

BETONSKE KONSTRUKCIJE

Vežba br.1

Jelena Dragaš dipl. građ. inž.

Konsultacije:

Kabinet br. 3 – Pon. 14-16h, Uto. 14-16h, Čet. 15-16h
jelenad@imk.grf.bg.ac.rs

Semestar: V

ESPB: 6

- 1. Propozicije predmeta***
- 2. Teorija graničnih stanja***
- 3. Centrično zatezanje***
- 4. Mali ekscentricitet – zatezanje***
- 5. Centrični pritisak***
- 6. Rezime***

1. Propozicije predmeta

- *Asistenti za smer MTI:*
 - Jelena Dragaš; jelenad@imk.grf.bg.ac.rs; kabinet 3
 - Miodrag Stojanović; misto@imk.grf.bg.ac.rs ; kabinet 3
- *Nastavni materijal – https://imksus.grf.bg.ac.rs/nastava/beton/MTI/HVE_PZA/BETONSKE_KONSTRUKCIJE_1/*
- *Obaveštenja – www.grf.bg.ac.rs*
- *Literatura:*
 - Najdanović D., *Betonske konstrukcije (skriptarnica fakulteta)*
 - *Pravilnik o tehničkim normativima za beton i armirani beton, 1987 - PBAB87 (sajt imksus)*

1. Propozicije predmeta

- *Uslov za sticanje potpisa **9 poena**:*
 - *Elaborat (10 poena) – obavezna pozitivno ocenjena odbrana elaborata*
 - *2 računska kolokvijuma (2x10 poena)*
- *Elaborat se predaje na kraju semestra i usmeno brani kod svog asistenta*
- *Prisustvo na vežbama nije obavezno*

2. Teorija graničnih stanja

- *Pretpostavke o ponašanju preseka u graničnom stanju loma:*
 1. *Važi Bernulijeva hipoteza o ravnim preseccima*
 2. *Celokupne napone zatezanja prihvata armatura*
 3. *Nije narušena veza između čelika i betona odn. $\varepsilon_b = \varepsilon_a$*
 4. *Veza napon-dilatacija betona se aproksimira radnim dijagramom betona (RDB)*
 5. *Veza napon-dilatacija čelika se aproksimira radnim dijagramom čelika (RDC)*

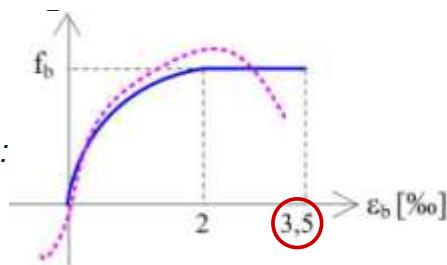
Radni dijagram betona

- *U oblasti dilatacija betona $0 \leq \varepsilon_b \leq 2 \text{ ‰}$ važi relacija:*

$$\sigma_b = \frac{f_b}{4} (4 - \varepsilon_b) \varepsilon_b$$

a u oblasti $2 \text{ ‰} \leq \varepsilon_b \leq 3.5 \text{ ‰}$:

$$\sigma_b = f_b$$



- *Gde je f_b računaska čvrstoća betona pri pritisku*

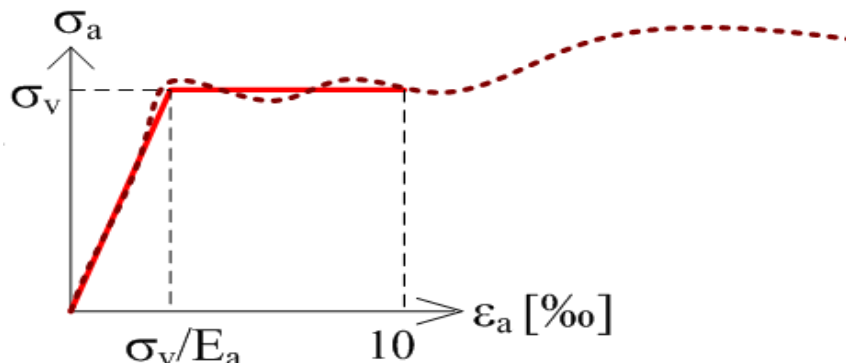
MB	10	15	20	30	40	50	60
f_b	7	10.5	14	20.5	25.5	30	33

$$f_b \cong 0.7MB$$

PBAB87 čl. 82

Radni dijagram čelika

- Prema Pravilniku BAB 87 - bilinearni RDC uz ograničenje maksimalne dilatacije u armaturi na 10 ‰!
- Lom nosača po armaturi => napon dostiže granicu razvlačenja σ_v



Određivanje graničnih uticaja za dimenzionisanje

PBAB87 čl. 80

- *Određivanje graničnih uticaja pri dejstvu S_g i S_p :*

$$S_u = 1.6 S_g + 1.8 S_p \quad \text{za} \quad -10 \leq \varepsilon_a \leq -3\text{‰}$$

$$S_u = 1.9 S_g + 2.1 S_p \quad \text{za} \quad \varepsilon_a \geq 0\text{‰}$$
- *Određivanje graničnih uticaja pri dejstvu S_g , S_p i S_Δ :*

$$S_u = 1.3 S_g + 1.5 S_p + 1.3 S_\Delta \quad \text{za} \quad -10 \leq \varepsilon_a \leq -3\text{‰}$$

$$S_u = 1.5 S_g + 1.8 S_p + 1.5 S_\Delta \quad \text{za} \quad \varepsilon_a \geq 0\text{‰}$$
- *Kada su dilatacije u armaturi $-3 \leq \varepsilon_a \leq 0\text{‰}$ koeficijenti sigurnosti se određuju interpolacijom*

Određivanje graničnih uticaja za dimenzionisanje

PBAB87 čl. 80

- Ukoliko opterećenja S_p i S_Δ deluju “povoljno” ne treba ih uzeti u obzir
- Ako stalno opterećenje S_g deluje povoljno:
- Određivanje graničnih uticaja pri dejstvu S_g i S_p :

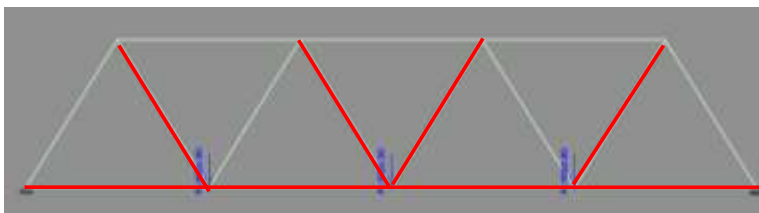
$$S_u = 1.0 S_g + 1.8 S_p \quad \text{za} \quad -10 \leq \varepsilon_a \leq -3\text{‰}$$

$$S_u = 1.2 S_g + 2.1 S_p \quad \text{za} \quad \varepsilon_a \geq 0\text{‰}$$
- Određivanje graničnih uticaja pri dejstvu S_g , S_p i S_Δ :

$$S_u = 1.0 S_g + 1.5 S_p + 1.3 S_\Delta \quad \text{za} \quad -10 \leq \varepsilon_a \leq -3\text{‰}$$

$$S_u = 1.2 S_g + 1.8 S_p + 1.5 S_\Delta \quad \text{za} \quad \varepsilon_a \geq 0\text{‰}$$

