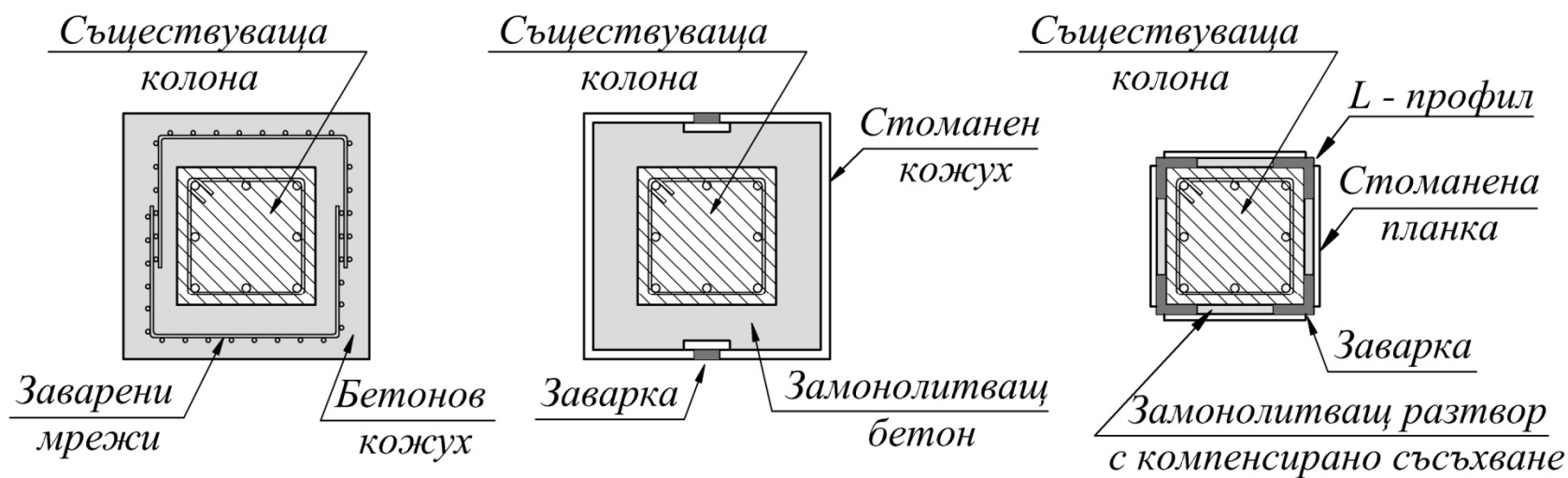


Проектиране на различните методи за усиление

Лекция 4

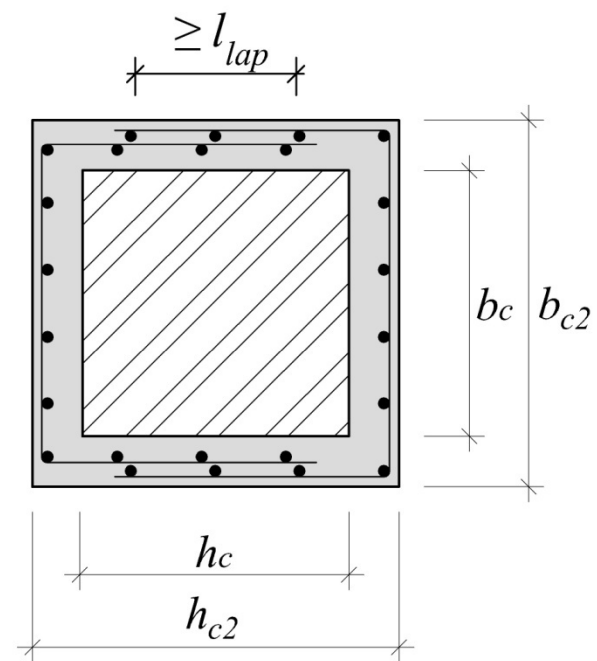
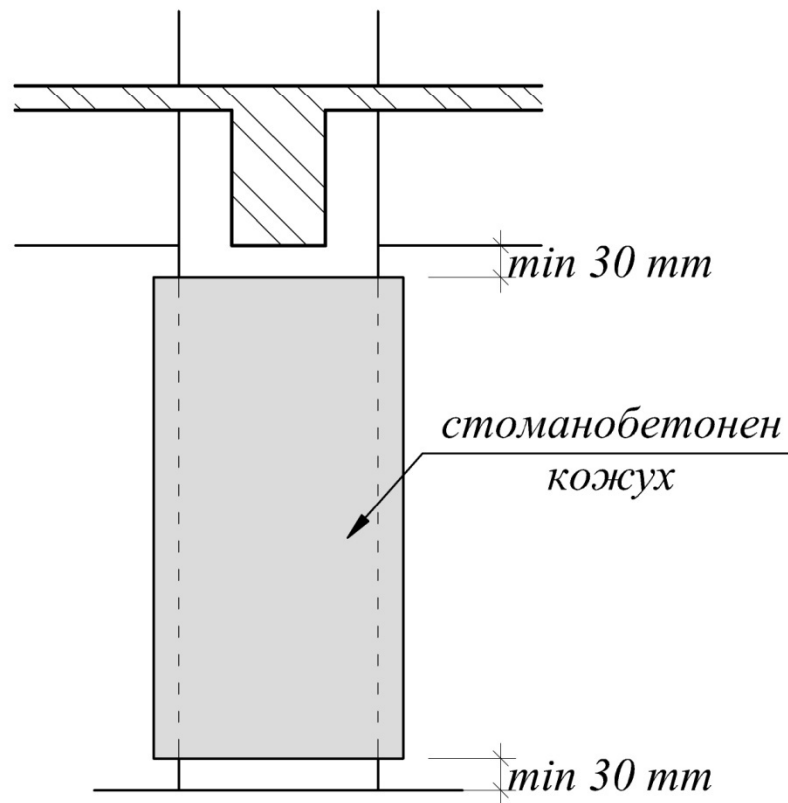
Усилване с кожуси

Основни типове стоманобетонкови и стоманени кожухи



Стоманобетонът кожух

Оразмеряване на кожух за увеличаване на носещата способност на срязване – японски стандарт



$$N_{\max} \geq N_{Ed} > 0.4b_c h_c f_{c1} \Rightarrow M_{Rd} = \left(0.8A_s f_{y1} h_c + 0.12b_c h_c^2 f_{c1}\right) \frac{N_{\max} - N_{Ed}}{N_{\max} - 0.4b_c h_c f_{c1}}$$

$$0.4b_c h_c f_{c1} \geq N_{Ed} > 0 \Rightarrow M_{Rd} = 0.8A_s f_{y1} h_c + 0.5N_{Ed} h_c \left(1 - \frac{N_{Ed}}{b_c h_c f_{c1}}\right)$$

$$0 \geq N_{Ed} \geq N_{\min} \Rightarrow M_{Rd} = 0.8A_s f_{y1} h_c + 0.4N_{Ed} h_c$$

$$N_{\max} = b_c h_c f_{c1} + A_{s,tot} f_{y1}$$

$$N_{\min} = -A_{s,tot} f_{y1}$$

A_s	-	площ на опънната армировка [mm ²]
$A_{s,tot}$	-	площ на цялата армировка в напречното сечение [mm ²]
b_c	-	ширина на сечението [mm]
h_c	-	височина на сечението [mm]
f_{c1}	-	вероятна изчислителна якост на натиск на бетона на стария елемент [MPa]
f_{y1}	-	вероятна изчислителна якост на армировката на стария елемент [MPa]
N_{Ed}	-	проектна стойност на нормалната сила (+ при натиск) [N]
M_{Rd}	-	носеща способност на колоната за огъващ момент [Nmm]

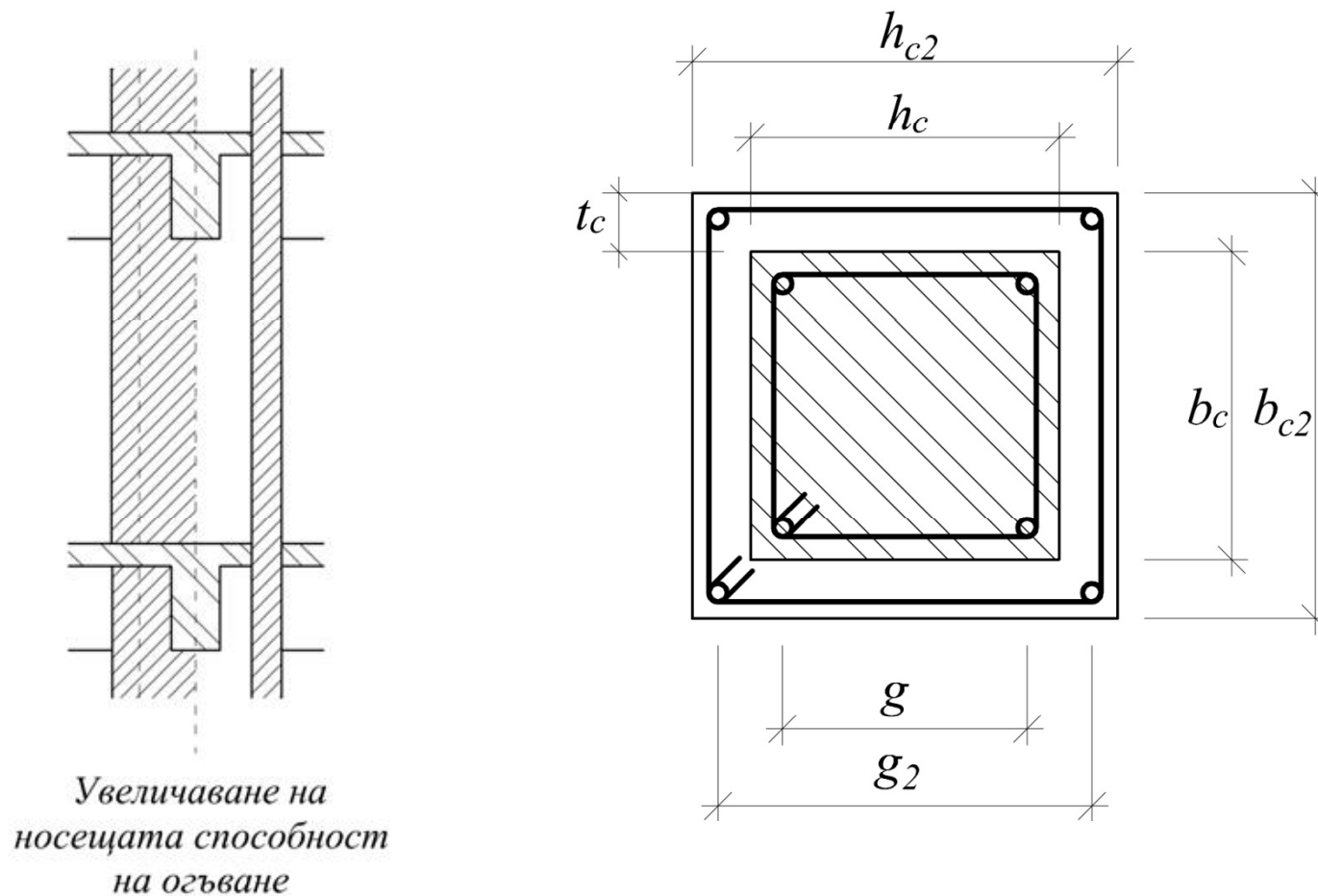
$$V_{Rd} = \left[\frac{0.053 \rho_2^{0.23} (18 + f_{c1})}{M_{Ed} / V_{Ed} d_2 + 0.12} + 0.85 \sqrt{\rho_h f_{yh} + \rho_{h2} f_{yh2}} + 0.1 \frac{N_{Ed}}{b_{c2} h_{c2}} \right] (0.8 b_{c2} h_{c2})$$

$$\rho_2 = 100 \frac{A_s}{b_{c2} d_2}; \quad \rho_h = \frac{A_{sh}}{a_h b_{c2}}; \quad \rho_{h2} = \frac{A_{sh2}}{a_{h2} b_{c2}}; \quad \rho_h + \rho_{h2} \leq 0.012$$

$$\frac{N_{Ed}}{b_{c2} h_{c2}} \leq 8 \text{ MPa}; \quad 1.0 \leq \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} d_2} = \frac{2 h_{cl}}{d_2} \leq 3.0$$

$$d = h_c - 50 \text{ [mm]}; d_2 = h_c - 50 + t_c \text{ [mm]}$$

Оразмеряване на кожух за увеличаване на носещата способност на огъване – японски стандарт



$$N_{\max} \geq N_{Ed} > 0.4b_{c2}h_{c2}f_{c1} \Rightarrow M_{Rd} = \left(0.8A_s f_{y1}g + 0.8A_{s2}f_{y2}g_2 + 0.12b_{c2}h_{c2}^2 f_{c1}\right) \frac{N_{\max} - N_{Ed}}{N_{\max} - 0.4b_{c2}h_{c2}f_{c1}}$$

$$0.4b_{c2}h_{c2}f_{c1} \geq N_{Ed} > 0 \Rightarrow M_{Rd} = 0.8A_s f_{y1}g + 0.8A_{s2}f_{y2}g_2 + 0.5N_{Ed}h_{c2} \left(1 - \frac{N_{Ed}}{b_{c2}h_{c2}f_{c1}}\right)$$

$$0 \geq N_{Ed} \geq N_{\min} \Rightarrow M_{Rd} = 0.8A_s f_{y1}g + 0.8A_{s2}f_{y2}g_2 + 0.4N_{Ed}h_{c2}$$

