

## Dr. NAGY-GYÖRGY Tamás

*Professor*

### 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

## Date inițiale

## Planșeu dală

Grosime

$$h_s = 26 \text{ cm}$$

Beton clasă

C30/37

Armătură longitudinală

$$A_x = \emptyset 14/15 \text{ cm}$$

$$A_y = \emptyset 14/15 \text{ cm}$$

Armătura de forfecare

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

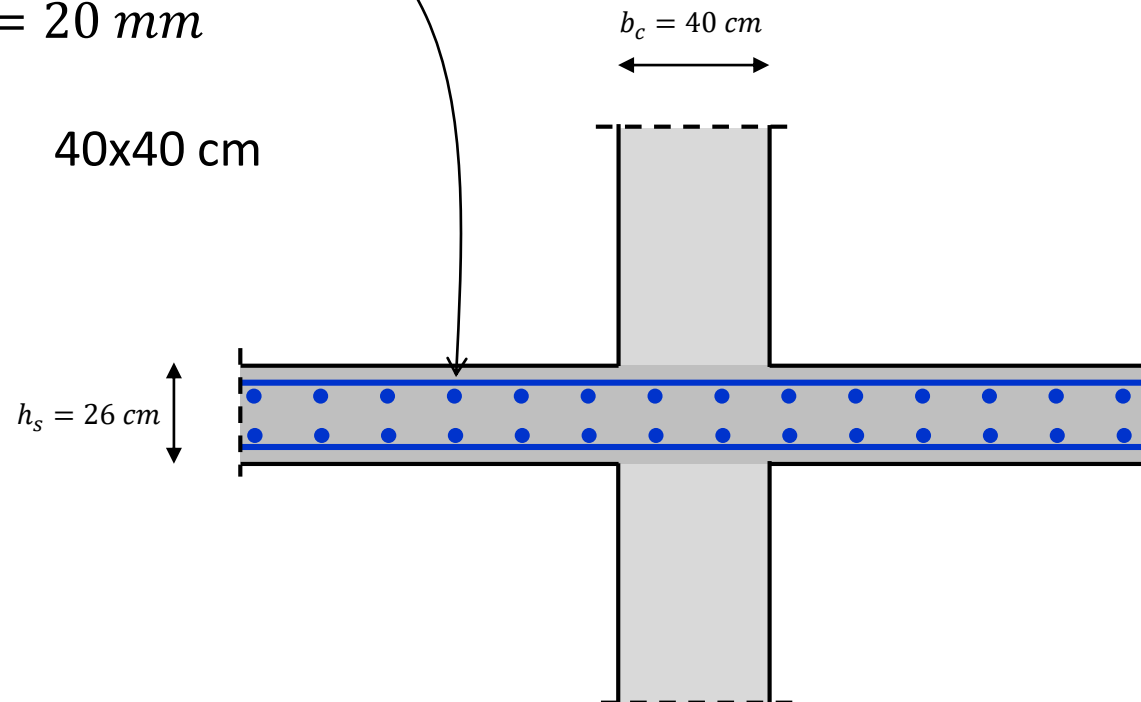
Acoperirea de beton

$$c_{nom} = 20 \text{ mm}$$

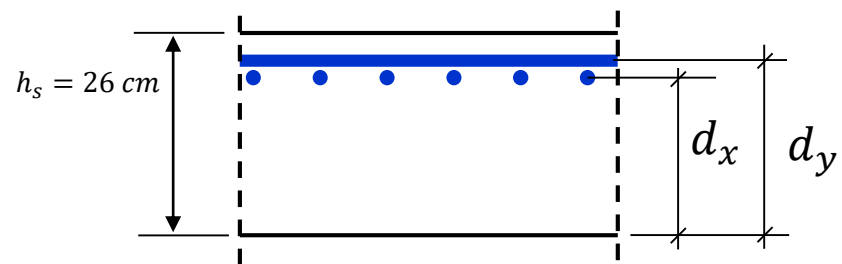
Stâlp interior cu dimensiunea

40x40 cm

$$V_{Ed} = 850 \text{ kN}$$



## Calculul înălțimii efective

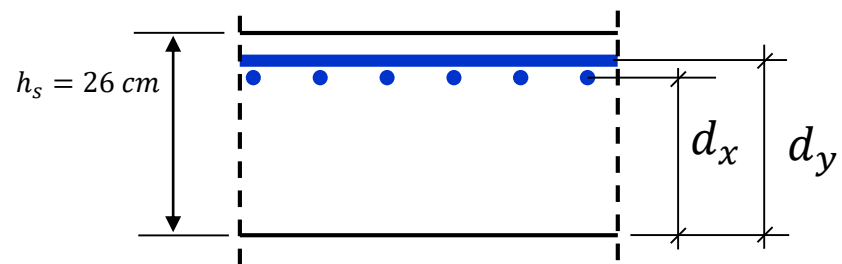


$$c_x = 20 + \frac{14}{2} = 27 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad d_x = ?$$

$$c_y = 20 + 14 + \frac{14}{2} = 41 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad d_y = ?$$

$$\rightarrow \quad d = \frac{d_x}{2} + \frac{d_y}{2} = ? \text{ mm}$$

## Calculul înălțimii efective



$$c_x = 20 + \frac{14}{2} = 27 \text{ mm}$$

→

$$d_x = 260 - 27 = 233 \text{ mm}$$

$$c_y = 20 + 14 + \frac{14}{2} = 41 \text{ mm}$$

→

$$d_y = 260 - 41 = 219 \text{ mm}$$

→

$$d = \frac{d_x}{2} + \frac{d_y}{2} = 226 \text{ mm}$$

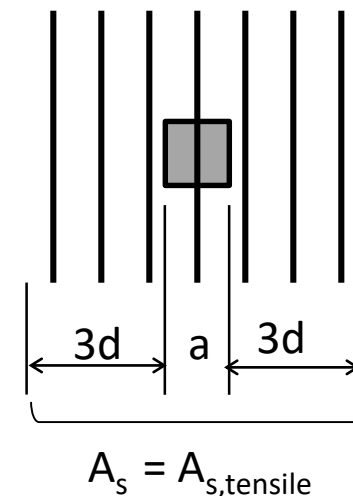
## Coeficientul de armare longitudinală

→ Trebuie calculat ca valoare medie, luând în considerare o lățime de planșeu egală cu lățimea stâlpului plus  $3d$  pe ambele fețe, vezi #6.4.4