3. Centrično zatezanje

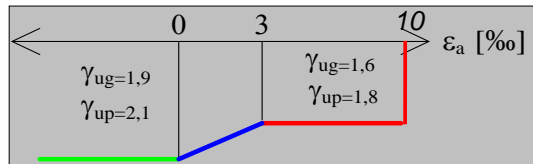


3. Centrično zatezanje

11

- **UKUPNU SILU ZATEZANJA PRIHVATA ARMATURA!**

$$A_a = \frac{Z_u}{\sigma_v}$$



- *Dimenzije preseka se određuju isključivo iz uslova pravilnog raspoređivanja armature!*

PRIMER 1

12

Odrediti potrebnu površinu armature i oblikovati poprečni presek pravougaonog oblika **centrično zategnutog** elementa.

$$Z_g = 305 \text{ kN} \quad Z_p = 337 \text{ kN} \quad GA 240/360$$

$$GA 240/360 \quad \Rightarrow \quad \sigma_v = 240 \text{ MPa} = 24 \text{ kN/cm}^2$$

- *Granična sila zatezanja:*
- $Z_u = 1.6 \cdot Z_g + 1.8 \cdot Z_p = 1.6 \cdot 305 + 1.8 \cdot 337 = \underline{1094.6 \text{ kN}}$

$$A_a = \frac{Z_u}{\sigma_v} = \frac{1094.6}{24.0} = 45.6 \text{ cm}^2$$

usvojeno:
15Ø20 (47.12 cm²)

GA 240/360

Ø	A _a ⁽¹⁾	m _a ⁽¹⁾
mm	cm ²	kg/m
5	0.196	0.154
6	0.283	0.222
8	0.503	0.395
10	0.785	0.617
12	1.13	0.888
14	1.54	1.208
16	2.01	1.578
18	2.54	1.998
20	3.14	2.466
22	3.80	2.984
25	4.91	3.853
28	6.16	4.834
32	8.04	6.313
36	10.18	7.990

RA 400/500

Ø	A _a ⁽¹⁾	m _a ⁽¹⁾
mm	cm ²	kg/m
6	0.283	0.228
8	0.503	0.405
10	0.785	0.633
12	1.13	0.911
14	1.54	1.242
16	2.01	1.621
19	2.84	2.288
22	3.80	3.058
25	4.91	3.951
28	6.16	4.956
32	8.04	6.474
36	10.18	8.200

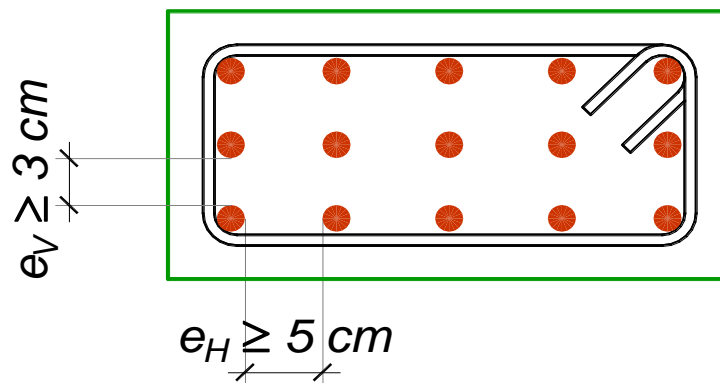
MA 500/560

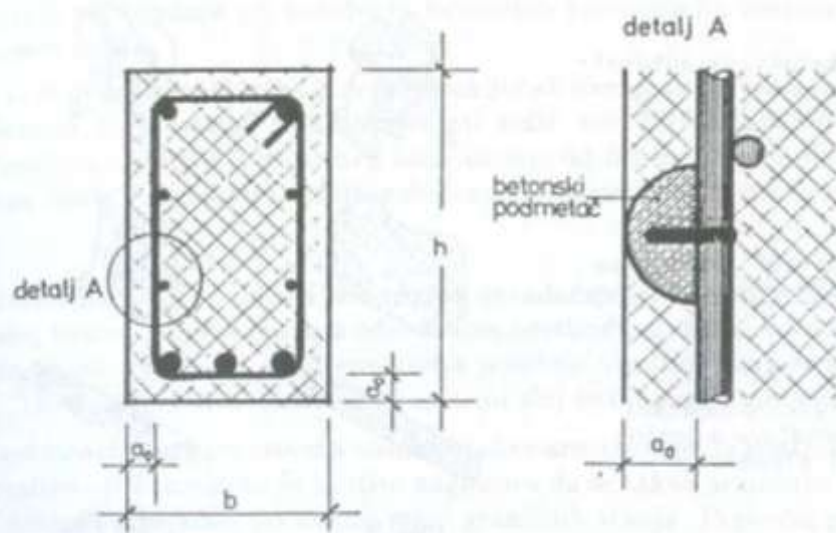
	Ø _{pod.}	e _a	Ø _{popr.}	e _{sp}	a _s (pod)	a _s (popr)	m _a ⁽¹⁾
	mm	cm	mm	cm	cm ² /m	cm ² /m	kg/m ²
R 84	4	15	4	25	0.838	0.503	1.04
R 111	4.6	15	4	25	1.108	0.503	1.26
R 126	4	10	4	25	1.257	0.503	1.38
R 131	5	15	4	25	1.309	0.503	1.42
R 166	4.6	10	4	25	1.662	0.503	1.69
R 188	6	15	4	25	1.885	0.503	1.87
R 196	5	10	4	25	1.963	0.503	1.93
R 221	6.5	15	4.6	25	2.212	0.665	2.26
R 283	6	10	4.6	25	2.827	0.665	2.74
R 335	8	15	5	25	3.351	0.785	3.25
R 378	8.5	15	5	25	3.783	0.785	3.59
R 402	8	12.5	5	25	4.021	0.785	3.78
R 503	8	10	6	25	5.027	1.131	4.92
R 524	10	15	6	25	5.236	1.131	5.00
R 577	10.5	15	6	25	5.773	1.131	5.42
R 693	10.5	12.5	6	25	6.927	1.131	6.33
R 785	10	10	6	25	7.854	1.131	7.04
Q 62	4	20	4	20	0.628	0.628	0.98
Q 84	4	15	4	15	0.838	0.838	1.32
Q 131	5	15	5	15	1.309	1.309	2.06
Q 138	4.2	10	4.2	10	1.385	1.385	2.18
Q 188	6	15	6	15	1.885	1.885	2.96
Q 221	6.5	15	6.5	15	2.212	2.212	3.48
Q 335	8	15	8	15	3.351	3.351	5.26