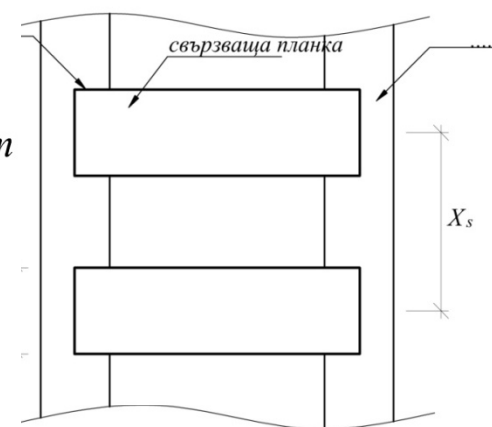
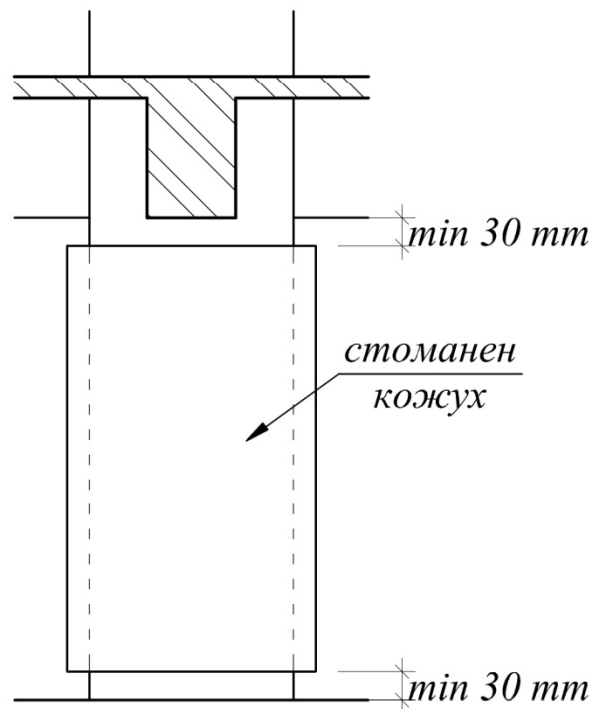
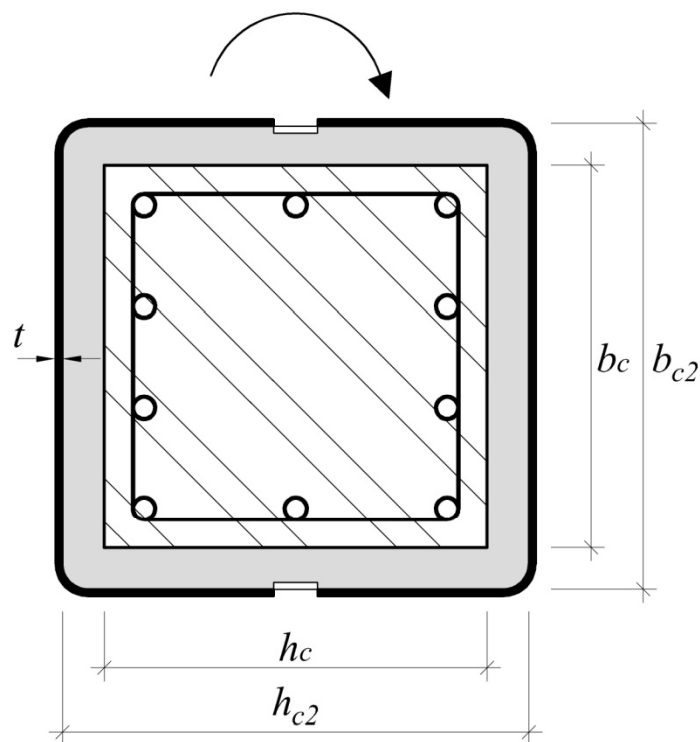
$$N_{\max} = b_{c2}h_{c2}f_{c1} + A_{s,tot,1}f_{y1} + A_{s,tot,2}f_{y2}$$

$$N_{\min} = -(A_{s,tot,1}f_{y1} + A_{s,tot,2}f_{y2})$$

A_s	-	площ на опънната армировка [mm ²]
$A_{s,tot}$	-	площ на цялата армировка в напречното сечение[mm ²]
b_c	-	ширина на сечението [mm]
h_c	-	височина на сечението [mm]
f_{c1}	-	вероятна изчислителна якост на натиск на бетона на стария елемент [MPa]
f_{y1}	-	вероятна изчислителна якост на армировката на стария елемент[MPa]
N_{Ed}	-	проектна стойност на нормалната сила (+ при натиск) [N]
M_{Rd}	-	носеща способност на колоната за огъващ момент[Nmm]

Стоманен кожух

Проектиране на стоманен кожух за увеличаване на носещата способност на срязване



$$\rho_{w2} = \frac{2tb_s}{b_{c2}X_s}$$

$$N_{\max} \geq N_{Ed} > 0.4b_c h_c f_{c1} \Rightarrow M_{Rd} = \left(0.8A_s f_{y1} h_c + 0.12b_c h_c^2 f_{c1} \right) \frac{N_{\max} - N_{Ed}}{N_{\max} - 0.4b_c h_c f_{c1}}$$

$$0.4b_c h_c f_{c1} \geq N_{Ed} > 0 \Rightarrow M_{Rd} = 0.8A_s f_{y1} h_c + 0.5N_{Ed} h_c \left(1 - \frac{N_{Ed}}{b_c h_c f_{c1}} \right)$$

$$0 \geq N_{Ed} \geq N_{\min} \Rightarrow M_{Rd} = 0.8A_s f_{y1} h_c + 0.4N_{Ed} h_c$$

$$N_{\max} = b_c h_c f_{c1} + A_{s,tot} f_{y1}$$

$$N_{\min} = -A_{s,tot} f_{y1}$$

A_s	-	площ на опънната армировка [mm ²]
$A_{s,tot}$	-	площ на цялата армировка в напречното сечение [mm ²]
b_c	-	ширина на сечението [mm]
h_c	-	височина на сечението [mm]
f_{c1}	-	вероятна изчислителна якост на натиск на бетона на стария елемент [MPa]
f_{y1}	-	вероятна изчислителна якост на армировката на стария елемент [MPa]
N_{Ed}	-	проектна стойност на нормалната сила (+ при натиск) [N]
M_{Rd}	-	носеща способност на колоната за огъващ момент [Nmm]

$$V_{Rd} = \left[\frac{0.053 \rho_2^{0.23} (18 + f_{c1})}{M_{Ed} / V_{Ed} d_2 + 0.12} + 0.85 \sqrt{\rho_h f_{yh} + \rho_{h2} f_{yh2}} + 0.1 \frac{N_{Ed}}{b_{c2} h_{c2}} \right] (0.8 b_{c2} h_{c2})$$

$$\rho_2 = 100 \frac{A_s}{b_{c2} d_2}; \quad \rho_h = \frac{A_{sh}}{a_h b_{c2}}; \quad \rho_{h2} = \frac{2t}{b_{c2}}; \quad \rho_h + \rho_{h2} \leq 0.012$$

$$\frac{N_{Ed}}{b_{c2} h_{c2}} \leq 8 \text{ MPa}; \quad 1.0 \leq \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} d_2} = \frac{2h_{cl}}{d_2} \leq 3.0$$

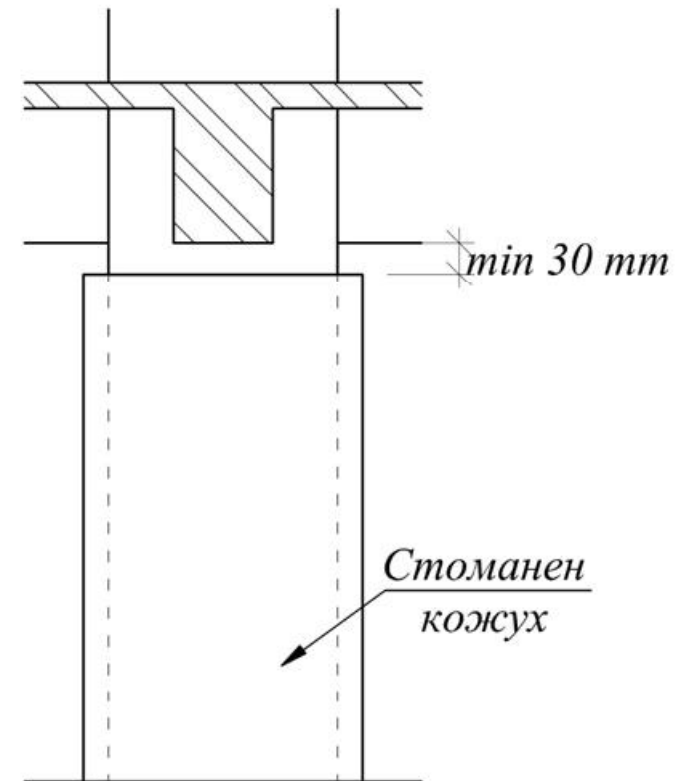
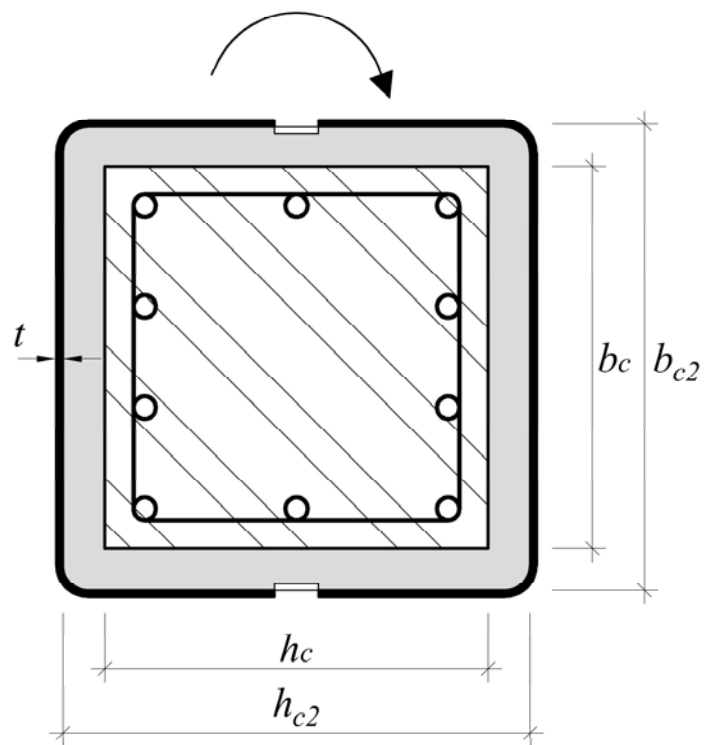
$$d = h_c - 50 \text{ [mm]}; d_2 = h_c - 50 + t_c \text{ [mm]}$$

$$\eta = \frac{N_u}{(b_c h_c f_{c1})}$$

$$\eta_h = 0.4 + \rho_{w2} \sigma_{w2} / 20 \leq 0.7$$

$$\eta \leq \eta_h$$

Оразмеряване на кожух за увеличаване на носещата способност на огъване – японски стандарт