$$A_x = A_y = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \cdot \frac{b_c + 2 \cdot 3d}{s} = ? \text{ mm}^2$$

$$\rho_{l,x} = \rho_{l,y} = \frac{A_x}{b \cdot d} = ?$$

$$\rho = \frac{A_s}{(6d + a)d}$$



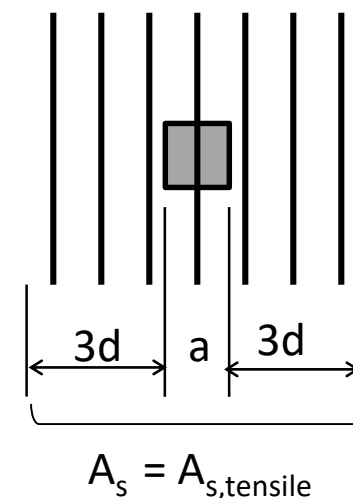
## Coeficientul de armare longitudinală

→ Trebuie calculat ca valoare medie, luând în considerare o lățime de planșeu egală cu lățimea stâlpului plus  $3d$  pe ambele fețe, vezi #6.4.4

$$A_x = A_y = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \cdot \frac{b_c + 2 \cdot 3d}{s} = \frac{\pi \cdot 14^2}{4} \cdot \frac{400 + 2 \cdot 3 \cdot 226}{150} = 1802 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{l,x} = \rho_{l,y} = \frac{A_x}{b \cdot d} = \frac{1802}{(400 + 2 \cdot 3 \cdot 226) \cdot 226} = 0.0045$$

$$\rho = \frac{A_s}{(6d + a)d}$$



## Verificarea efortului de forfecare la fața stâlpului

$$v_{Ed,u_0} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_0 \cdot d} \leq v_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd}$$

Perimetrul stâlpului

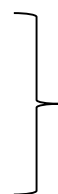
 $u_0 = ? \text{ mm}$ 

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

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = ? \text{ MPa}$$

$$\rightarrow v_{Ed,u_0} = ? \text{ MPa}$$

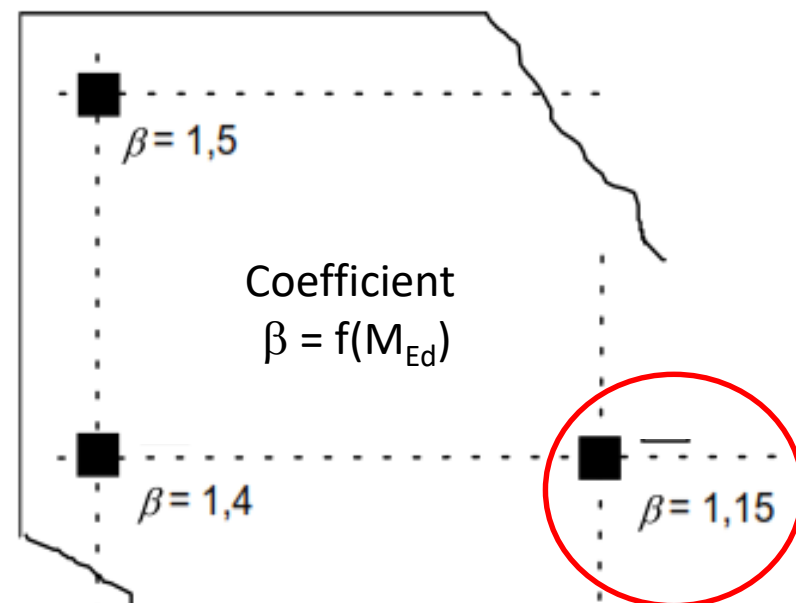
$$\rightarrow v_{Rd,max} = ? \text{ MPa}$$



$$\rightarrow$$

$$v_{Ed,u_0} < ? > v_{Rd,max}$$

Pentru structuri la care stabilitatea laterală nu depinde de efectul de cadru între dale și stâlpi și unde deschiderea traveelor adiacente nu diferă cu mai mult de 25 %, se pot utiliza valori aproximative pentru  $\beta$



## Verificarea efortului de forfecare la fața stâlpului

$$v_{Ed,u_0} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_0 \cdot d} \leq v_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd}$$

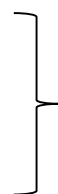
Perimetrul stâlpului  $u_0 = 1600 \text{ mm}$

$$v = 0,6 \left( 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0.53$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 20 \text{ MPa}$$

$$\rightarrow v_{Ed,u_0} = 2.70 \text{ MPa}$$

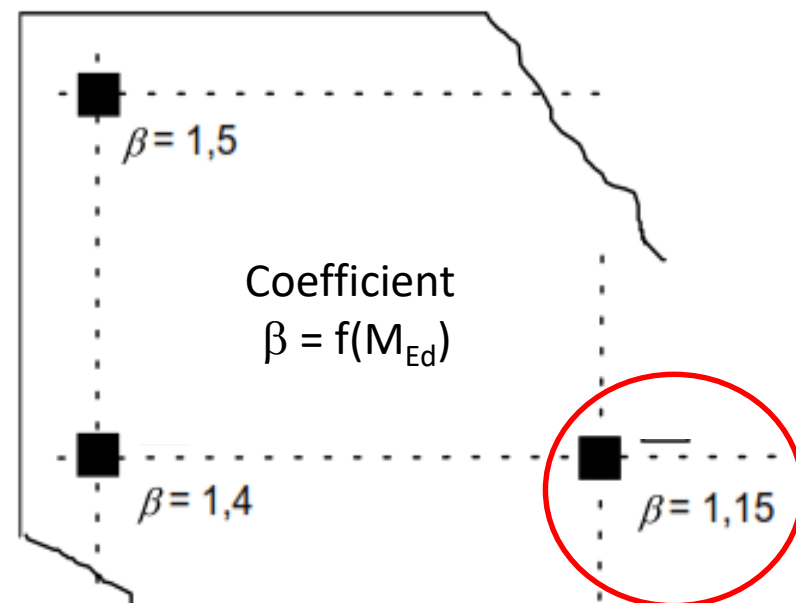
$$\rightarrow v_{Rd,max} = 5.28 \text{ MPa}$$



