{ kN} \quad < \quad V_{Ed} = 400 \text{ kN}$$

→ Este necesară armătură de forfecare

→ Se calculează

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \sin\theta \cos\theta = ?$$

unde

$\alpha_{cw} = 1$  pentru structuri fără precomprimare

$$v_1 = v = 0,6 \left( 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = ?$$

$$\theta = 45^\circ$$

## Calculul la forfecare

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \sin\theta \cos\theta = 1035.9 \text{ kN}$$

unde

$$\alpha_{cw} = 1 \quad \text{pentru structuri fără precomprimare}$$

$$v_1 = v = 0,6 \left( 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0.528$$

$$\theta = 45^\circ$$

## Calculul la forfecare

$$V_{Rd,max} = 1035.9 \text{ kN} \quad > \quad V_{Ed} = 400 \text{ kN}$$

→ ?

## Calculul la forfecare

$$V_{Rd,max} = 1035.9 \text{ kN} \quad > \quad V_{Ed} = 400 \text{ kN}$$

→ secțiunea transversală poate fi armată la forfecare



**TORSIUNEA DE FISURARE**

$$T_{Rd,c} = 2A_k t_{ef} f_{ctd} = ? \text{ kNm}$$

cu  $\tau_t = f_{ctd}$

**TORSIUNEA DE FISURARE**

$$T_{Rd,c} = 2A_k t_{ef} f_{ctd} = 43.0 \text{ kNm}$$

cu  $\tau_t = f_{ctd}$

**TORSIUNEA DE FISURARE**

$$T_{Rd,c} = 2A_k t_{ef} f_{ctd} = 43.0 \text{ kNm} < T_{Ed} = 60 \text{ kNm}$$

→ ?

**TORSIUNEA DE FISURARE**

$$T_{Rd,c} = 2A_k t_{ef} f_{ctd} = 43.0 \text{ kNm} < T_{Ed} = 60 \text{ kNm}$$

→ Este necesară armătură de torsiune

**PENTRU SECȚIUNI PLINE, APROXIMATIV RECTANGULARE**

Este necesar calculul  
combinat la forfecare și  
torsiune

← **NO**

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd,c}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,c}} \leq 1$$

**YES** →

Nu este necesar  
calculul la armăturii

## PENTRU SECȚIUNI PLINE, APROXIMATIV RECTANGULARE

Este necesar calculul  
combinat la forfecare și  
torsiune

← NO

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd,c}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,c}} \leq 1$$

YES →

Nu este necesar  
calculul la armăturii

$$\frac{60}{43.0} + \frac{400}{130.9} \leq ?$$

## PENTRU SECȚIUNI PLINE, APROXIMATIV RECTANGULARE

Este necesar calculul  
combinat la forfecare și  
torsiune

$$\leftarrow \text{NO} \quad \boxed{\frac{T_{Ed}}{T_{Rd,c}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,c}} \leq 1} \quad \text{YES} \rightarrow \text{Nu este necesar calculul armăturii}$$

$$\frac{60}{43.0} + \frac{400}{130.9} \leq 4.45 > 1$$

**CAPACITATEA BIELEI COMPRIMATE DE BETON**

$$T_{Rd,max} = 2\alpha_{cw}v f_{cd} A_k t_{ef} \sin\theta \cos\theta = ? \text{ kNm}$$

$\alpha_{cw} = 1$  pentru structuri fără precomprimare

$$v_1 = v = 0,6 \left( 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = ?$$

$$\theta = 45^\circ$$



**CAPACITATEA BIELEI COMPRESATE DE BETON**

$$T_{Rd,max} = 2\alpha_{cw}v f_{cd}A_k t_{ef} \sin\theta \cos\theta = 170.3 \text{ kNm}$$

$\alpha_{cw} = 1$  pentru structuri fără precomprimare

$$v_1 = v = 0,6 \left( 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0.528$$

$$\theta = 45^\circ$$

**CAPACITATEA BIELEI COMPRESATE DE BETON**

$$T_{Rd,max} = 2\alpha_{cw}v f_{cd}A_k t_{ef} \sin\theta \cos\theta = 170.3 \text{ kNm} > T_{Ed} = 60 \text{ kNm}$$

→ ?