Стоманен кожух за
увеличаване на носещата
способност на огъване

$$N_{\max} \geq N_{Ed} > 0.4b_{c2}h_{c2}f_{c1} \Rightarrow M_{Rd} = \left(0.8A_s f_{y1} h_{c2} + 0.12b_{c2}h_{c2}^2 f_{c1}\right) \frac{N_{\max} - N_{Ed}}{N_{\max} - 0.4b_{c2}h_{c2}f_{c1}}$$

$$0.4b_{c2}h_{c2}f_{c1} \geq N_{Ed} > 0 \Rightarrow M_{Rd} = 0.8A_s f_{y1} h_{c2} + 0.5N_{Ed} h_{c2} \left(1 - \frac{N_{Ed}}{b_{c2}h_{c2}f_{c1}}\right)$$

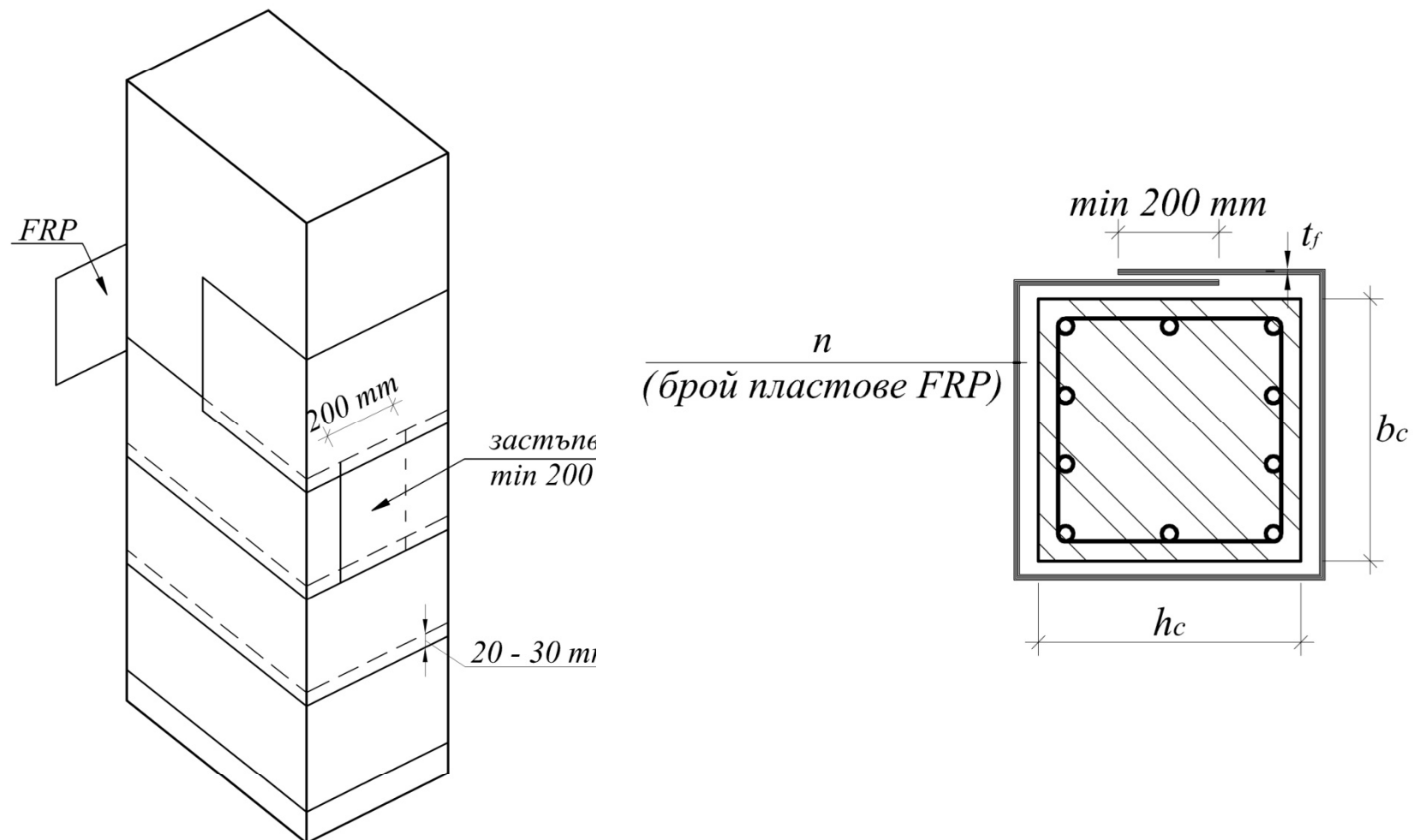
$$0 \geq N_{Ed} \geq N_{\min} \Rightarrow M_{Rd} = 0.8A_s f_{y1} h_{c2} + 0.4N_{Ed} h_{c2}$$

$$N_{\max} = b_{c2}h_{c2}f_{c1} + A_{s,tot}f_{y1}$$

$$N_{\min} = -A_{s,tot}f_{y1}$$

A_s	-	площ на опънната армировка [mm ²]
$A_{s,tot}$	-	площ на цялата армировка в напречното сечение[mm ²]
b_c	-	ширина на сечението [mm]
h_c	-	височина на сечението [mm]
f_{c1}	-	вероятна изчислителна якост на натиск на бетона на стария елемент [MPa]
f_{y1}	-	вероятна изчислителна якост на армировката на стария елемент[MPa]
N_{Ed}	-	проектна стойност на нормалната сила (+ при натиск) [N]
M_{Rd}	-	носеща способност на колоната за огъващ момент[Nmm]

Проектиране на кожух от външно залепена полимерна армировка от въглеродни нишки за увеличаване на носещата способност на срязване



$$V_{Rd} = \left[\frac{0.053 \rho^{0.23} (18 + f_{cl})}{M_{Ed} / V_{Ed} d + 0.12} + 0.85 \sqrt{\rho_h f_{yh} + \rho_{wf} \sigma_{fd}} + 0.1 \frac{N_{Ed}}{b_c h_c} \right] (0.8 b_c h_c)$$

$$\rho = 100 \frac{A_s}{b_c d}; \quad \rho_h = \frac{A_{sh}}{a_h b_c}; \quad \rho_{wf} = \frac{2 n t_f}{b_c}; \quad \rho_h f_{yh} + \rho_{wf} \sigma_{fd} \leq 9.8 \text{ MPa}$$

$$\frac{N_{Ed}}{b_c h_c} \leq 7.8 \text{ MPa}; \quad 1.0 \leq \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} d_2} = \frac{2 h_{cl}}{d} \leq 3.0$$

$$d = h_c - 50 \text{ [mm]}; \quad d_2 = h_c - 50 + t_c \text{ [mm]}$$

$$\sigma_{fd} = \min \left[\left(E_{fd} \varepsilon_{fd}; \left(\frac{2}{3} \right) \sigma_f \right) \right]$$

$$E_{fd} = 2.30 \times 10^5 \text{ MPa}$$

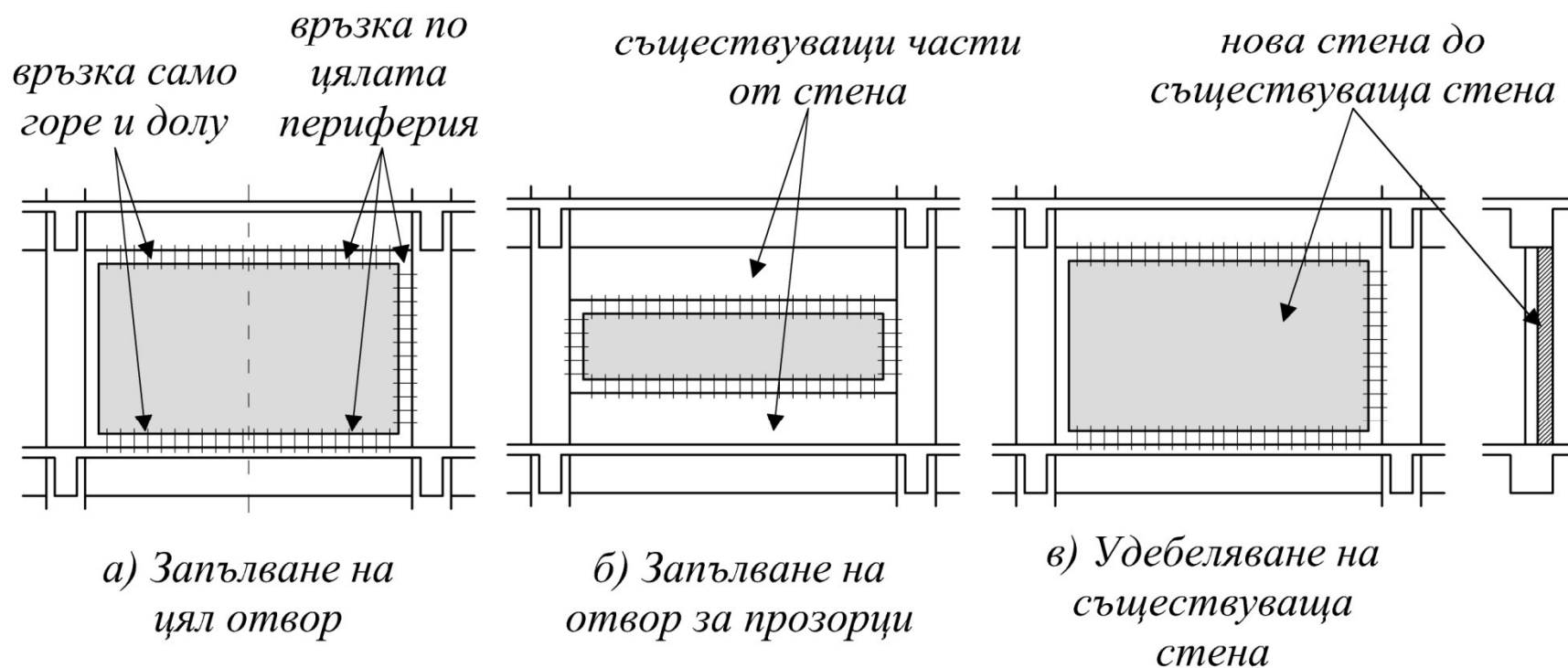
$$\varepsilon_{fd} = 0.0070$$

$$\sigma_f = 3400 \text{ MPa} \quad \text{или} \quad 2900 \text{ MPa}$$

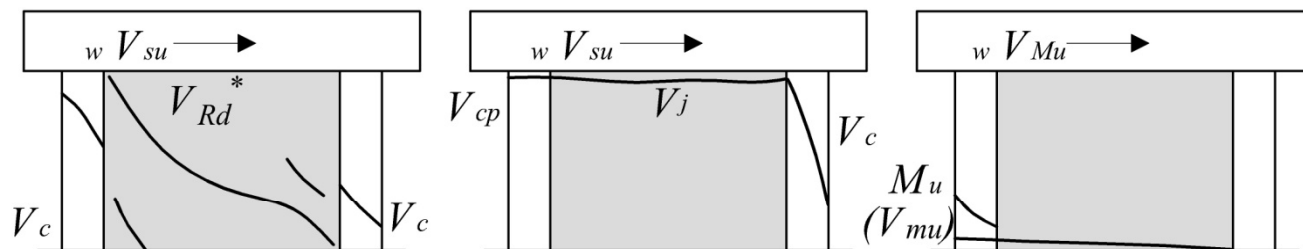
Сеизмично усиление с вградени стоманобетонни стени и стоманени връзки

Вградени стоманобетонни стени

Различни видове вградени стоманобетонни



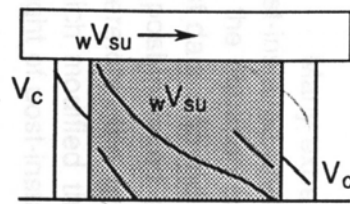
Проектиране на стоманобетонни вградени стени



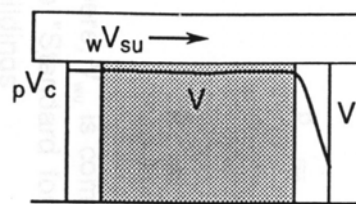
	Тип I	Тип II	Тип III
Обща форма на разрушение	Срязване	Разрушаване на връзката	Огъване
Форма на разрушение на панела	Срязване	Срязване на връзката	Няма
Разрушение на колоната	Срязване или огъване	Хоризонтално срязване в едната колона и огъване/срязване в другата	Провлачване при опън
Проектна якост	$wV_{su} = \min \left\{ \frac{\beta V_{Rd}}{V_{Rd}^* + 2\alpha V_c} \right\}$	$wV_{su} = V_j + V_{pc} + \alpha V_c$	$wV_{Mu} = V_{mu}$
Дуктилен индекс	$F=1.0$	$F=1.0$	$F=2.0$