$$v_{Ed,u_0} < v_{Rd,max}$$

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

Pentru structuri la care stabilitatea laterală nu depinde de efectul de cadru între dale și stâlpi și unde deschiderea traveelor adiacente nu diferă cu mai mult de 25 %, se pot utiliza valori aproximative pentru  $\beta$





Verificarea efortului de forfecare pe conturul de calcul de referință ( $u_1$ )

$$v_{Ed,u_1} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_1 \cdot d} \leq v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} \geq v_{min}$$

conturul de calcul de referință

$$u_1 = 2(c_1 + c_2) + 2\pi \cdot 2d = ? \text{ mm}$$

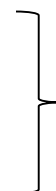
$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c = ?$$

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

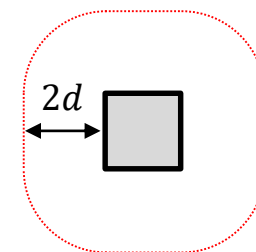
$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = ?$$

$$\rightarrow v_{Ed,u_1} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_1 \cdot d} = ? \text{ MPa}$$

$$\rightarrow v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} = ?$$



$$v_{Ed,u_1} < ? > v_{Rd,c}$$



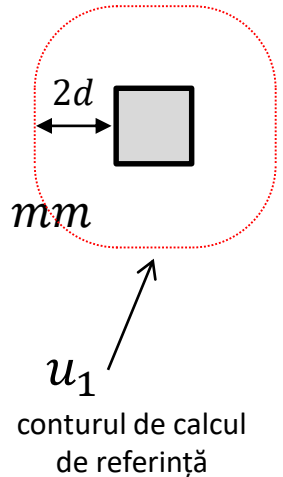
$u_1$   
basic control  
perimeter

Verificarea efortului de forfecare pe conturul de calcul de referință ( $u_1$ )

$$v_{Ed,u_1} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_1 \cdot d} \leq v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} \geq v_{min}$$

conturul de calcul de referință

$$u_1 = 2(c_1 + c_2) + 2\pi \cdot 2d = 4440 \text{ mm}$$



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

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1.94 \leq 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.52$$

$$\rightarrow v_{Ed,u_1} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_1 \cdot d} = 0.97 \text{ MPa}$$

$$\rightarrow v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} = 0.57$$

$$\rightarrow v_{Ed,u_1} > v_{Rd,c}$$

**→ Este necesară armătură transversală!**

Calculul perimetrului extrem dincolo de care nu mai sunt necesare armături pentru străpungere ( $u_{out}$ )

$$u_{out} = \beta \frac{V_{Ed}}{v_{Rd,c} \cdot d} = ? \text{ mm}$$

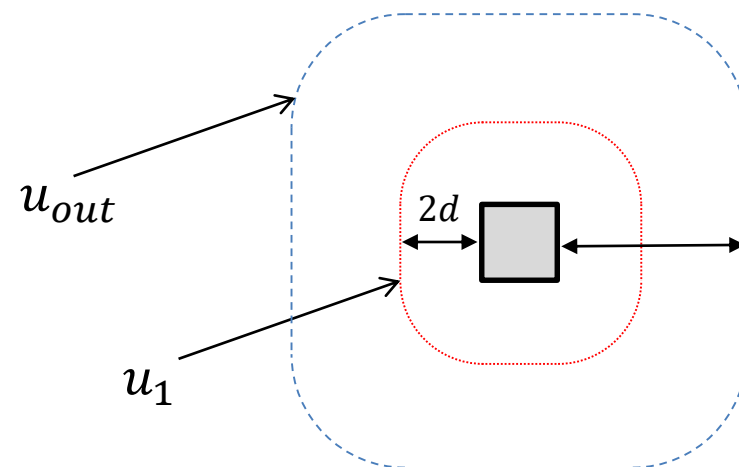
Distanța de la fața stâlpului până la conturul de calcul de referință

$$u_{out} = 2b_c + 2h_c + 4 \text{ sferturi} = u_0 + 2\pi \cdot x d$$

$$\rightarrow x = (u_{out} - u_0) / 2\pi d$$

$$x = ?$$

$$r_{out} = ? \quad d = ? \text{ mm}$$



Calculul perimetrului extrem dincolo de care nu mai sunt necesare armături pentru străpungere ( $u_{out}$ )

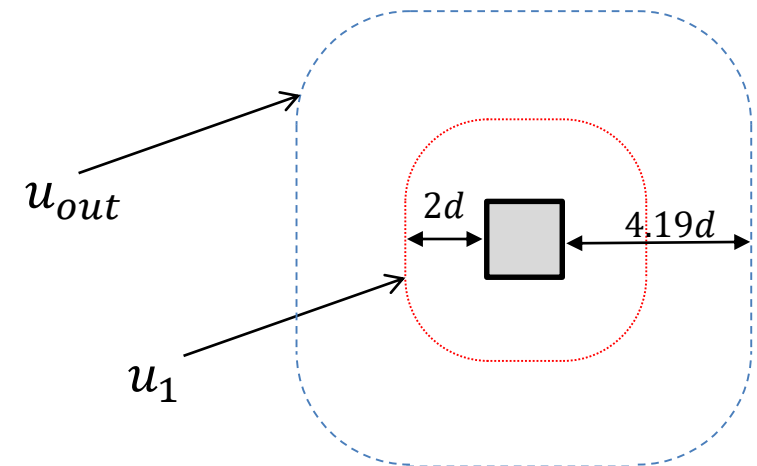
$$u_{out} = \beta \frac{V_{Ed}}{v_{Rd,c} \cdot d} = 7546 \text{ mm}$$