3. Centrično zatezanje

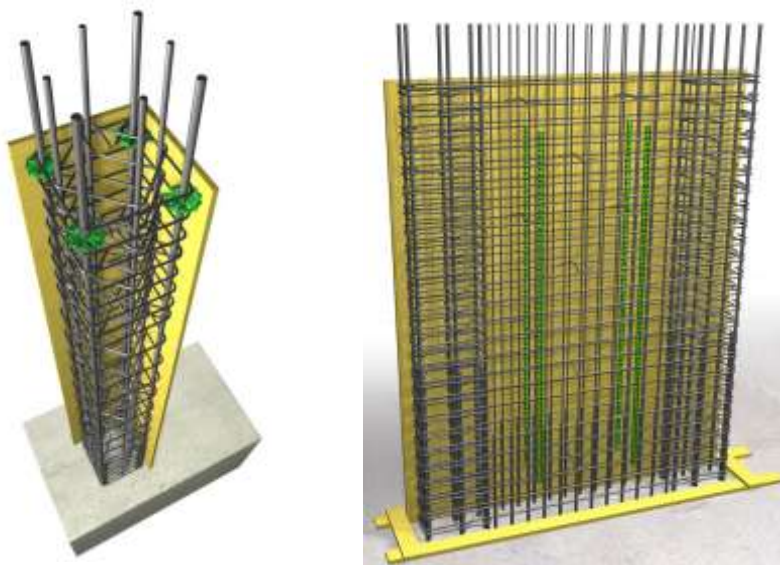
$$b \geq 2a_0 + 2\varnothing_u + m \times \varnothing + (m-1) \times e_H$$

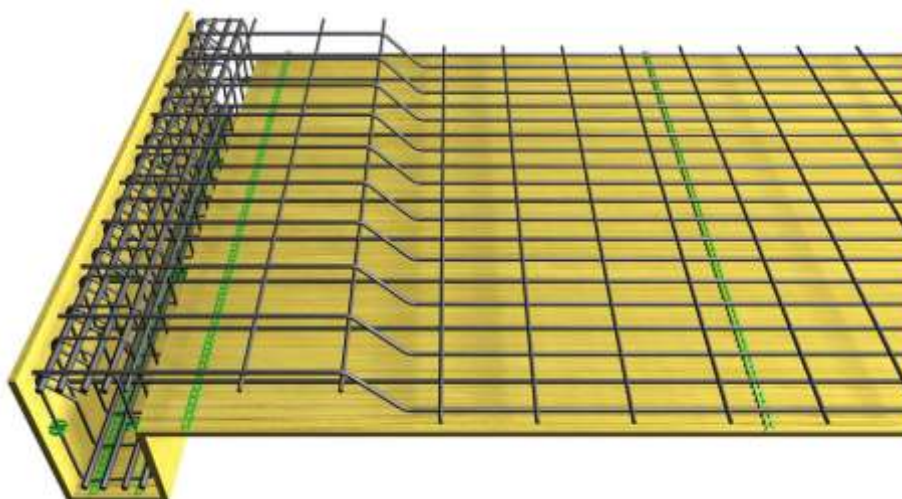
$$d \geq 2a_0 + 2\varnothing_u + n \times \varnothing + (n-1) \times e_V$$





Slika 135/2 Primer načina označavanja i obezbeđenja zaštitnog sloja betona u pr





MINIMALNE DEBLJINE ZAŠTITNOG SLOJA a_0 [cm]

PBAB87 čl. 135

agresivnost sredine	grede, stubovi	ploče, ljske, zidovi
slaba	2.0	1.5
srednja (umerena)	2.5	2.0
jaka	3.5	3.0

- ČIST ZAŠTITNI SLOJ NE SME BITI MANJI OD PREČNIKA UPOTREBLJENE ARMATURE! ($a_0 \geq \emptyset$)

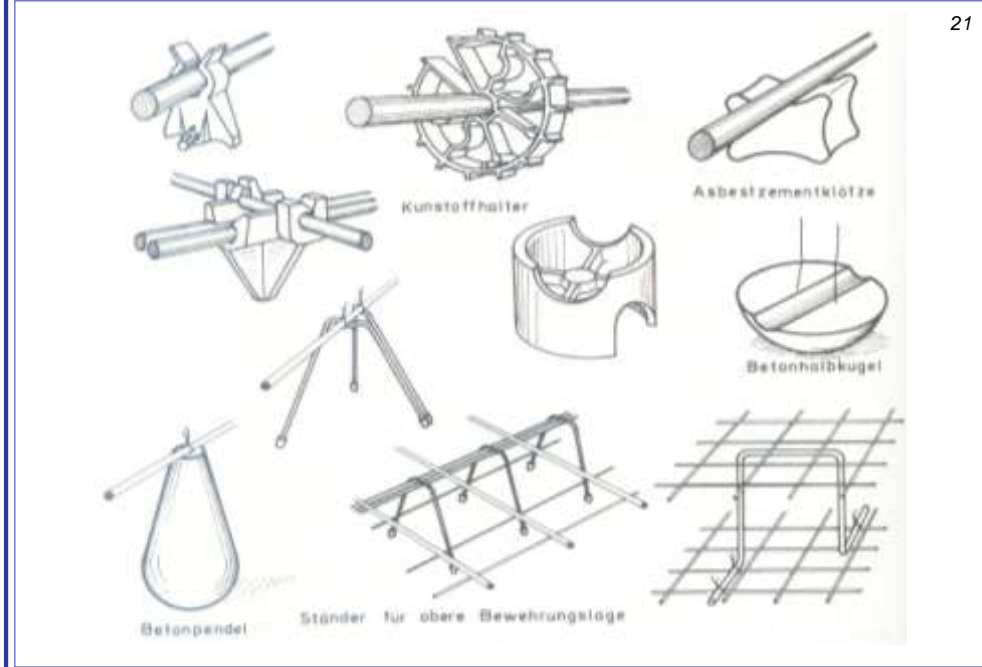
ZAŠTITNI SLOJ BETONA DO ARMATURE

19

- **Slabo agresivna** sredina: unutrašnjost stambenih, administrativnih i drugih prostorija, u kojima AB elementi nisu izloženi vlazi, atmosferskim i korozivnim uticajima (elementi "unutra", veoma suve sredine, relativna vlažnost 40%)
- **Srednje agresivna** sredina: unutrašnjost prostorija sa većom vlažnošću i slabijim ili povremenim korozivnim isparenjima; AB elementi u slobodnom prostoru, izloženi uobičajenim atmosferskim uticajima, kao i elementi u direktnom kontaktu sa tekućom vodom ili običnim tlom (elementi "napolju", relativna vlažnost 70%)
- **Jako agresivna** sredina: prostori u kojima su AB elementi izloženi jačim tečnim ili gasovitim uticajima (slabo kisele tečnosti, slana voda, voda sa mnogo kiseonika, **korozivna tla i gasovi**, atmosfera zagađena korozivnim industrijskim gasovima i **vazduh u blizini mora**)