Съставил доц. Й. Милев -
L4_SR_2012

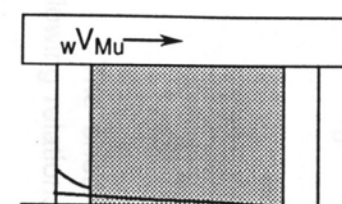
Проектиране на вградени стени



ТИП 1



ТИП 2



ТИП 3

Форма на разрушение

Разрушение
на панела

Разрушение
на колоната

Проектна носеща
способност

Дуктилен
индекс

Срязване

срязване

срязване или
огъване

по-малкото от

$$wV_{su} = \beta \cdot V_{su}$$

$$wV_{su} = wV'_{su} + 2\alpha \cdot V_c$$

$$F = 1.0$$

Разрушаване на
връзката

срязване на
връзката

срязване или
огъване

$$wV_{su} = V_j + pV_c + \alpha \cdot V_c$$

$$F = 1.0$$

Огъване

няма

Провлачване при
огъване

$$wV_{Mu}$$

$$F = 2.0$$

Означения

V_{su} : Носеща способност на срязване на стената

β : Редукционен коефициент 0.8÷1.0

wV'_{su} : Носеща способност на срязване на панела

V_c : Носеща способност на срязване или
огъване на колоната

α : 1.0 при срязване
0.7 при огъване

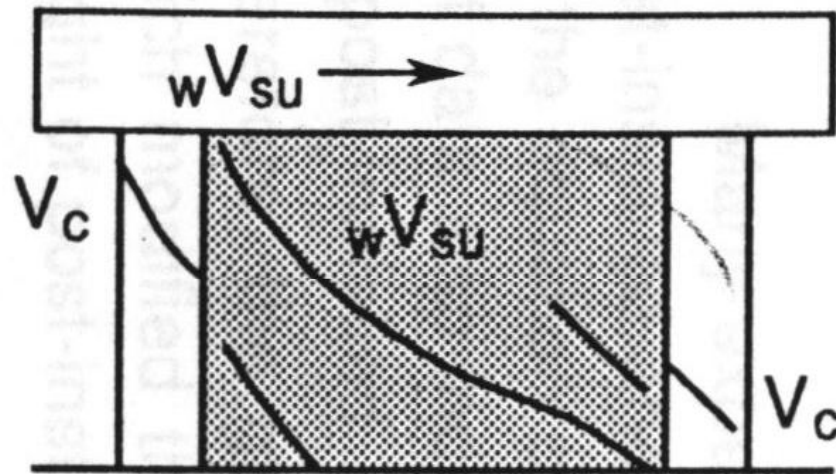
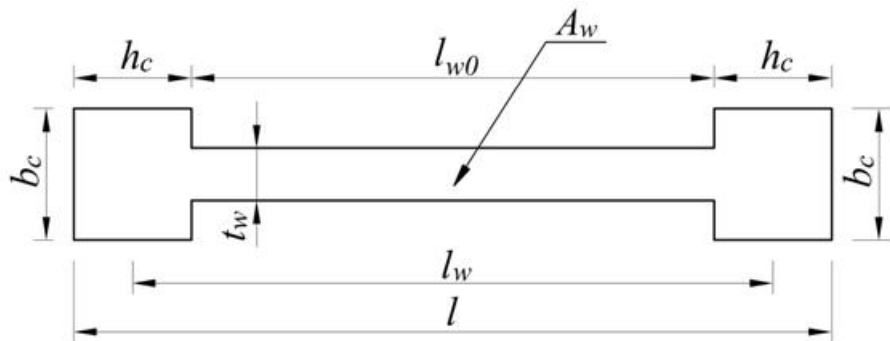
V_j : Носеща способност на срязване на анкерите

Съставил доц. Й. Милев

L4_SR_2012

Носеща способност на хоризонтално срязване на колоните

Разрушение ТИП 1



По - малкото от :

$$wV_{su} = \beta V_{su}; \quad wV_{su} = wV'_{su} + 2\alpha V_c$$

$$wV'_{su} = \max\left(\rho_h f_{yh}; \frac{f_{c2}}{20} + 0.5\rho_h f_{yh}\right) t_w l'$$

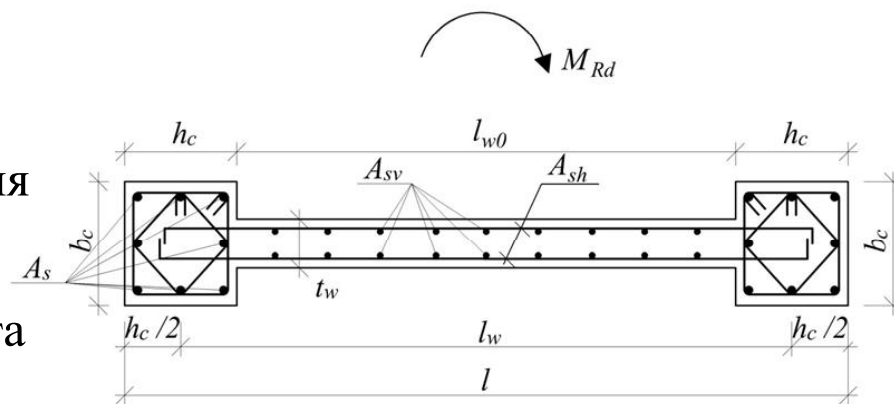
$\beta = 0.8 \div 0.9$ при анкери само по гредите

$\beta = 1.0$ при анкери по цялата периферия

$\alpha = 1.0$ срязване на колоната

$\alpha = 0.7$ разрушаване от огъване на колоната

$F = 1.0$



Форма на разрушение ТИП 2

$$wV_{su} = V_j + V_c^p + \alpha V_c$$

$\alpha = 1.0$ разрушение от срязване

$\alpha = 0.7$ разрушение от огъване

$$F = 1.0$$

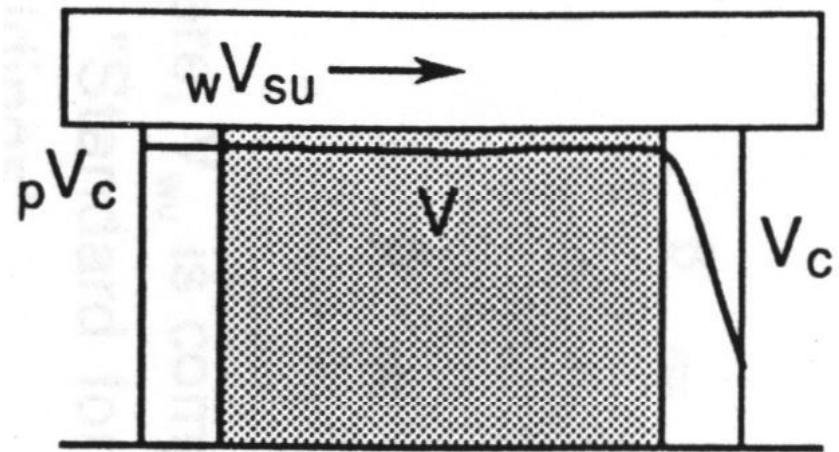
$$V_c^p = K_{\min} \tau_0 b_c h_c$$

$$K_{\min} = \frac{0.34}{(0.52 + \frac{b_c}{h_c})}$$

$$\tau_0 = 1.02 + 0.1f_{cl} + 0.85\sigma \text{ [MPa]}, \text{ ако } 0 \leq \sigma < (0.33f_{cl} - 2.86)$$

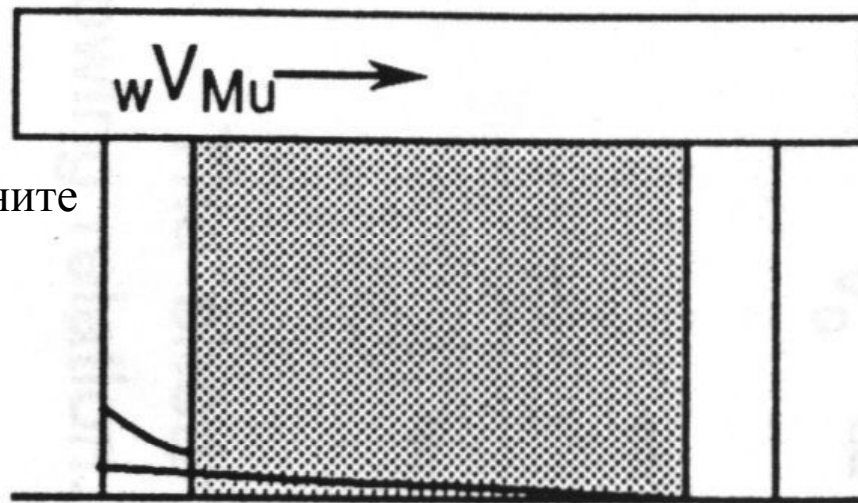
$$\tau_0 = 0.22f_{cl} + 0.49\sigma \text{ [MPa]}, \text{ ако } (0.33f_{cl} - 2.86) \leq \sigma < 0.66f_{cl}$$

$$\sigma = \rho_{tot} f_{y1} + \sigma_0; \quad \rho_{tot} = \frac{A_{tot}}{b_c h_c}; \quad \sigma_0 = \frac{N_{Ed}}{b_c h_c}$$



Форма на разрушение ТИП 3

$wV_{su} = wV_{mu}$ – за цялата стена + колоните
 $F = 2.0$



Тангенциални напрежения във вградени стени

$$\tau_w = \frac{V_{Ed}}{t_w l_w} \leq \tau_D$$

$$\tau_D = 0.16 f_{c1} \quad \text{for } F = 3.0$$

$$\tau_D = 0.20 f_{c1} \quad \text{for } F = 2.0$$

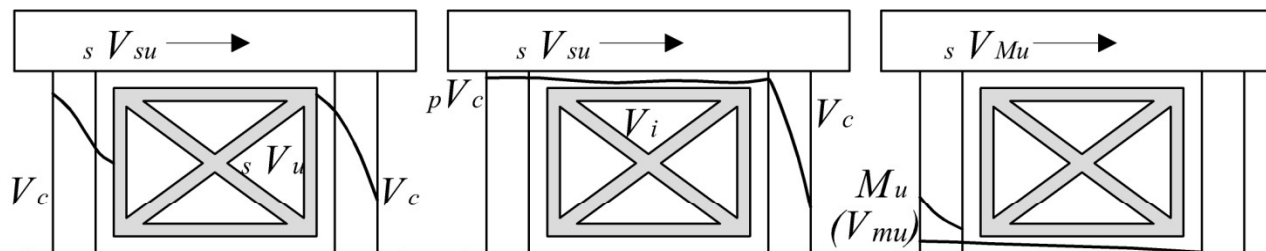
$$\tau_D = 0.25 f_{c1} \quad \text{for } F = 1.0$$

$$\beta V'_{mu} \geq V_{Ed}$$

$$\beta = 0.8 \div 1.0$$

Вградени стоманени връзки

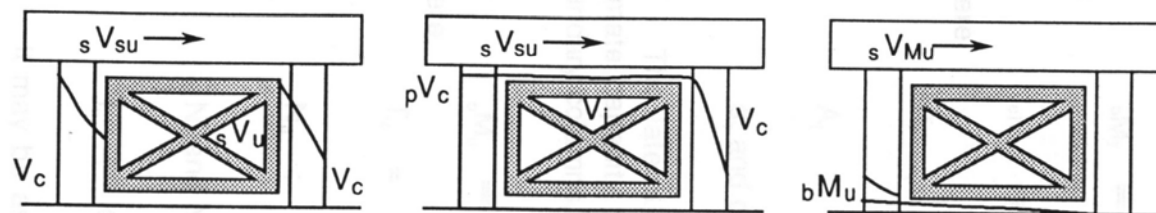
Проектиране на усилване със стоманени връзки



	<i>Тип I</i>	<i>Тип II</i>	<i>Тип III</i>
<i>Обща форма на разрушение</i>	<i>Срязване</i>	<i>Разрушаване на връзката</i>	<i>Огъване</i>
<i>Форма на разрушение на стом.връзка</i>	<i>Провлачване при опън/изкълчване при натиск</i>	<i>Срязване на връзката</i>	<i>Няма</i>
<i>Разрушение на колоната</i>	<i>Срязване или огъване</i>	<i>Хоризонтално срязване в едната колона и огъване/срязване в другата</i>	<i>Провлачване при опън</i>
<i>Проектна якост</i>	$sV_{su}=sV_u+2V_c$	$sV_{su}=V_j+pV_c+V_c$	$wV_{Mu}=V_{tu}$
<i>Дуктилен индекс</i>	$F=2.0\div 3.0$	$F=1.5$	$F=2.0$