Distanța de la fața stâlpului până la conturul de calcul de referință

$$u_{out} = 2b_c + 2h_c + 4 \text{ quarters} = u_0 + 2\pi \cdot xd \quad \rightarrow \quad x = (u_{out} - u_0)/2\pi d$$

$$x = 4.19$$

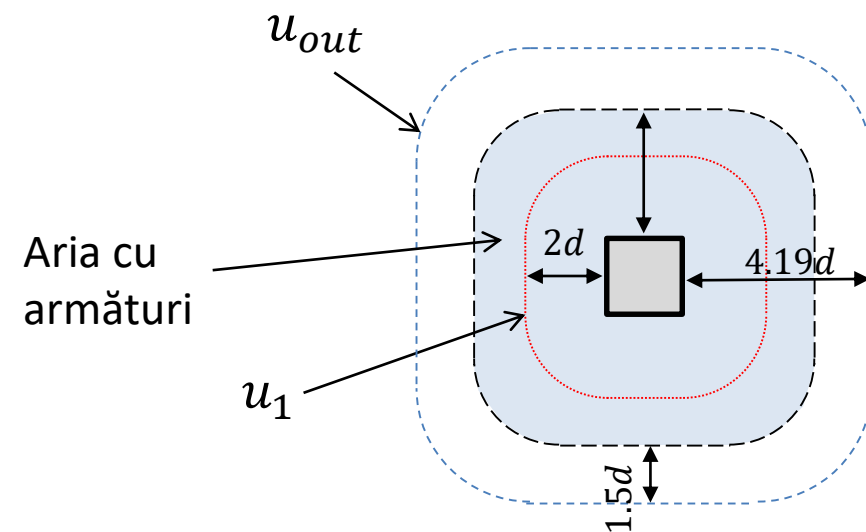
$$r_{out} = 4.19d = 946 \text{ mm}$$



## Calculul perimetrului extrem dincolo de care nu mai sunt necesare armături pentru străpungere ( $u_{out}$ )

Perimetrul extrem al armăturilor ( $u_{opr}$ ) trebuie dispusă la o distanță  $\leq 1.5d$  de la  $u_{out}$

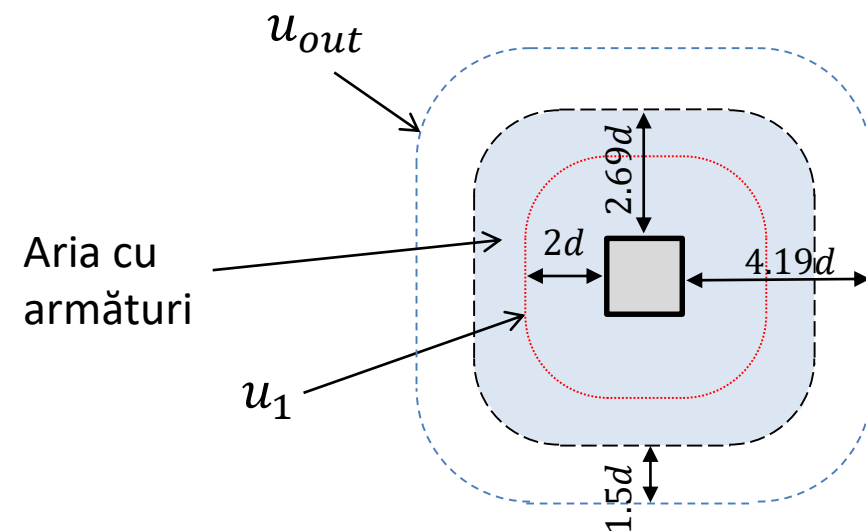
$$\rightarrow r_{opr} = r_{out} - 1.5d = ? d = ? mm$$



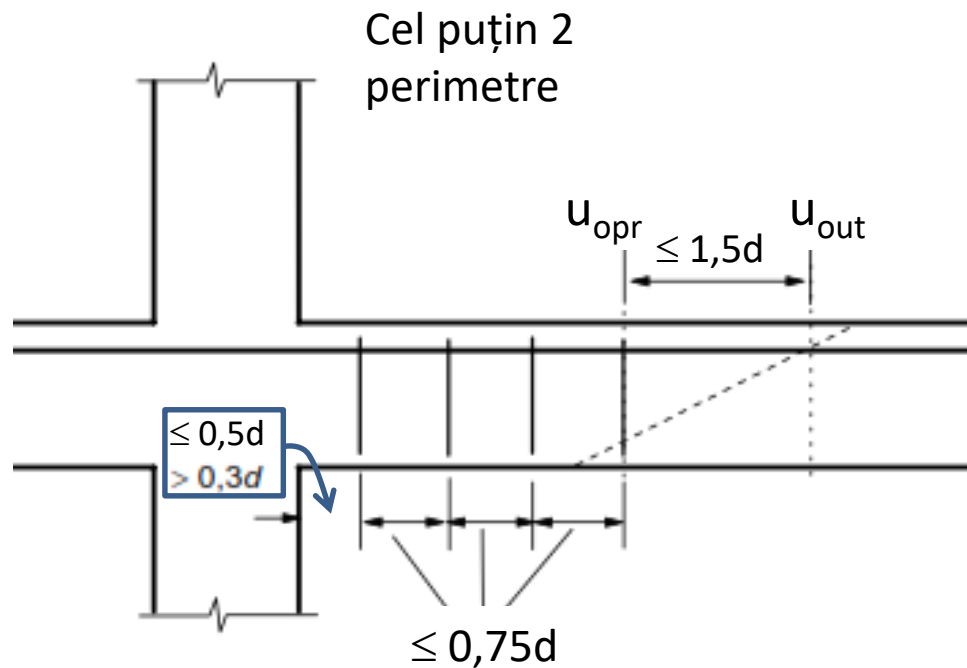
## Calculul perimetrului extrem dincolo de care nu mai sunt necesare armături pentru străpungere ( $u_{out}$ )