20

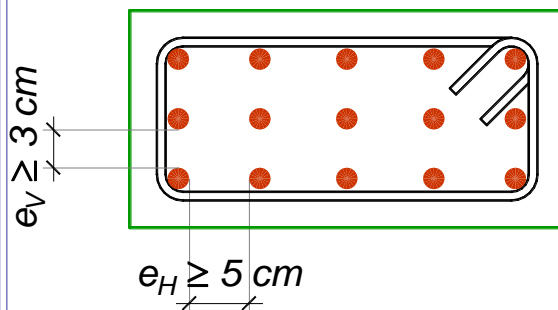
- Vrednosti iz tabele se, zavisno od posebnih uslova, koriguju i to:
 - +0.5 cm ukoliko se izvode od betona MB < 25;
 - +0.5 cm ukoliko elementi nakon betoniranja nisu dostupni kontroli;
 - +1.0 cm ako se površina betona naknadno obrađuje postupcima koji izazivaju oštećenja zaštitnog sloja betona;
 - +1.0 cm za konstrukcije koje se izvode klizajućom oplatom;
 - **-0.5 cm** ukoliko su elementi proizvedeni u fabričkim uslovima.
- Korekcija minimalnog zaštitnog sloja betona vrši se kumulativno



3. Centrično zatezanje

$$b \geq 2a_0 + 2\varnothing_u + m \times \varnothing + (m-1) \times e_H$$

$$d \geq 2a_0 + 2\varnothing_u + n \times \varnothing + (n-1) \times e_V$$

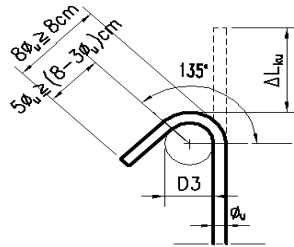
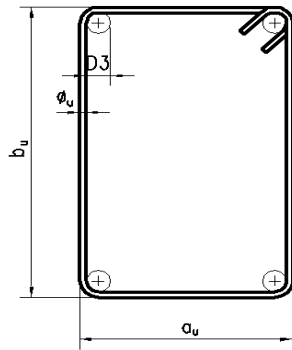


PRAVILA ZA POVIJANJE GA 240/360

23

PBAB87 čl.144

$$D3 = 4\phi_u$$



$$\Delta L_{kv} = \begin{cases} 8\text{cm} & (\phi \leq 10) \\ 8\phi_u & (10 \leq \phi_u \leq 16) \end{cases}$$

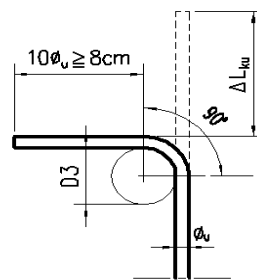
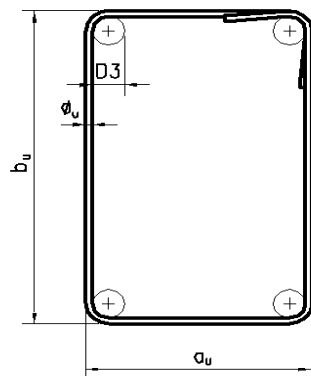
$$L_u = \begin{cases} 2a_u + 2b_u + 16\text{cm} - 6\phi_u & (\phi \leq 10) \\ 2a_u + 2b_u + 10\phi_u & (10 \leq \phi_u \leq 16) \end{cases}$$

PRAVILA ZA POVIJANJE – RA 400/500

24

PBAB87 čl.145

$$D3 = 5\phi_u$$



$$\Delta L_{kv} = \begin{cases} 8\text{cm} + 1\phi_u & (\phi_u \leq 8) \\ 11\phi_u & (8 \leq \phi_u \leq 12) \end{cases}$$

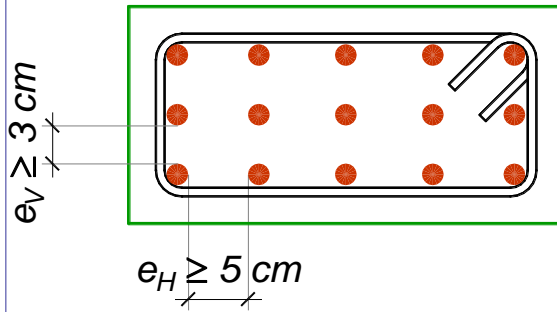
$$L_u = \begin{cases} 2a_u + 2b_u + 16\text{cm} - 5\phi_u & (\phi_u \leq 8) \\ 2a_u + 2b_u + 15\phi_u & (8 \leq \phi_u \leq 12) \end{cases}$$

3. Centrično zatezanje

25

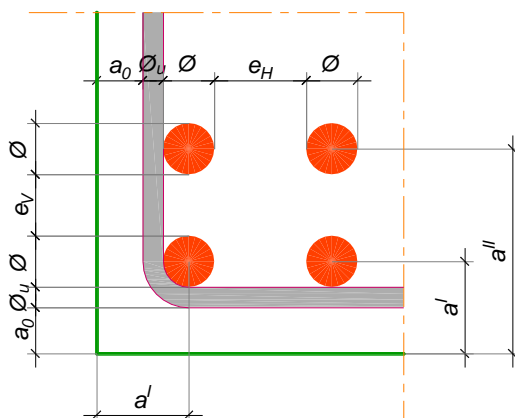
$$b \geq 2a_0 + 2\varnothing_u + m \times \varnothing + (m-1) \times e_H$$

$$d \geq 2a_0 + 2\varnothing_u + n \times \varnothing + (n-1) \times e_V$$



RASPOREĐIVANJE ARMATURE U PRESEKU

26



čist razmak šipki (e_H, e_V):

$$e_H, e_V \geq \left\{ \begin{array}{l} 3 \text{ cm} \\ \varnothing(\varnothing_{EKV}) \\ 0.8 \times D_{MAX} \end{array} \right\}$$

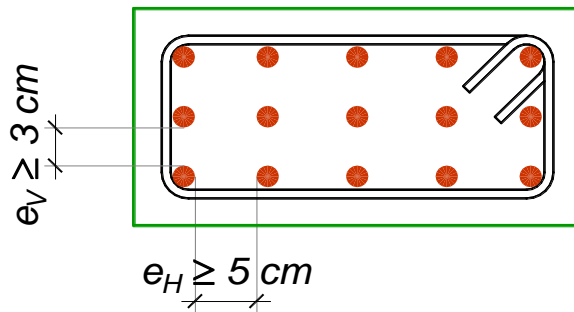
D_{MAX} - PREČNIK MAKSIMALNOG ZRNA UPOTREBLJENOG AGREGATA

3. Centrično zatezanje

27

$$b \geq 2a_0 + 2\varnothing_u + m \times \varnothing + (m-1) \times e_H$$

$$d \geq 2a_0 + 2\varnothing_u + n \times \varnothing + (n-1) \times e_V$$



Za:

$$m = 5$$

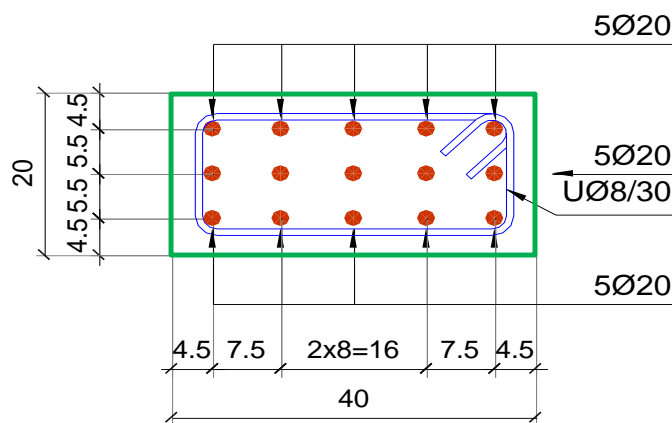
$$n = 3$$

$$b \geq 2 \times 2.5 + 2 \times 0.8 + 5 \times 2.0 + (5-1) \times 5.0 = 36.6 \text{ cm} \quad b = 40 \text{ cm}$$

$$d \geq 2 \times 2.5 + 2 \times 0.8 + 3 \times 2.0 + (3-1) \times 3.0 = 18.6 \text{ cm} \quad d = 20 \text{ cm}$$

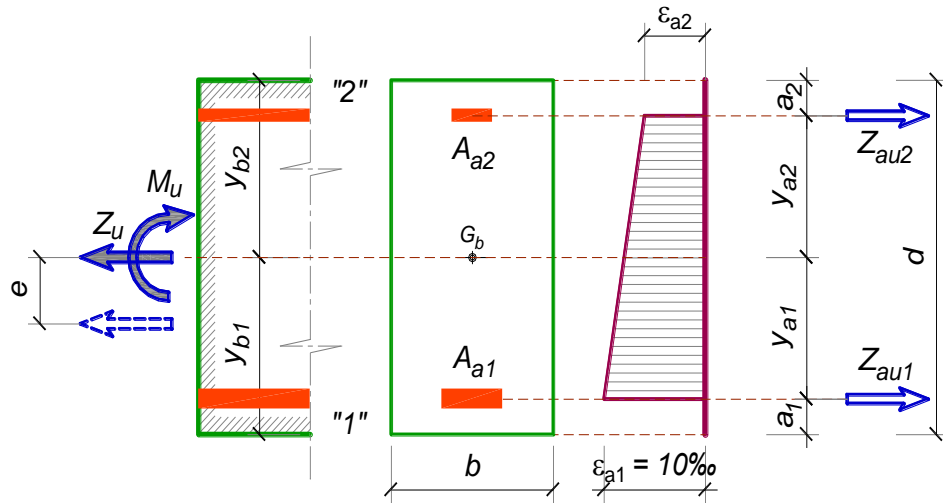
3. Centrično zatezanje

28



$$a' = a_0 + \varnothing_u + \varnothing/2 = 2.5 + 0.8 + 2.0/2 = 4.3 \text{ cm} \Rightarrow \text{usv. } a' = 4.5 \text{ cm}$$

4. Mali ekscentricitet-sila zatezanja ²⁹



4. Mali ekscentricitet-sila zatezanja ³⁰

$$e < d/2 - a_1$$

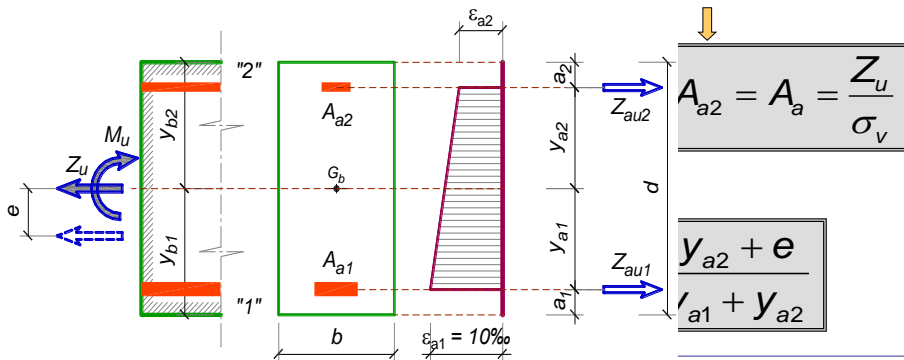
$$e = M/Z$$

$$Z_{a1} = A_{a1} \cdot \sigma_{a1} = A_{a1} \cdot \sigma_v$$

$$Z_{a2} = A_{a2} \cdot \sigma_{a2} = A_{a2} \cdot \sigma_v$$

→ mali ekscentricitet

$$\rightarrow Z_u = Z_{a1} + Z_{a2} = (A_{a1} + A_{a2}) \cdot \sigma_v$$



4. Mali ekscentricitet-sila zatezanja ³¹

PRIMER 2

- Odrediti potrebnu površinu armature za pravougaoni poprečni presek zadatih dimenzija, opterećen silom zatezanja i momentom savijanja.

$$Z_g = 305 \text{ kN} \quad Z_p = 337 \text{ kN}$$

$$M_g = 6.6 \text{ kNm}$$

$$b = 30 \text{ cm}$$

$$d = 25 \text{ cm}$$

$$\text{GA 240/360} \quad \Rightarrow \quad \sigma_v = 240 \text{ MPa} = 24 \text{ kN/cm}^2$$

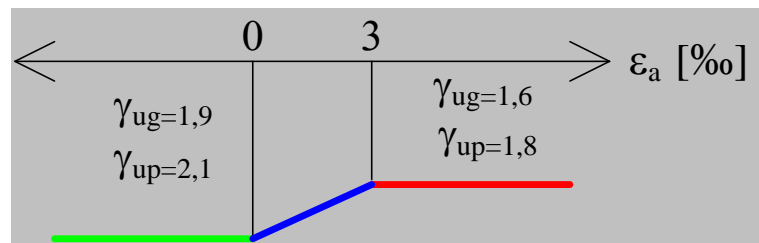
PRIMER 2

32

$$Z_u = Y_{u,g} \times Z_g + Y_{u,p} \times Z_p$$

$$M_u = Y_{u,g} \times M_g$$

$$Y_{u,g} = ? \quad Y_{u,p} = ?$$



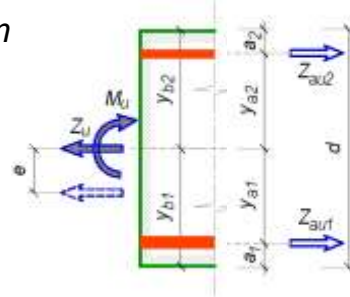
PRIMER 2

33

$$Z_u = 1.6 \times Z_g + 1.8 \times Z_p = 1.6 \times 305 + 1.8 \times 337 = 1094.6 \text{ kN}$$

$$M_u = 1.6 \times M_g = 1.6 \times 6.6 = 10.56 \text{ kNm}$$

$$e = \frac{M_u}{Z_u} = \frac{10.56 \times 10^2}{1094.6} = 0.96 \text{ cm}$$



pretp. $a_1 = a_2 = 4.5 \text{ cm}$

$$y_{a1} = y_{a2} = d/2 - a_1 = 25/2 - 4.5 = 8.0 \text{ cm}$$

$$A_{a1} + A_{a2} = \frac{Z_u}{\sigma_v} = \frac{1094.6}{24.0} = 45.61 \text{ cm}^2$$