Съставил доц. Й.Милев -
L4_SR_2012

Проектиране на стоманени връзки



Форма на разрушение	Срязване	Разрушаване на връзката	Огъване
Разрушение на връзката	Провлачване/изкълчване	срязване на връзката	няма
Разрушение на колоната	срязване или огъване	срязване или огъване	провлачване при огъване
Проектна носеща способност	по-малкото от $s V_{su} = s V_u + 2V_c$	$s V_{su} = V_j + pV_c + V_c$	$s V_{Mu}$

Notation

при срязване
при огъване

$s V_{su}$: Носеща способност на срязване на стената

$s V_u$: Носеща способност на връзката

V_c : Носеща способност на срязване или огъване на колоната (по-малката) от двете

V_j : Носеща способност на срязване на анкерите

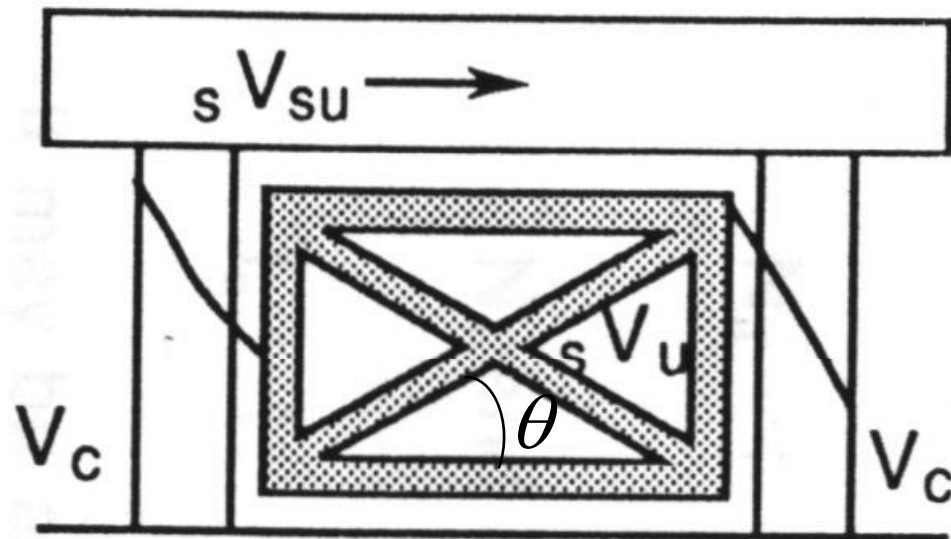
pV_c : Носеща способност на хор. срязване на колоните

$s V_{Mu}$: Носеща способност на огъване на системата

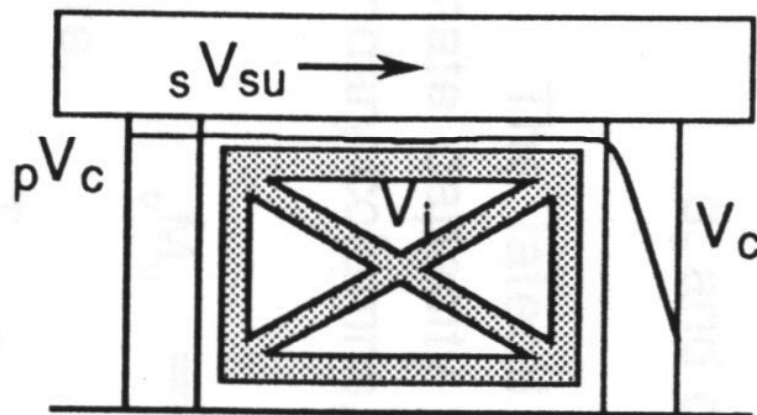
Форма на разрушение ТИП 1

$$sV_{su} = sV_u + 2V_c$$

$$sV_u = (N_c + N_t) \cos \theta$$

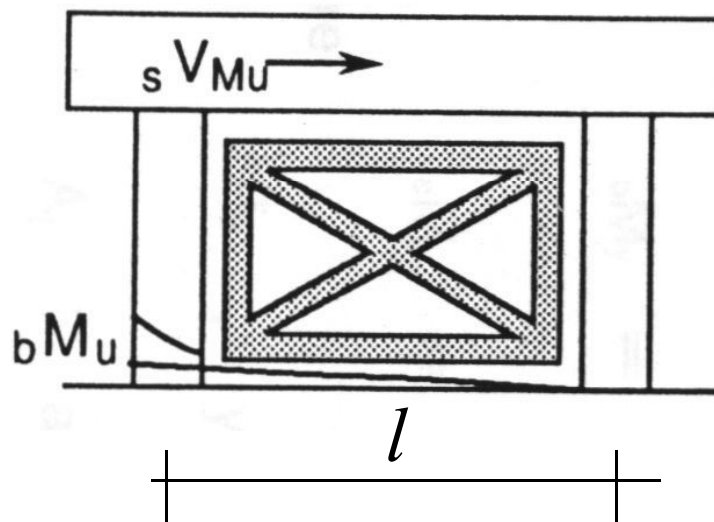


Форма на разрушение ТИП 2



$$s V_{su} = V_j + V_c^p + V_c$$

Форма на разрушение ТИП 3



$${}_b M_u = \min(T_u, N_u) l \quad [\text{N.mm}]$$

$$T_u = N_1 + f_y A_{s,tot} \quad [\text{N}]$$

$$N_u = 0.8 f_{c1} b_c h_c + f_y A_{s,tot} - N_2 > 0 \quad [\text{N}]$$

Съставил доц. Й.Милев -
L4_SR_2012

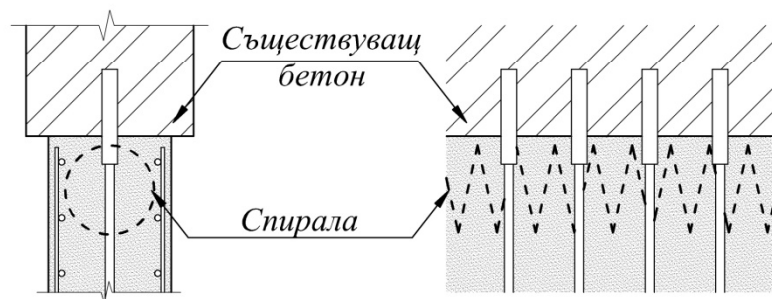
Условие за достигане на едновременно
пластифициране на натиснат и опънат прът
от връзката

$$\sigma_c \leq f_{cr} = \left[\left(1 - 0.4 \left(\frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2 \right) \right] f_y \quad \lambda \leq \Lambda \text{ [MPa]}$$

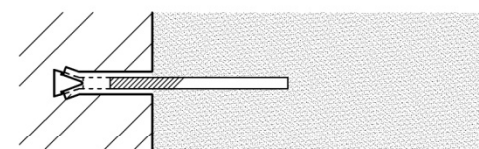
$$\sigma_c \leq f_{cr} = 0.6 f_y \left(\frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2 \quad \lambda > \Lambda \text{ [MPa]}$$