Perimetrul extrem al armăturilor ( $u_{opr}$ ) trebuie dispusă la o distanță  $\leq 1.5d$  de la  $u_{out}$

$$\rightarrow r_{opr} = r_{out} - 1.5d = 2.69d = 607 \text{ mm}$$



## Distanța dintre etrierii de străpungere în direcția tangențială ( $s_t$ ) și radială ( $s_r$ )

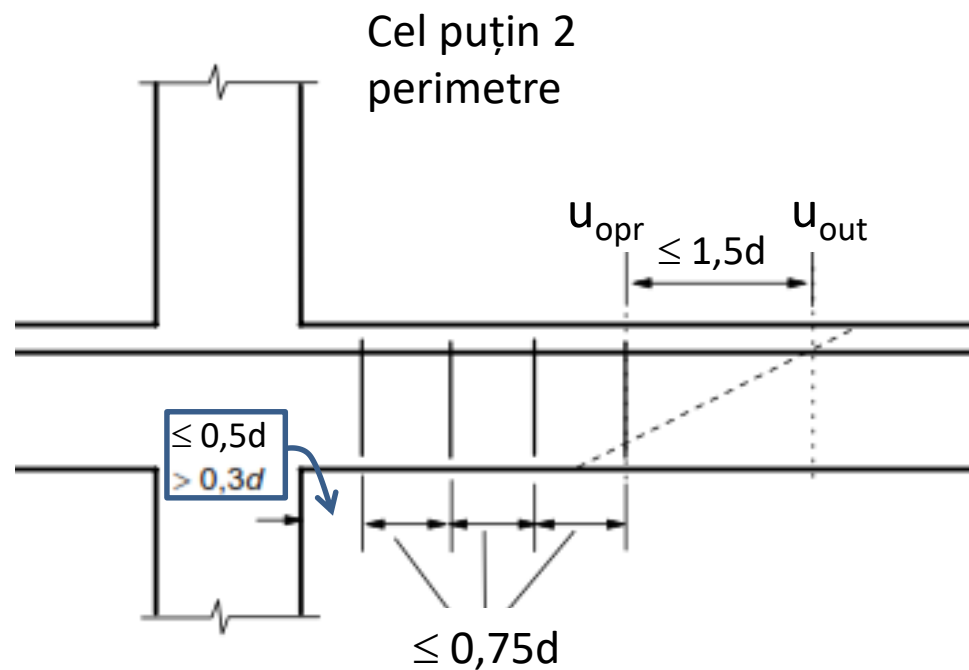


$$s_r \leq 0.75d = ? \text{ mm} \quad \rightarrow \quad s_r = ? \text{ mm}$$

Distanța maximă între fața stâlpului și prima armătură de forfecare

$$\left. \begin{array}{l} s_{r,max} < 0.5d = ? \text{ mm} \\ s_{r,min} > 0.3d = ? \text{ mm} \end{array} \right\} \rightarrow s_{r,min} = ? \text{ mm}$$