PRIMER 2

34

$$A_{a1} = \frac{Z_u}{\sigma_v} \times \frac{y_{a2} + e}{y_{a1} + y_{a2}} = 45.61 \times \frac{8.0 + 0.96}{8.0 + 8.0} = 25.55 \text{ cm}^2$$

$$\approx 6\text{Ø}25 ; a_1 = 6.33 \text{ cm}$$

$$y_{a1} = 25/2 - 6.33 = 6.17 \text{ cm}$$

$$A_{a2} = \frac{Z_u}{\sigma_v} \times \frac{y_{a1} - e}{y_{a1} + y_{a2}} = 45.61 \times \frac{8.0 - 0.96}{8.0 + 8.0} = 20.05 \text{ cm}^2$$

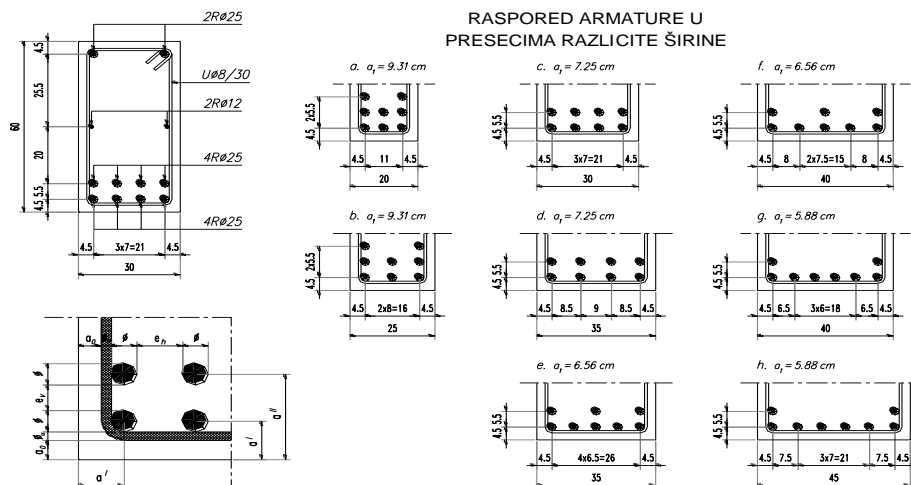


$$\approx 4\text{Ø}25 ; a_2 = 4.5 \text{ cm}$$

$$y_{a2} = 25/2 - 4.5 = 8.0 \text{ cm}$$

PRIMER 2

35



PRIMER 2

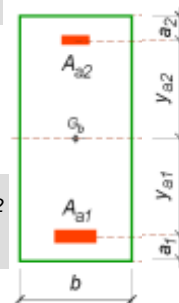
36

$$A_{a1} = \frac{Z_u}{\sigma_v} \times \frac{y_{a2} + e}{y_{a1} + y_{a2}} = 45.61 \times \frac{8.0 + 0.96}{6.17 + 8.0} = 28.85 \text{ cm}^2$$

usv. **6Ø25** (29.45 cm^2) ; $a_1 = 6.33 \text{ cm}$

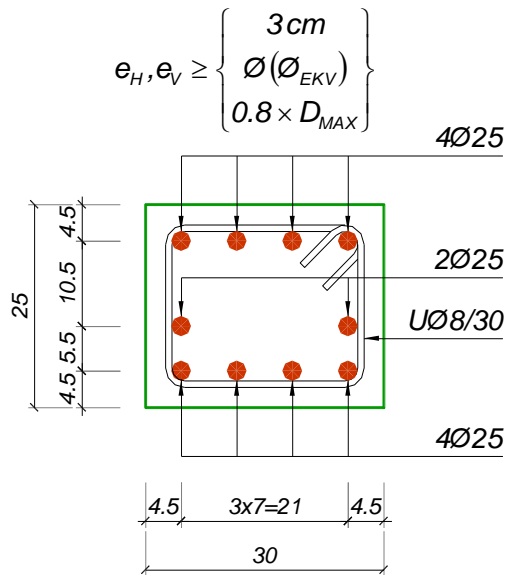
$$A_{a2} = \frac{Z_u}{\sigma_v} \times \frac{y_{a1} - e}{y_{a1} + y_{a2}} = 45.61 \times \frac{6.17 - 0.96}{6.17 + 8.0} = 16.75 \text{ cm}^2$$