$$\Lambda = \sqrt{\pi^2 E / 0.6 f_y}$$

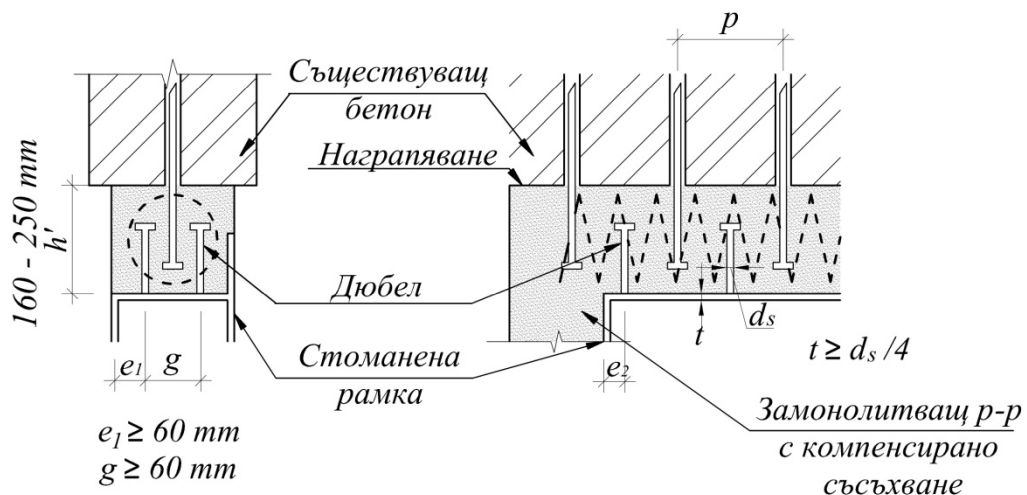
Анкериране на новата конструкция



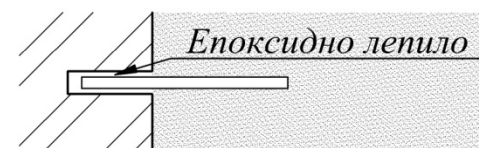
Свързване на бетон към бетон



Механичен (разширяващ се) дюбел

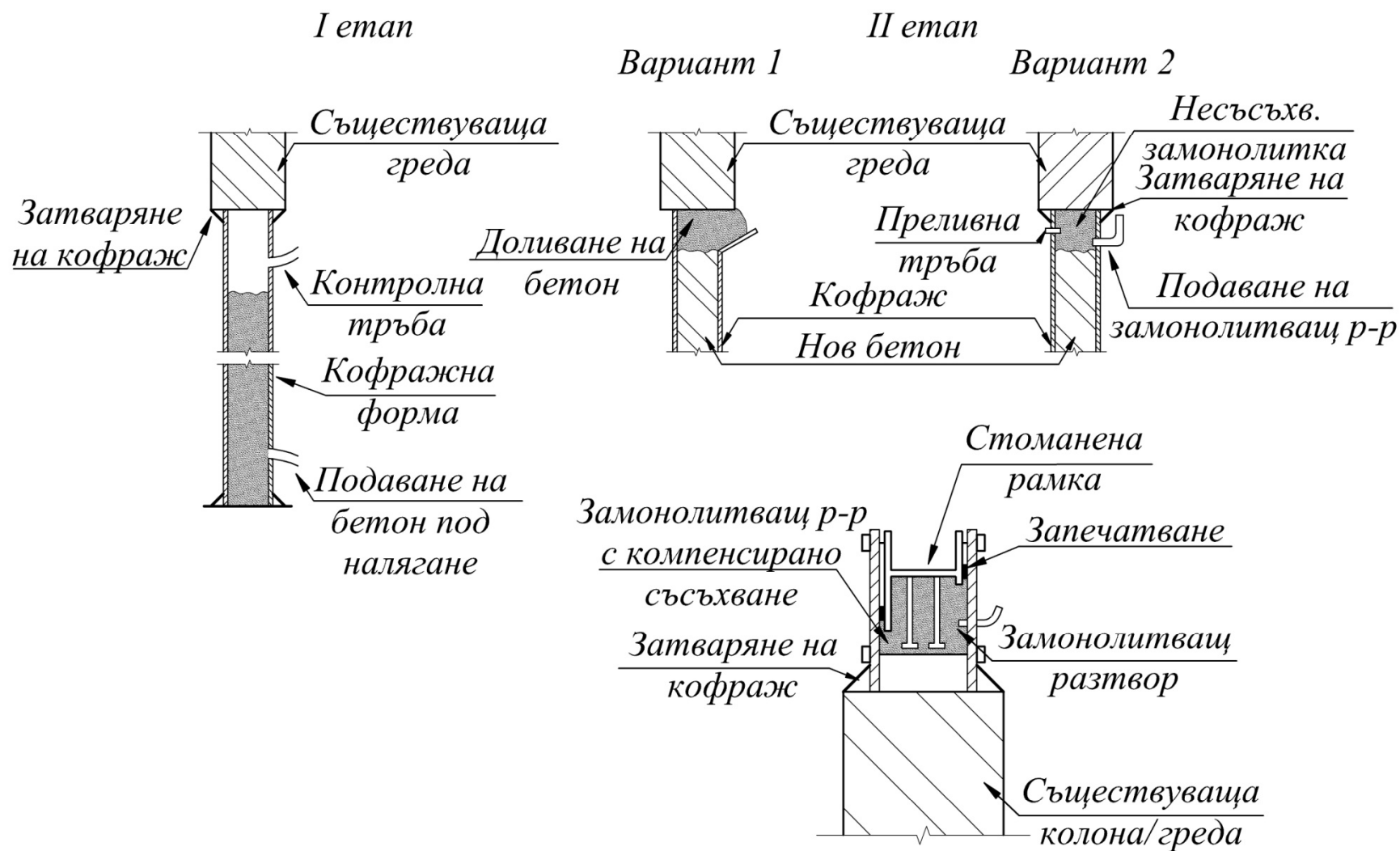


Свързване на стомана към бетон



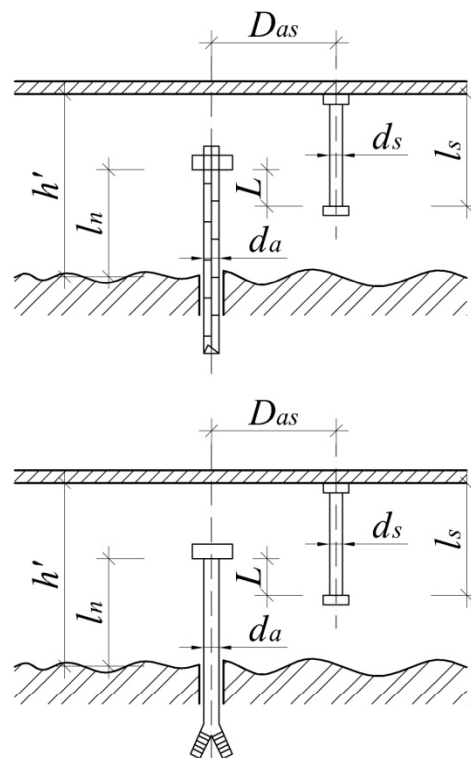
Адхезионен (лепен) анкер

Бетониране на новата конструкция



Съставил доц. Й.Милев -
L4_SR_2012

Конструктивни изисквания към дюбелите и свързващите болтове



$$L \geq \max(l_n/2; l_s/2)$$

- $l_s \leq (2/3)h'$, ако $l_n \geq 2(h' - l_s)$
- $l_s \geq (2/3)h'$, ако $l_n \geq h' - l_s/2$

Якост на срязване на анкерите (японски стандарт)

$$V_{Rd,an} = \min(V_{Rd,an1}; V_{Rd,an2})$$

Лепилни (адхезионни) и дюбелни(механични) анкери - $l_{e,an} \geq 7d_{an}$

$$\frac{V_{Rd,an1}}{A_{an}} = 0.7 f_{y,an} \leq 250 \text{ MPa}$$

$$\frac{V_{Rd,an2}}{A_{an}} = 3\sqrt{E_c f_c} \leq 250 \text{ MPa}$$

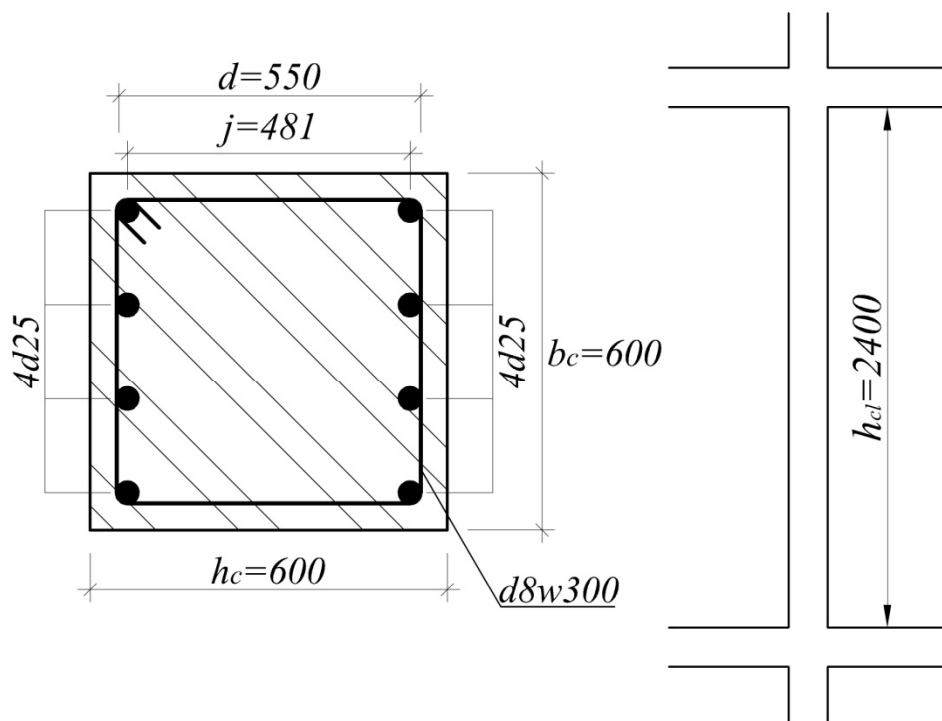
Дюбелни(механични) анкери - $4d_{an} \leq l_{e,an} < 7d_{an}$

$$\frac{V_{Rd,an1}}{A_{an}} = 0.7 f_{y,an} \leq 300 \text{ MPa}$$

$$\frac{V_{Rd,an2}}{A_{an}} = 4\sqrt{E_c f_c} \leq 300 \text{ MPa}$$

Съставил доц. Й.Милев -
L4_SR_2012

Пример за проектиране на кожуси



$$N_{Ed} = 1414 \text{ kN}$$

$$A_s = 1963.5 \text{ mm}^2$$

$$\rho = 0.595\%$$

$$\rho_w = 0.056\%$$

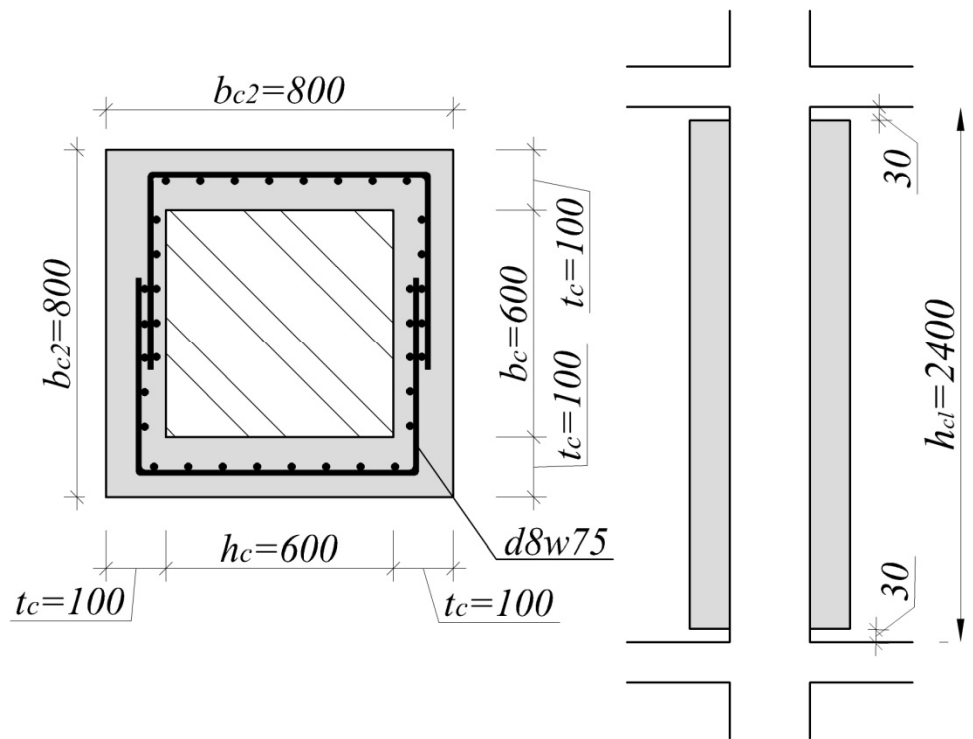
$$\begin{aligned}
 M_u &= 0.8 A_s f_y h_c + 0.5 N_{Ed} h_c \left(1 - \frac{N_{Ed}}{b h_c f_{c1}} \right) = \\
 &= 0.8 \cdot 1963.5 \cdot (343 + 49) \cdot 600 + 0.5 \cdot 1412 \cdot 10^3 \cdot 600 \left(1 - \frac{1412 \cdot 10^3}{600 \cdot 600 \cdot 17.7} \right) = \\
 &= 0.8 \cdot 1963.5 \cdot (343 + 49) \cdot 600 + 0.5 \cdot 1412 \cdot 10^3 \cdot 600 \left(1 - \frac{1412 \cdot 10^3}{600 \cdot 600 \cdot 17.7} \right) = \\
 &= 699 \cdot 10^6 \text{ Nmm}^2 = 699 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$V_{mu} = 699.2 / 2,4 = 582kN$$

$$\begin{aligned}
 V_{Rd} &= \left[\frac{0.053 \rho^{0.23} (18 + f_c)}{M_{Ed} / (V_{Ed} d) + 0.12} + 0.85 \sqrt{\rho_h f_{yh}} + 0.1 \frac{N_{Ed}}{b_c h_c} \right] b_c j = \\
 &= \left[\frac{0.053 \cdot 0,595^{0.23} (18 + 17,7)}{120/55 + 0.12} + 0.85 \sqrt{0,056 \cdot 10^{-2} \cdot 294} + 0,1 \cdot \frac{1412 \cdot 10^3}{600 \cdot 600} \right] 600 \cdot 481 = \\
 &= 423259 N = 423,2 kN < V_{mu} = 582 kN \Rightarrow \underline{\underline{F = 1,0}}
 \end{aligned}$$

Целта е да се достигне $F = 2,5$, като за целта се приема: $\mu = 3,0$

$$\begin{aligned}
 F &= \frac{\sqrt{2\mu - 1}}{0,75(1 + 0,05\mu)} = \frac{\sqrt{2 \cdot 3 - 1}}{0,75(1 + 0,05 \cdot 3)} = 2,59 > 2,50 \\
 req V_{Rd} &= \left(\frac{\mu}{10} + 0,9 \right) V_{mu} = \left(\frac{3,0}{10} + 0,9 \right) 582 = 698,4 kN
 \end{aligned}$$

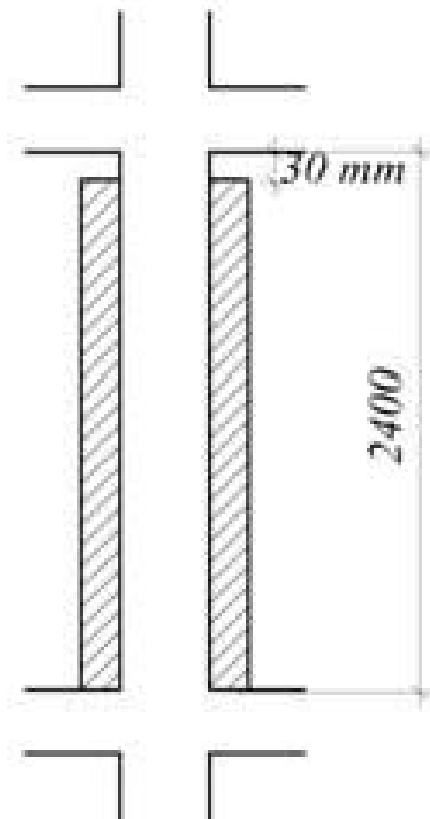
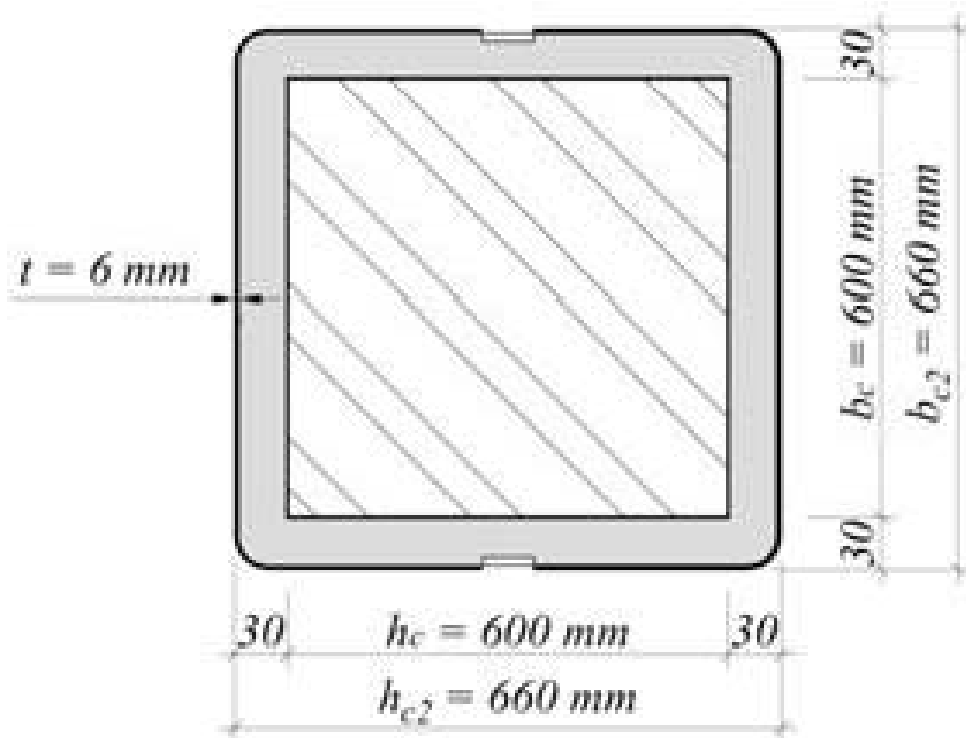