**CAPACITATEA BIELEI COMPRIMATE DE BETON**

$$T_{Rd,max} = 2\alpha_{cw}v f_{cd}A_k t_{ef} \sin\theta \cos\theta = 170.3 \text{ kNm} > T_{Ed} = 60 \text{ kNm}$$

**→ SECȚIUNEA TRANSVERSALĂ POATE FI ARMATĂ LA TORSIUNE**

## REZISTENȚA UNUI ELEMENT SUPUS LA SOLICITĂRI DE TORSIUNE CU FORȚĂ TĂIETOARE ESTE LIMITATĂ DE REZISTENȚA BIELELOR DE BETON

redimensionarea  
secțiunii  
transversale ← **NO**

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd,max}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} \leq 1$$

**YES** → pasul următor = calculul  
armăturilor

Note despre  $V_{Rd,max}$

- în secțiuni trasnversale solide se va folosi lățimea totală al inimii
- pentru secțiuni trasnversale nesolide secțiunea  $b_w$  se va înlocui cu  $t_{ef}$

## REZISTENȚA UNUI ELEMENT SUPUS LA SOLICITĂRI DE TORSIUNE CU FORȚĂ TĂIETOARE ESTE LIMITATĂ DE REZISTENȚA BIELELOR DE BETON

redimensionarea  
secțiunii transversale ← **NO**

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd,max}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} \leq 1$$

**YES** → pasul următor = calculul armăturilor

$$\frac{60}{170.3} + \frac{400}{1035.9} \leq ?$$

→ ?

## REZISTENȚA UNUI ELEMENT SUPUS LA SOLICITĂRI DE TORSIUNE CU FORȚĂ TĂIETOARE ESTE LIMITATĂ DE REZISTENȚA BIELELOR DE BETON

redimensionarea  
secțiunii  
transversale ← **NO**

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd,max}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} \leq 1$$

**YES** → pasul următor = calculul armăturilor

$$\frac{60}{170.3} + \frac{400}{1035.9} \leq 0.738 < 1$$

**→ SECȚIUNEA TRANSVERSALĂ POATE FI ARMATĂ LA EFECTUL COMBINAT AL FORȚEI TĂIETOARE CU TORSIUNE**

## Calculul armăturii de forfecare

Din condiția de utilizare rațională a etrierilor

$$V_{Rd,s} = V_{Ed}$$

cu  $\theta = 45^\circ$

și  $\alpha = 90^\circ$

$$\left(\frac{A_{sw}}{s}\right)_{nec} = \frac{V_{Ed}}{z \cdot f_{ywd} \cdot ctg\theta} = ?$$

## Calculul armăturii de forfecare

Din condiția de utilizare rațională a etrierilor

$$V_{Rd,s} = V_{Ed}$$

cu  $\theta = 45^\circ$

și  $\alpha = 90^\circ$

$$\left(\frac{A_{sw}}{s}\right)_{nec} = \frac{V_{Ed}}{z \cdot f_{ywd} \cdot ctg\theta} = 1.876$$



## Calculul armăturii de torsiune

## Armătura transversală de torsiune

Din condiția de utilizare rațională a etrierilor

$$T_{Rd,sw} = T_{Ed}$$

cu  $\theta = 45^\circ$

$$\left(\frac{A_{sw}}{s}\right)_{nec} = \frac{T_{Ed}}{2A_k f_{ywd}} \tan\theta = ?$$

## Calculul armăturii de torsiune

## Armătura transversală de torsiune

Din condiția de utilizare rațională a etrierilor

$$T_{Rd,sw} = T_{Ed}$$

cu  $\theta = 45^\circ$

$$\left(\frac{A_{sw}}{s}\right)_{nec} = \frac{T_{Ed}}{2A_k f_{ywd}} \tan\theta = 0.513$$

## Calculul armăturii de torsiune

## Armătura longitudinală de torsiune

Aria necesară ale armăturilor longitudinale se obține din

$$T_{Rd,sl} = T_{Ed}$$

cu  $\theta = 45^\circ$

$$A_{sl} = \frac{T_{Ed} u_k}{2A_k f_{yd}} \cot\theta = ? \text{ mm}^2$$

Propuneri

- |     |             |
|-----|-------------|
|     | ? $\phi 6$  |
| sau | ? $\phi 8$  |
| sau | ? $\phi 10$ |
| sau | ? $\phi 12$ |
| sau | ? $\phi 14$ |