usv. **4Ø25** (19.63 cm^2) ; $a_2 = 4.5 \text{ cm}$



PRIMER 2

37



$$a' = a_0 + \varnothing_u + \varnothing/2$$

$$a' = 2.5 + 0.8 + 2.5/2 = 4.55 \text{ cm}$$

usv. $a' = 4.5 \text{ cm}$

$$a'' = a' + e_V + 2 \times \varnothing/2$$

$$a'' = 4.5 + 3.0 + 2 \times 2.5/2$$

usv. $a'' = 10 \text{ cm}$

$$a_1 = (4 \times 4.5 + 2 \times 10)/6$$

usv. $a_1 = 6.33 \text{ cm}$

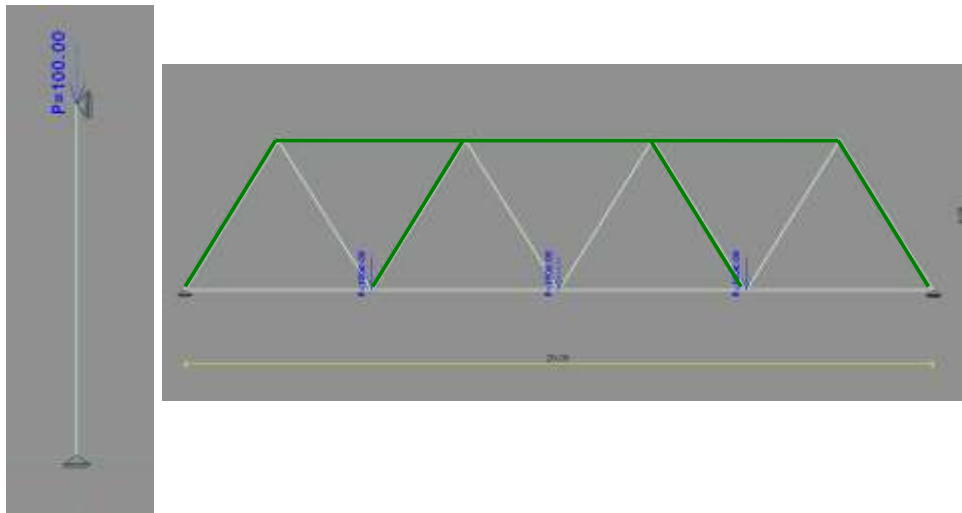
5. Centrični pritisak

38



5. Centrični pritisak

39



5. Centrični pritisak

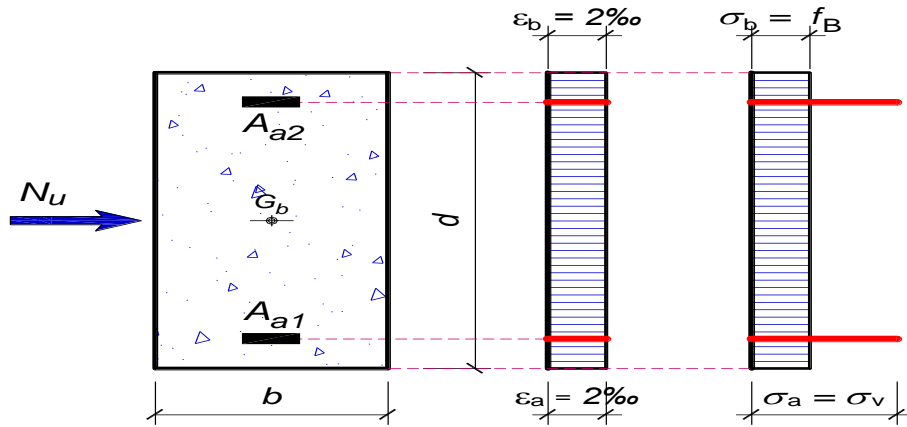
40

$$\lambda = \frac{l_i}{i}$$

- $\lambda \leq 25$ *proračun se radi bez uticaja izvijanja*
- $25 < \lambda \leq 75$ *primenjuje se približan proračun koji uzima u obzir uticaje izvijanja*
- $75 < \lambda \leq 140$ *primenjuje se tačan proračun koji uzima u obzir uticaje izvijanja*

5. Centrični pritisak

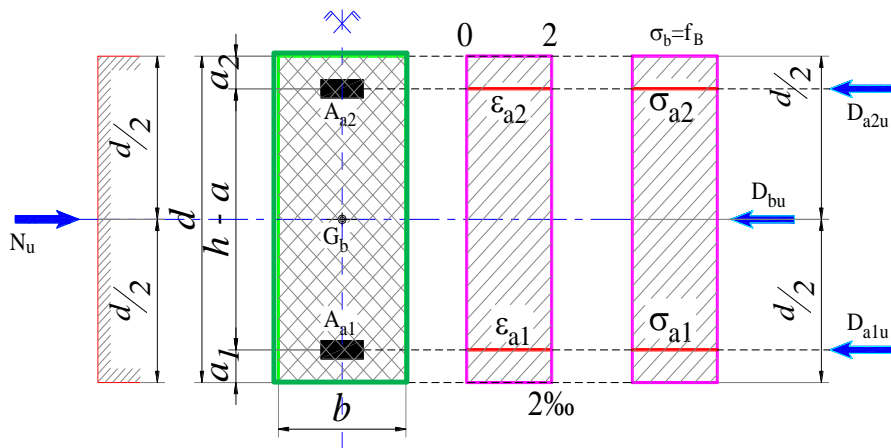
41



$$\epsilon_a \geq 0\text{‰} \Rightarrow \gamma_g = 1,9; \gamma_p = 2,1$$

5. Centrični pritisak

42

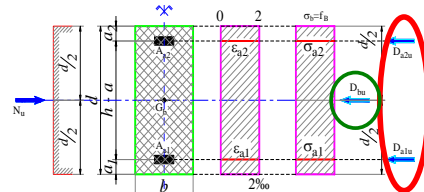


5. Centrični pritisak

$$\sum N_u = 0: \quad N_u = D_{bu} + D_{au1} + D_{au2}$$

$$D_{bu} = \sigma_b \cdot b \cdot d$$

$$D_{au} = \sigma_{au} \cdot A_a$$

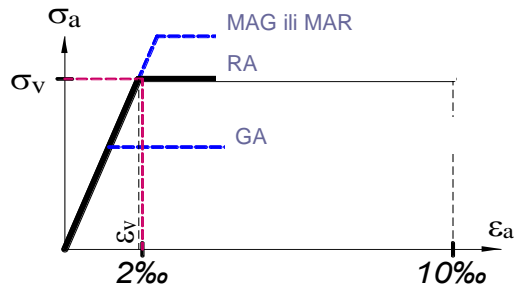
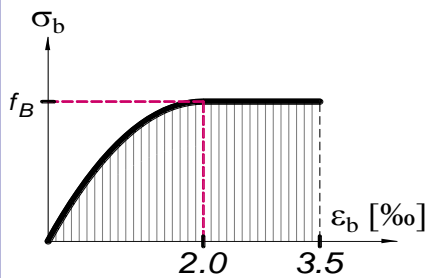


$$\epsilon_b = 2\text{‰} \Rightarrow \sigma_b = f_b$$

$$\epsilon_a = 2\text{‰} \Rightarrow \sigma_{a1} = \sigma_{a2} = \sigma_v$$

$$D_{bu} = f_b \cdot b \cdot d$$

$$D_{au} = \sigma_v \cdot A_a$$



5. Centrični pritisak

$$N_u = f_B \cdot A_b + \sigma_v \cdot A_a \quad N_u = f_B \cdot A_b \cdot (1 + \bar{\mu})$$

$$\mu = \frac{A_a}{A_b} \quad \text{-geometrijski koeficijent armiranja}$$

$$\bar{\mu} = \mu \cdot \frac{\sigma_v}{f_B} \quad \text{-mehanički koeficijent armiranja}$$

$$A_b = \frac{N_u}{f_b \cdot (1 + \bar{\mu})}$$

$$N_u = 1,9 \cdot N_g + 2,1 \cdot N_p$$

$$A_{a, \text{potr.}} = \mu \times A_{b, \text{potr.}}$$

5. Centrični pritisak

- Minimalni procenat armiranja podužnom armaturom:

$$\mu_{\min} = \frac{A_a}{A_b} \cdot 100 = 0.3 \cdot \left(1 + \frac{\sigma_b}{f_B} \right) (\%) \quad \sigma_b = f_b \rightarrow \mu_{\min} = 0.6 \%$$

Podužna armatura:

$$A_a = \max \begin{cases} 0,6\% A_{b,\text{potr}} & \text{PBAB87 čl. 188} \\ 0,3\% A_{b,\text{stv}} & \text{PBAB87 čl. 189} \\ 4\Phi 12 \text{ za pravougaone, tj. } 6\Phi 12 \text{ za kružne preseke} \end{cases} \quad \mu_{\max} = 6 \%$$

Poprečna armatura (uzengije):

$$e_{u,\max.} = \min \left\{ \begin{array}{l} 15\emptyset \\ \min(b, d) \\ 30 \text{ cm} \end{array} \right\} \quad \text{PBAB87 čl. 190}$$