$$\rho_h = \frac{2.50,3}{800.300} = 0,00042$$

$$\rho_{h_2} = \frac{2.50,3}{800.750} = 0,00017$$

$$\rho = \frac{1963,5}{800.800} \cdot 100 = 0,31\%$$

$$\begin{aligned}
 V_{Rd} &= \left[\frac{0.053 \rho^{0.23} (18 + f_c)}{M_{Ed} / (V_{Ed} d) + 0.12} + 0.85 \sqrt{\rho_h f_{yh} + \rho_{h_2} f_{yh_2}} + 0.1 \frac{N_{Ed}}{b_{c_2} h_{c_2}} \right] 0,8 b_{c_2} h_{c_2} = \\
 &= \left[\frac{0.053 \cdot 0,31^{0.23} (18 + 17,7)}{120/75 + 0.12} + 0.85 \sqrt{0.00042 \cdot 294 + 0,00017 \cdot 294} + 0.1 \frac{1412 \cdot 10^3}{800 \cdot 800} \right] 0,8 \cdot 800^2 = \\
 &= 724 \cdot 10^3 \text{ N} = 724 \text{ kN} > req V_{Rd} = 698,4 \text{ kN}
 \end{aligned}$$



$$\rho_h = \frac{2.50,3}{660.300} = 0,00051$$

$$\rho_{h_2} = \frac{2.6}{660} = 0,018 \rightarrow \text{Приема се } \rho_{h_2} = 0,012$$

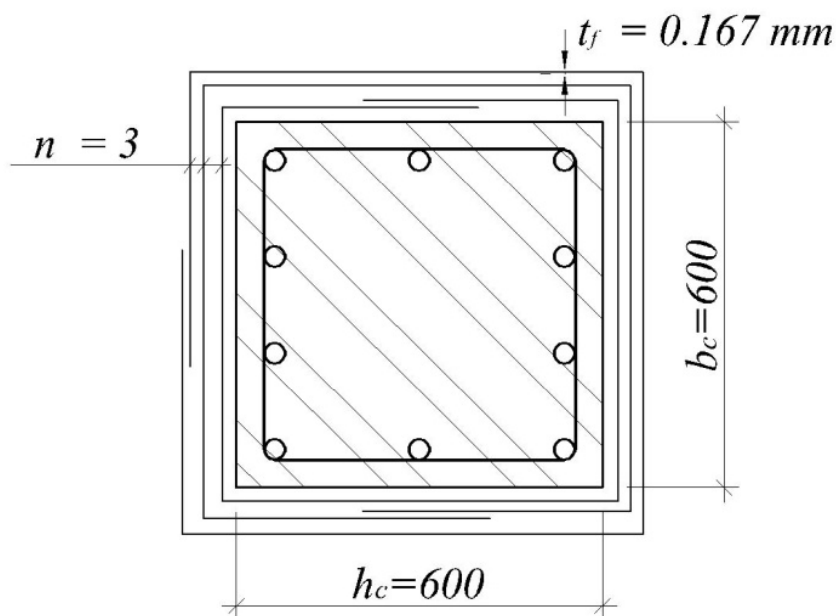
$$\rho = \frac{1963,5}{660.660} \cdot 100 = 0,45\%$$

Съставил доц. Й.Милев -
L4_SR_2012

$$\begin{aligned}
M_{ub} &= 0.8A_s f_y h_{c_2} + 0.5N_{Ed} h_{c_2} \left(1 - \frac{N_{Ed}}{bh_{c_2} f_{c_1}} \right) = \\
&= 0,8.1963,5.392.660 + 0,5.1412.10^3.660 \left(1 - \frac{1412.10^3}{660.660.17,7} \right) = \\
&= 787.10^6 \text{ Nmm}^2 = 787 \text{ kNm} \\
V_{mu} &= (M_{ut} + M_{ub}) / h_{cl} = (712 + 787) / 2,4 = 624,5 \text{ kN} \\
req V_{Rd} &= \left(\frac{\mu}{10} + 0,9 \right) V_{mu} = \left(\frac{3,0}{10} + 0,9 \right) 624,5 = 749,4 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{Rd} &= \left[\frac{0.053 \rho^{0.23} (18 + f_c)}{M_{Ed} / (V_{Ed} d) + 0.12} + 0.85 \sqrt{\rho_h f_{yh}} + 0.1 \frac{N_{Ed}}{b_{c_2} h_{c_2}} \right] 0,8 b_{c_2} h_{c_2} = \\
 &= \left[\frac{0.053 \cdot 0,45^{0.23} (18 + 17,7)}{120/61 + 0.12} + 0.85 \sqrt{0.012 \cdot 259} + 0.1 \frac{1412 \cdot 10^3}{800 \cdot 800} \right] 0,8 \cdot 660^2 = \\
 &= 898 \cdot 10^3 \text{ N} = 898 \text{ kN} > \text{req } V_{Rd} = 749,4 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\eta = \frac{N_{Ed}}{b_c h_c f_c} = \frac{1412 \cdot 10^3}{600 \cdot 600 \cdot 17,7} = 0,22 < 0,40$$



Тегло на m^2 300 g/ m^2
 $t_f = 0,167$ mm
 $\sigma_t = 3400$ N/ mm^2
 $E_{fd} = 2,3 \times 10^5$ N/ mm^2

$$\sigma_{fd} = \min(E_{fd} \cdot \varepsilon_{fd}, (2/3)\sigma_f) = \min(2,3 \cdot 10^5 \cdot 0,7 \cdot 10^{-2}, (2/3) \cdot 3400) =$$

$$= \min(1610, 2266.67) = 1610 \text{ N/mm}^2$$

$$P_{wf} = \frac{0,167 \cdot 3 \cdot 2}{600} = 0,00167$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0,053 \cdot P_t^{0,23} (18 + F_{c1})}{M / (V \cdot d) + 0,12} + 0,85 \sqrt{P_w \cdot \sigma_{wy} + P_{wf} \cdot \sigma_{fd}} + 0,1 \cdot \sigma_0 \right\} \cdot 0,8 \cdot b_c \cdot h_c =$$

$$= \left\{ \frac{0,053 \cdot 0,56_t^{0,23} (18 + 17,7)}{120 / 55 + 0,12} + 0,85 \sqrt{0,0007 \cdot 294 + 0,00167 \cdot 1610} + 0,1 \cdot 3,9 \right\} \cdot 0,8 \cdot 600^2 =$$

$$= 737000 \text{ N} = 737 \text{ kN} >_{req} V_{Rd} = 712 \text{ kN} \rightarrow OK$$