## Distanța dintre etrierii de străpungere în direcția tangențială ( $s_t$ ) și radială ( $s_r$ )

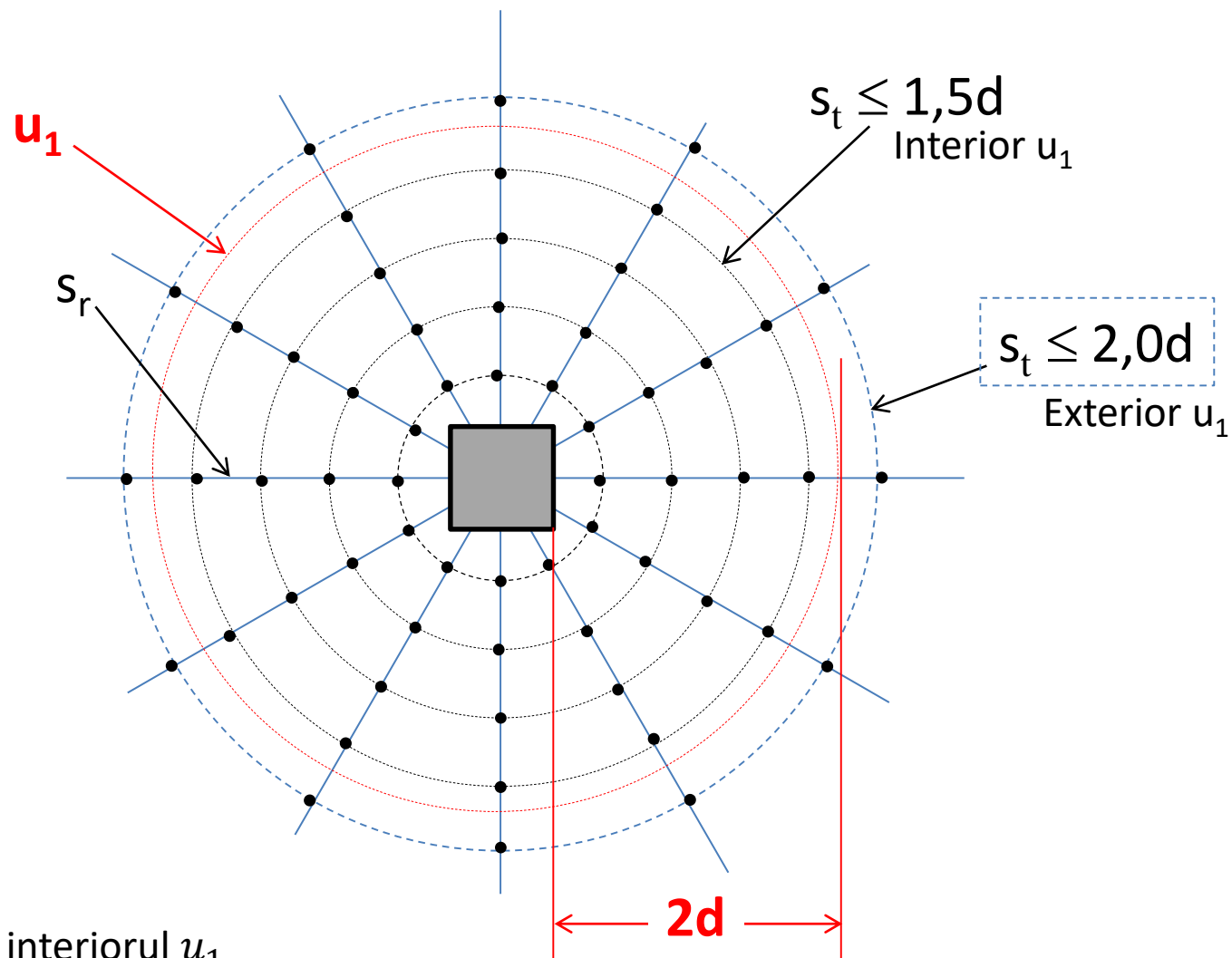


$$s_r \leq 0.75d = 170 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad s_r = 150 \text{ mm}$$

Distanța maximă între fața stâlpului și prima armătură de forfecare

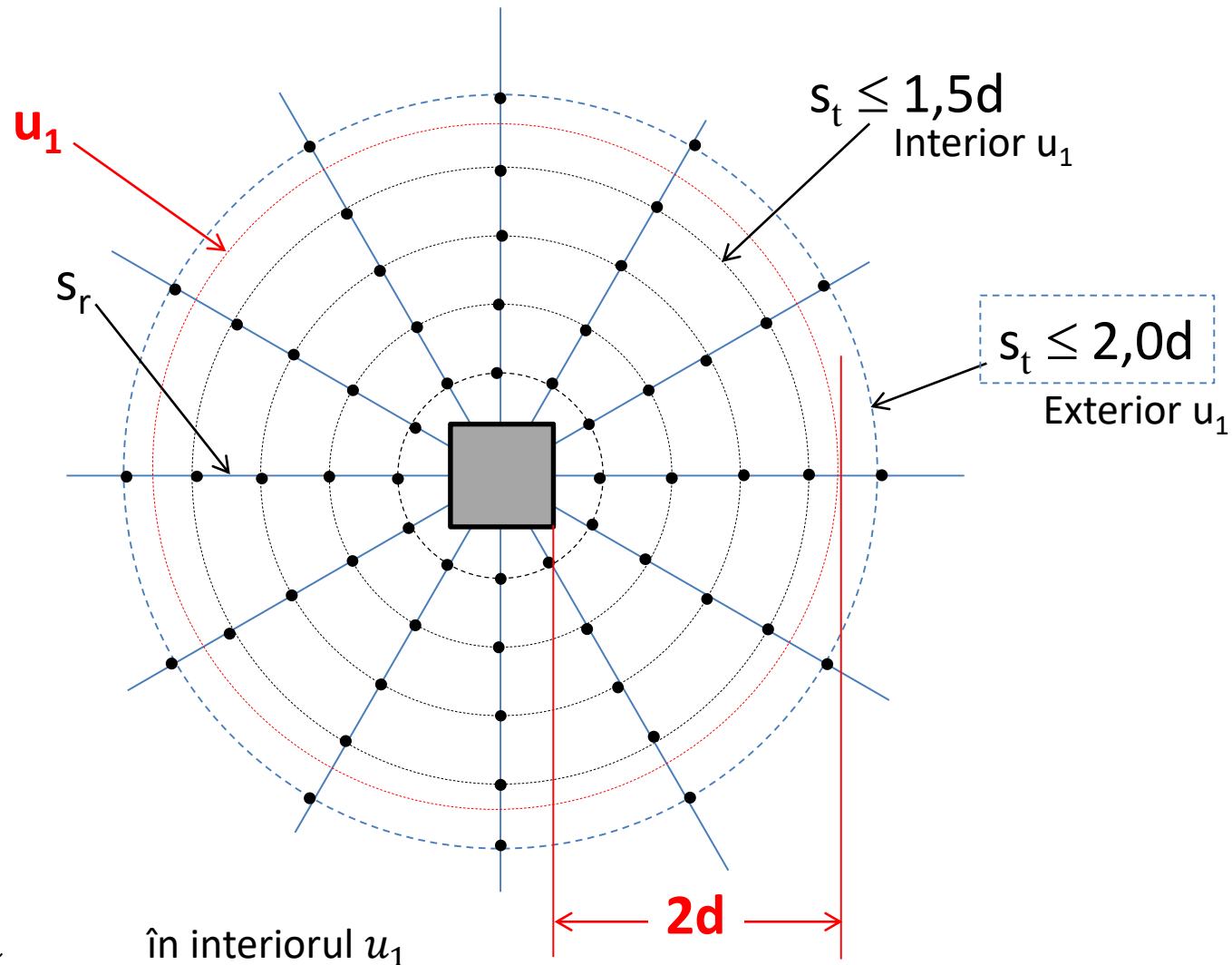
$$\left. \begin{array}{l} s_{r,max} < 0.5d = 113 \text{ mm} \\ s_{r,min} > 0.3d = 67.8 \text{ mm} \end{array} \right\} \rightarrow s_{r,min} = 75 \text{ mm}$$



Distanța dintre etrierii de străpungere în direcția tangențială ( $s_t$ ) și radială ( $s_r$ )

$s_t < 1.5d = ? \text{ mm}$  în interiorul  $u_1$

$s_t < 2d = ? \text{ mm}$  în exteriorul  $u_1$

Distanța dintre etrierii de străpungere în direcția tangențială ( $s_t$ ) și radială ( $s_r$ )

$$s_t < 1.5d = 339 \text{ mm}$$

în interiorul  $u_1$

$$s_t < 2d = 452 \text{ mm}$$

în exteriorul  $u_1$

**Distanța dintre etrierii de străpungere în direcția tangențială ( $s_t$ ) și radială ( $s_r$ )**

Numărul perimetrelor

$$r_{opr} = r_{out} - 1.5d = 2.69d = 607 \text{ mm}$$

Perimeterul 1	distanța=	= ? mm
Perimeterul 2	distanța=	= ? mm
Perimeterul 3	distanța=	= ? mm
Perimeterul 4	distanța=	= ? mm
Perimeterul 5	distanța=	= ? mm