## Calculul armăturii de torsiune

## Armătura longitudinală de torsiune

Aria necesară ale armăturilor longitudinale se obține din

$$T_{Rd,sl} = T_{Ed}$$

cu  $\theta = 45^\circ$

$$A_{sl} = \frac{T_{Ed} u_k}{2 A_k f_{yd}} \cot \theta = 780 \text{ mm}^2$$

Propuneri

	$16 \phi 8 = 804 \text{ mm}^2$
sau	$10 \phi 10 = 785 \text{ mm}^2$
sau	$7 \phi 12 = 792 \text{ mm}^2$
sau	$6 \phi 14 = 924 \text{ mm}^2$
sau	$4 \phi 16 = 804 \text{ mm}^2$

## Detalierea armăturilor

Elemente structurale solicate la  $M_{Ed} + V_{Ed} + T_{Ed}$

→ Trebuie considerate suprapunerea efectelor

$M_{Ed}$	$V_{Ed}$	$T_{Ed}$	$\Sigma$
$A_s$	-	$A_{sl}$	$A_s + A_{sl}$
-	$(A_{sw}/s)_V$	$(A_{sw}/s)_T$	$(A_{sw}/s)_{V+T}$

$$\rightarrow A_s + A_{sl} = 7\phi 20 + 6\phi 14$$

$$\rightarrow \left(\frac{A_{sw}}{s}\right)_{V+T} = 1.876 + 0.513 = 2.389 \frac{\text{mm}^2}{\text{mm}}$$

## Detalierea armăturilor

Elemente structurale solícitate la  $M_{Ed} + V_{Ed} + T_{Ed}$

$$\rightarrow \left( \frac{A_{sw}}{s} \right)_{V+T} = 1.876 + 0.513 = 2.389$$

Pentru  $n = 2$   $A_{sw} = 2 \cdot A_{\phi} = ? \text{ mm}^2$

$$\rightarrow s_{nec} = ? \text{ mm}$$

$$\rightarrow s_{eff} = ? \text{ mm} < s_{min} = 80 \text{ mm}$$

## Detalierea armăturilor

Elemente structurale solificate la  $M_{Ed} + V_{Ed} + T_{Ed}$

$$\rightarrow \left( \frac{A_{sw}}{s} \right)_{V+T} = 1.876 + 0.513 = 2.389$$

Pentru  $n = 2$   $A_{sw} = 2 \cdot A_{\phi 10} = 157 \text{ mm}^2$

$$\rightarrow s_{nec} = 65.8 \text{ mm}$$

$$\rightarrow s_{eff} = 60 \text{ mm} < s_{min} = 80 \text{ mm}$$



## Detalierea armăturilor

Elemente structurale solificate la  $M_{Ed} + V_{Ed} + T_{Ed}$

$$\rightarrow \left( \frac{A_{sw}}{s} \right)_{V+T} = 1.876 + 0.513 = 2.389$$

Pentru  $n = 4$   $A_{sw} = 4 \cdot A_{\phi 10} = ? \text{ mm}^2$

$$\rightarrow s_{nec} = ? \text{ mm}$$

$$\rightarrow s_{eff} = ? \text{ mm} \quad \begin{array}{l} > s_{min} = 80 \text{ mm} \\ < s_{max} = \min(0.75d, u/8, b) = 400 \text{ mm} \end{array}$$



## Detalierea armăturilor

Elemente structurale solificate la  $M_{Ed} + V_{Ed} + T_{Ed}$

$$\rightarrow \left( \frac{A_{sw}}{s} \right)_{V+T} = 1.876 + 0.513 = 2.389$$

Pentru  $n = 4$   $A_{sw} = 4 \cdot A_{\phi 10} = 314 \text{ mm}^2$

$$\rightarrow s_{nec} = 131.5 \text{ mm}$$

$$\rightarrow s_{eff} = 130 \text{ mm} > s_{min} = 80 \text{ mm}$$

$$< s_{max} = \min(0.75d, u/8, b) = 400 \text{ mm}$$



# Detalierea armăturilor