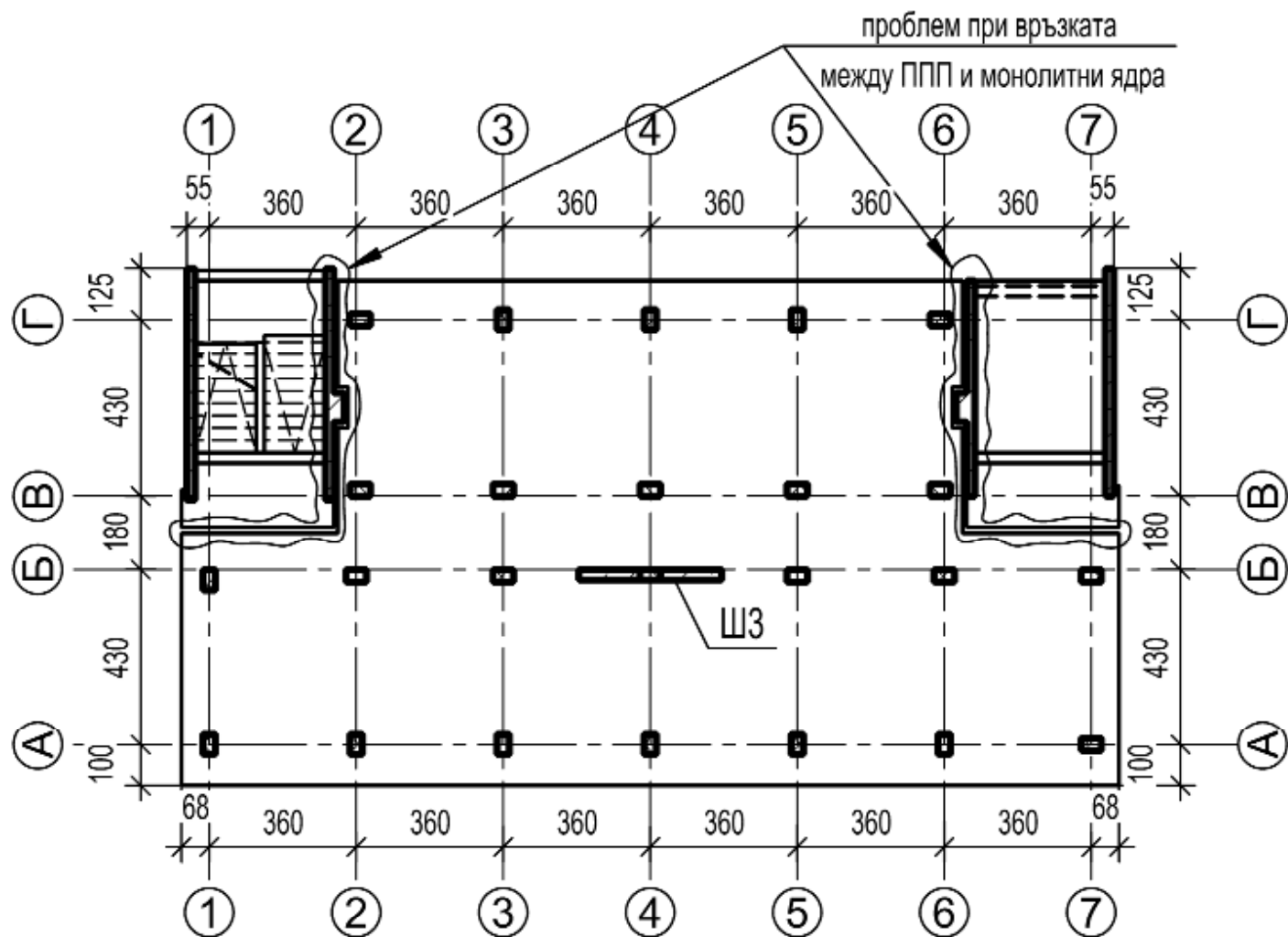
Съставил доц. Й.Милев -
 L4_SR_2012

Сграда на ВиК, гр. Перник



Съставил доц. Й.Милев - L4_SR_2012

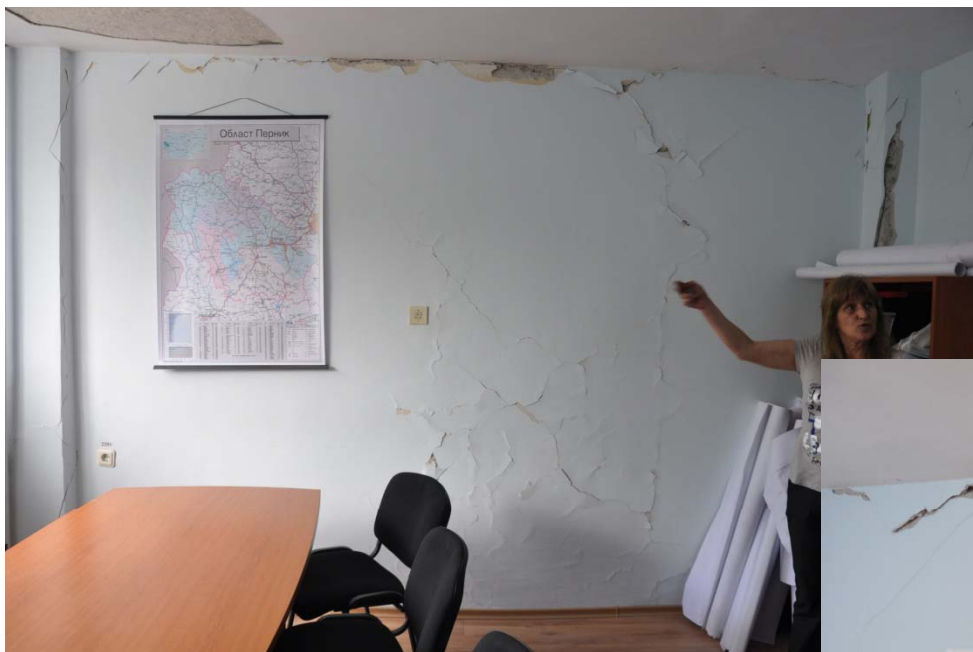
Кофражен план на типов етаж



Пукнатини в неносещи щурцове над врати



Пукнатини в неносещи преградни стени



Сериозни повреди в зидани преградни стени

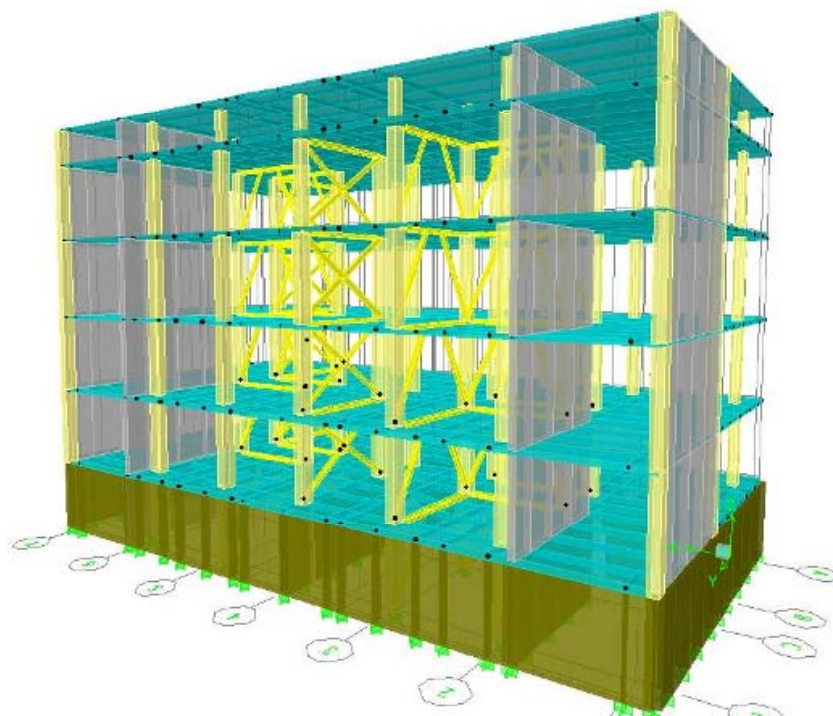
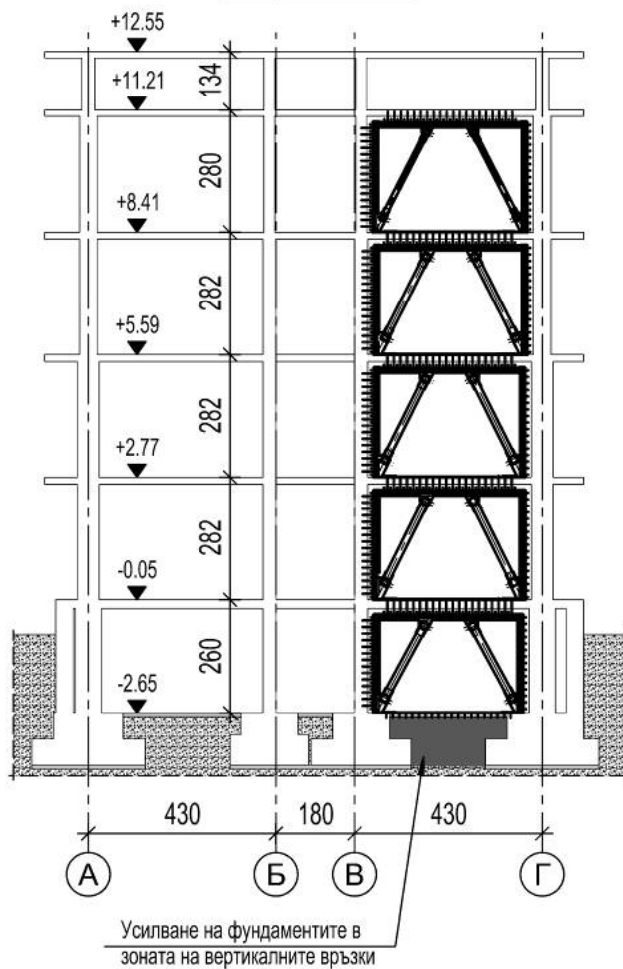


Пукнатина, вероятно само в мазилката на носеща стоманобетонна стълбищна стена (шайба)

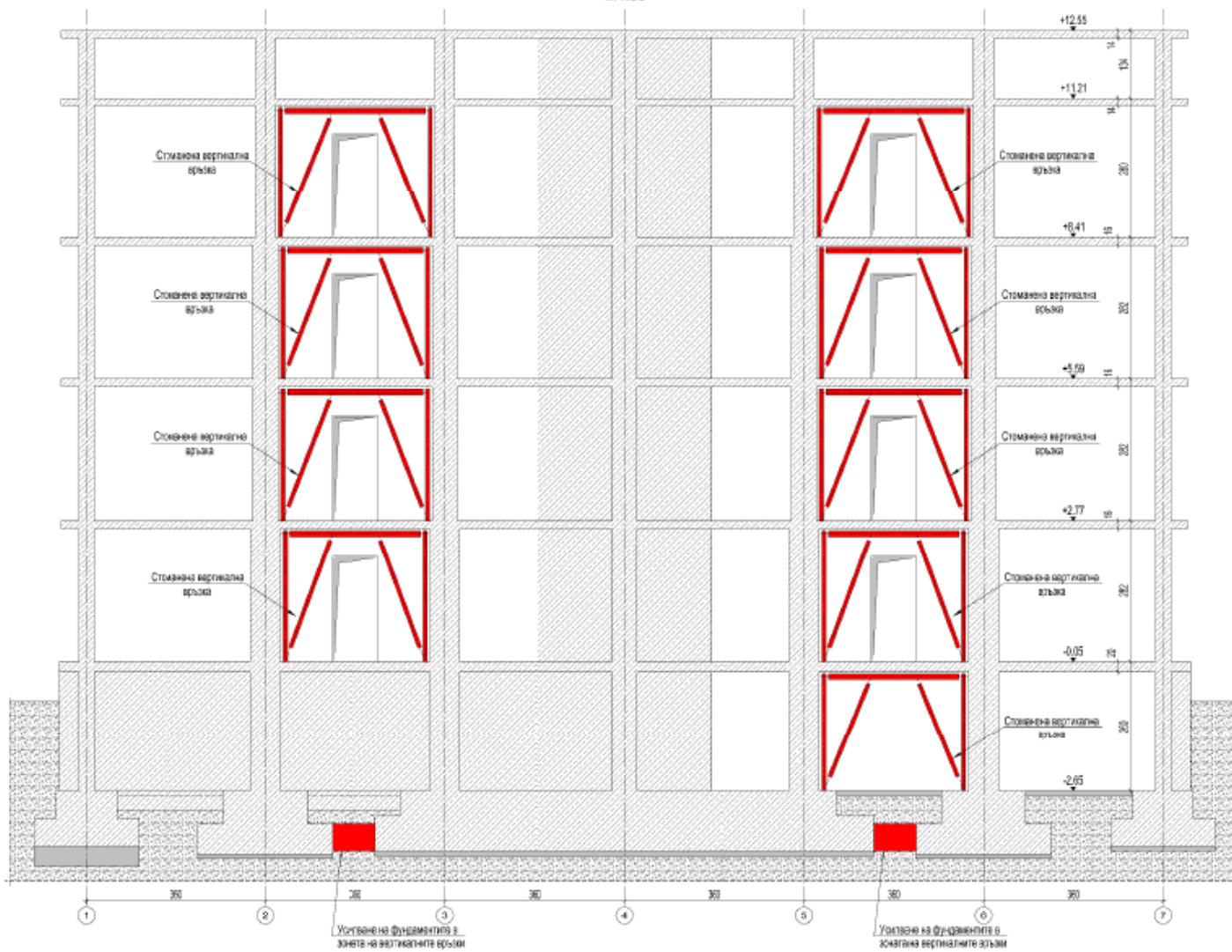


Визуализация на сградата – 3D и напречен разрез

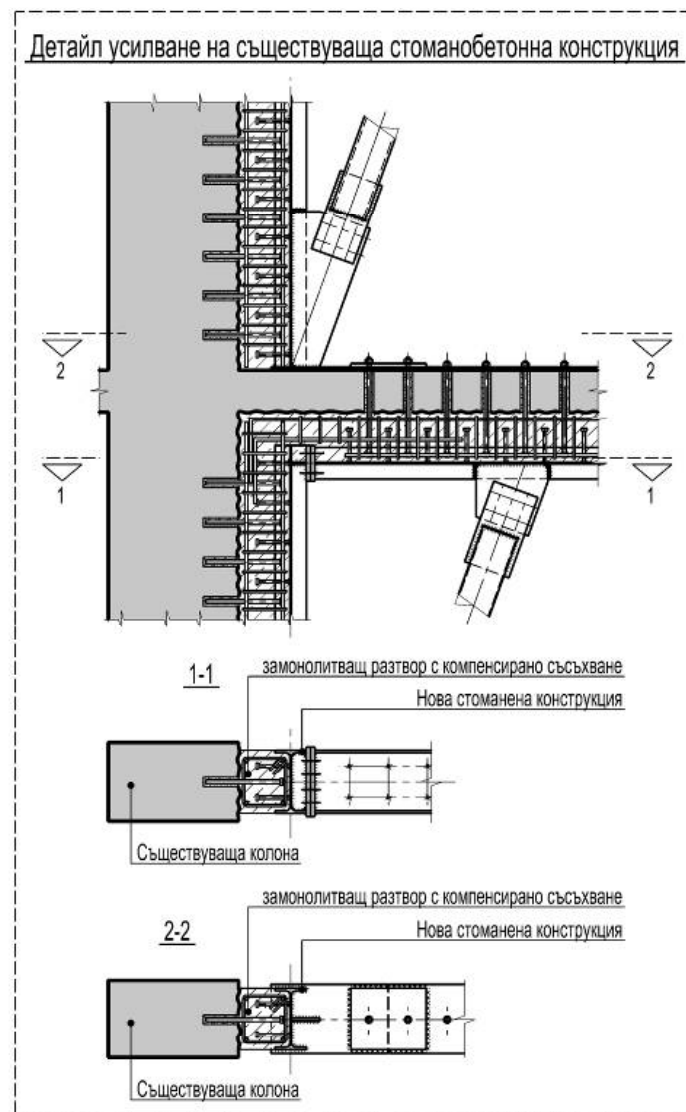
Разрез по ос 3



Усилена сграда – надлъжен разрез



Усилена сграда – детайли



Съставил доц. Й.Милев - L4_SR_2012

Усилена сграда - изпълнение

Дивотино и Перник



Усилване на фундаменти

Изпълнение на рандбалки



Изпълнение на рандбалки



Изпълнение на рандбалки



Изпълнение на рандбалки



Материали

Анкерни шпилки и крепежни елементи



Лепилен състав за анкерни шпилки



Предварително заготвена стоманена конструкция



Армировъчни скелети



Материали за замонолитващ разтвор

Замонолитващ разтвор



Добавъчен материал



Добавъчен материал



Цимент със специални добавки контролиращи съсъхването



Производство на замонолитващ разтвор



в



Изпълнение – I етап

Почистване на повърхностите и изпълнение на отвори



Монтаж на анкерни шпилки



Изпълнение – II етап

Монтаж на армировъчни скелети



Монтаж на армировъчни скелети



Монтаж на стоманена конструкция



Монтаж на стоманена конструкция



6



Съставил доц. Й.Милев - L4_SR_2012

61

Основни детайли



Възстановяване на некоректно изпълнена връзка – Детайл тип 1



Възстановяване на некоректно изпълнена връзка – Детайл тип 2