## Distanța dintre etrierii de străpungeră în direcția tangențială ( $s_t$ ) și radială ( $s_r$ )

### Numărul perimetrelor

$$r_{opr} = r_{out} - 1.5d = 2.69d = 607 \text{ mm}$$

Perimeterul 1	distanța=	= 75 mm	
Perimeterul 2	distanța=	(75+150) =225 mm	
Perimeterul 3	distanța=	(225+150)= 375 mm	
Perimeterul 4	distanța=	(375+150)= 525 mm	
Perimeterul 5	distanța=	(525+150) = 675 mm	→ ???

## Distanța dintre etrierii de străpungere în direcția tangențială ( $s_t$ ) și radială ( $s_r$ )

### Numărul perimetrelor

$$r_{opr} = r_{out} - 1.5d = 2.69d = 607 \text{ mm}$$

Perimeterul 1	distanța=	= 75 mm
Perimeterul 2	distanța= (75+150)	=225 mm
Perimeterul 3	distanța= (225+150)	= 375 mm
Perimeterul 4	distanța= (375+150)	= 525 mm
Perimeterul 5	distanța= (525+150)	= 675 mm

$$\rightarrow u_{opr} = 4899 \text{ mm}$$

→ în afara perimetrului extrem al armăturilor

## Aria minimă al armăturii de forfecare

Aria minimă al unei armături pe conturul  $u_1$

$$A_{sw,min} \geq 0.08 \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{ywk}} \cdot \frac{s_r \cdot s_t}{1.5} = ? \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \quad \phi ? = ? \text{ mm}^2$$

**Aria minimă al armăturii de forfecare**

Aria minimă al unei armături pe conturul  $u_1$

$$A_{sw,min} \geq 0.08 \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{ywk}} \cdot \frac{s_r \cdot s_t}{1.5} = 29.7 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \quad \phi 8 = 50.3 \text{ mm}^2$$

## Aria armăturii de forfecare pentru 1 perimetru

Aria al unei armături pe conturul  $u_1$

$$A_{sw,req} = \frac{v_{Ed,u_1} - 0.75v_{Rd,c}}{1.5f_{ywd,ef}} u_1 s_r \quad \rightarrow \quad A_{sw,req} = ? \text{ mm}^2$$

$$f_{ywd,ef} = 250 + 0.25d < f_{ywd}$$

$$f_{ywd,ef} = ? \text{ MPa} < 500 \text{ MPa} ??$$

Numărul necesar de bare de forfecare per perimetru = ???

$$\rightarrow \quad ? \phi ? = ? \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow \quad s_t = u_{opr} / (? - 1) = \text{mm} \quad < ? > \quad s_{t,max} = 2d = ? \text{ mm}$$



## Aria armăturii de forfecare pentru 1 perimetru

Aria al unei armături pe conturul  $u_1$

$$A_{sw,req} = \frac{v_{Ed,u_1} - 0.75v_{Rd,c}}{1.5f_{ywd,ef}} u_1 s_r \quad \rightarrow \quad A_{sw,req} = 788 \text{ mm}^2$$

$$f_{ywd,ef} = 250 + 0.25d < f_{ywd}$$

$$f_{ywd,ef} = 307 \text{ MPa} < 500 \text{ MPa}$$

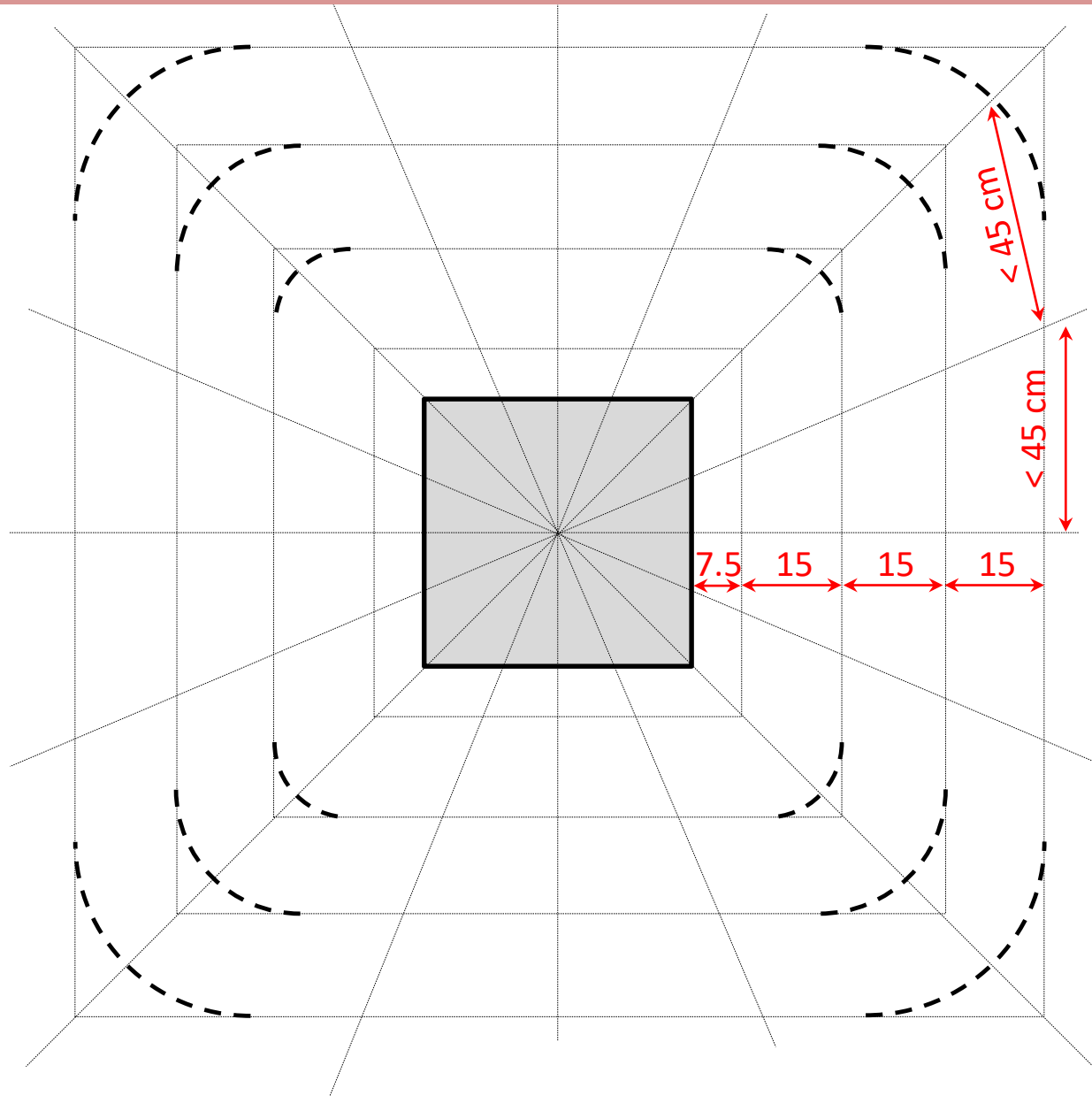
$$\text{Numărul necesar de bare de forfecare per perimetru} = A_{sw,req} / A_{sw,\phi 8} = 15.7$$

$$\rightarrow 16 \phi 8 = 50.3 \text{ mm}^2$$

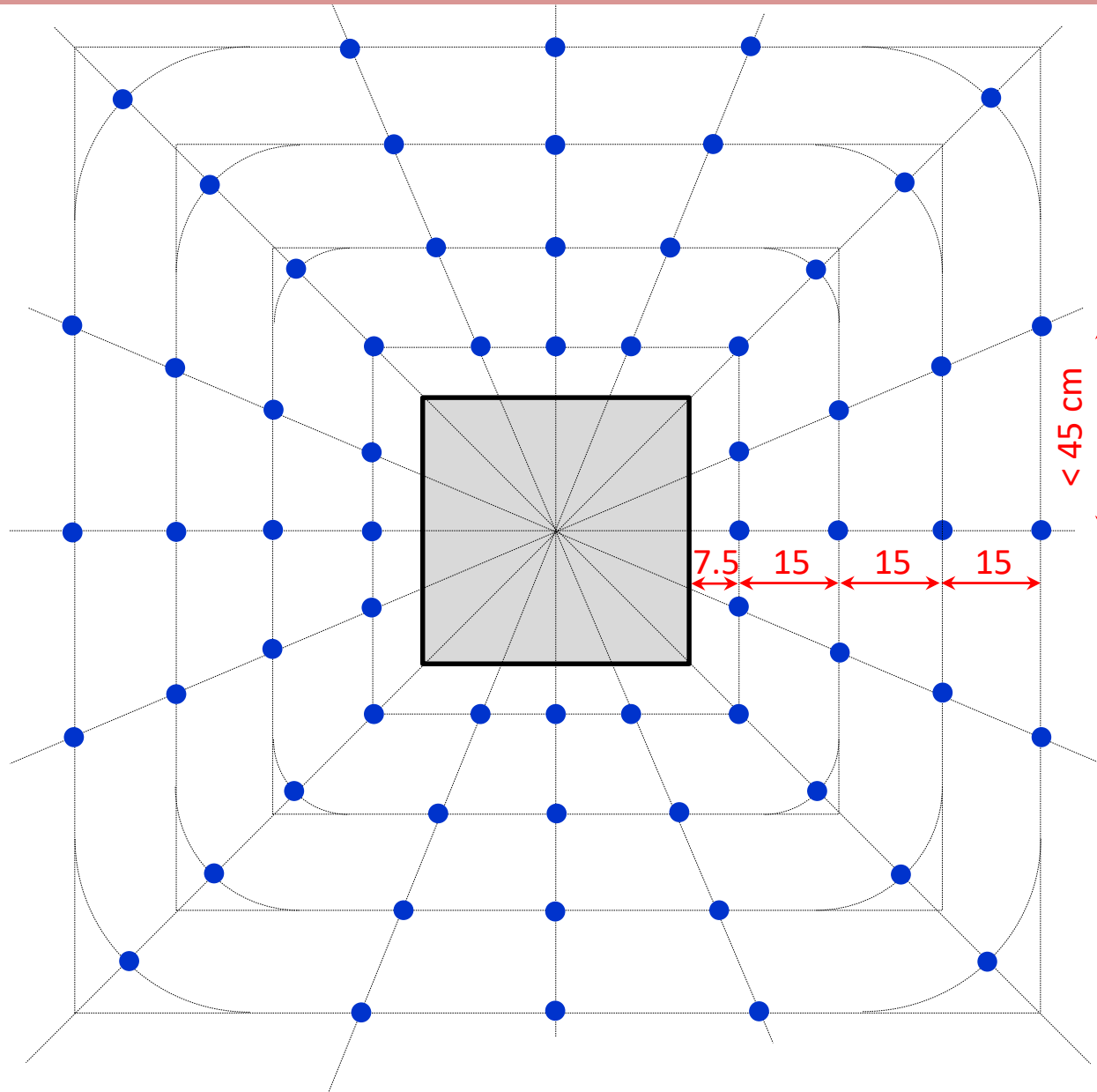
$$\rightarrow s_t = u_{opr} / (16 - 1) = 327 \text{ mm} < s_{t,max} = 2d = 452 \text{ mm}$$



## Poziția armăturilor de forfecare



## Poziția armăturilor de forfecare



## MUȚUMESC FRUMOS PENTRU ATENȚIE!



**Dr. NAGY-GYÖRGY Tamás**

*Professor*

**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



*(ASCE Library)*