5. Centrični pritisak

- Usvojena podužna armatura A_a raspoređuje se jednako PO OBIMU PRESEKA
- Maksimalni razmak šipke podužne armature A_a u preseku je 40 cm

PBAB87 čl. 191

- Minimalni prečnik šipke podužne armature A_a u stubovima iznosi 12 mm, a u zidnim nosačima 8 mm

PBAB87 čl. 188

- Uzengije se raspoređuju tako da svaka šipka podužne armature bude obuhvaćena čoškom uzengije

PBAB87 čl. 189

5. Centrični pritisak

47

PRIMER 3

Dimenzionisati centrično pritisnuti stub (ne uvodeći u proračun izvijanje), ukoliko je presek opterećen silama N_g i N_p :

- a) pravougaoni, zadate širine $b = 30\text{cm}$,
- b) kružnog oblika.

$$N_g = 630 \text{ kN} \quad N_p = 398 \text{ kN} \quad \text{MB 25} \quad \text{GA 240/360}$$

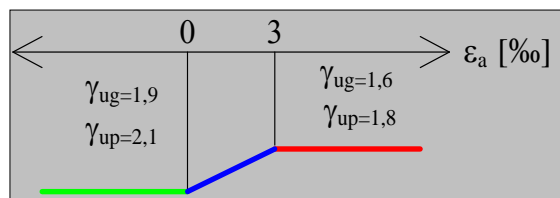
$$\text{MB 25} \quad \Rightarrow \quad f_B = 17.25 \text{ MPa} = 1.725 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{GA 240/360} \quad \Rightarrow \quad \sigma_v = 240 \text{ MPa} = 24 \text{ kN/cm}^2$$

PRIMER 3a

48

- RAČUNSKI STATIČKI UTICAJI:



$$N_u = f_B \cdot A_b + \sigma_v \cdot A_a$$

$$N_u = f_B \cdot A_b \cdot (1 + \mu)$$

$$N_u = 1.9 \cdot N_g + 2.1 \cdot N_p = 1.9 \cdot 630 + 2.1 \cdot 398 = 2032.8 \text{ kN}$$

- usv. $\mu = \mu_{\min} = 0.6\%$

$$\bar{\mu} = \mu \times \frac{\sigma_v}{f_b} = 0.6 \times \frac{240}{17.25} = 8.35\%$$

PRIMER 3a

49

- POTREBNA POVRŠINA BETONA:

$$N_u = f_B \cdot A_b \cdot (1 + \bar{\mu}) \longrightarrow$$

$$A_{b, \text{potr.}} = \frac{N_u}{f_B \times (1 + \bar{\mu})} = \frac{2032.8}{1.725 \times (1 + 8.35 \times 10^{-2})} = 1087.6 \text{ cm}^2$$

$$d_{\text{potr.}} = \frac{A_{b, \text{potr.}}}{b} = \frac{1087.6}{30} = 36.3 \text{ cm} \longrightarrow$$

usvojeno: $b/d = 30/40 \text{ cm}$

PRIMER 3a

50

$$A_a = \max \begin{cases} 0,6\% A_{b, \text{potr}} = 0.6 \cdot 10^{-2} \cdot 1087.6 = 6.53 \text{ cm}^2 \\ 0,3\% A_{b, \text{stv}} = 0.3 \cdot 10^{-2} \cdot 30 \cdot 40 = 3.6 \text{ cm}^2 \\ 4\emptyset 12 = 4.52 \text{ cm}^2 \end{cases}$$

\Rightarrow usvojeno: $4\emptyset 16 (8.04 \text{ cm}^2)$

$$e_{u, \text{max.}} = \min \left\{ \begin{array}{l} 15\emptyset = 15 \times 1.6 = 24 \text{ cm} \\ \min(b, d) = 30 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} \end{array} \right\} = 24 \text{ cm}$$

\Rightarrow usvojeno: $U\emptyset 8/20$

PRIMER 3b

51

$$D_{\text{potr.}} = \sqrt{\frac{4}{\pi} \times A_{b,\text{potr.}}} = \sqrt{\frac{4}{\pi} \times 1087.6} = 37.2 \text{ cm} \Rightarrow \text{usvojeno:}$$

D=40cm

$$A_a = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,6\% A_{b,\text{potr.}} = 0,6 \cdot 10^{-2} \cdot 1087,6 = 6,53 \text{ cm}^2 \\ 0,3\% A_{b,\text{stiv}} = 0,3 \cdot 10^{-2} \cdot 20^2 \pi = 3,76 \text{ cm}^2 \\ 6\emptyset 12 = 6,78 \text{ cm}^2 \end{array} \right\} \Rightarrow \text{usvojeno:}$$

6Ø12(6.78 cm²)

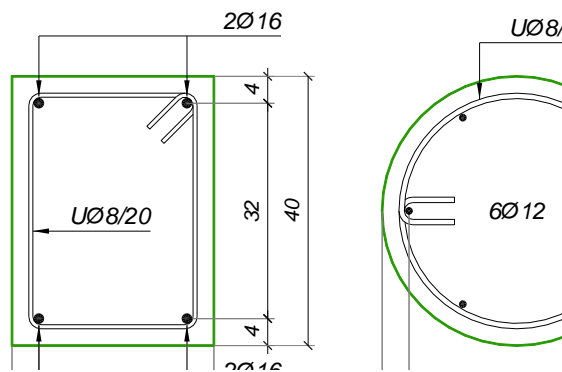
$$e_{u,\text{max.}} = \min. \left\{ \begin{array}{l} 15\emptyset = 15 \times 1.2 = 18 \text{ cm} \\ D = 40 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} \end{array} \right\} = 18 \text{ cm} \Rightarrow \text{usvojeno:}$$

UØ8/15

b/d=30/40cm
4Ø16 (8.04 cm²)
UØ8/15

D=40cm
6Ø12(6.78 cm²)
UØ8/15

52



PRIMER 4

53

Dimenzionisati **centrično pritisnuti stub** (ne uvodeći u proračun izvijanje), ukoliko je **presek**, opterećen silama N_g i N_p :

- pravougaoni, zadatih dimenzija $b/d = 40/80$ cm
- pravougaoni, zadatih dimenzija $b/d = 30/50$ cm

$$N_g = 1000 \text{ kN} \quad N_p = 950 \text{ kN} \quad \text{MB 30} \quad \text{RA 400/500}$$

$$\begin{aligned} \text{MB 30} &\Rightarrow f_B = 20.50 \text{ MPa} = 2.05 \text{ kN/cm}^2 \\ \text{RA 400/500} &\Rightarrow \sigma_v = 400 \text{ MPa} = 40 \text{ kN/cm}^2 \end{aligned}$$

PRIMER 4a)

54

- Granična normalna sila:*

$$N_u = 1.9 \cdot N_g + 2.1 \cdot N_p = 1.9 \cdot 1000 + 2.1 \cdot 950 = \underline{3895 \text{ kN}}$$

- Uslov ravnoteže:*

$$\begin{aligned} N_u &= A_b \cdot f_b + A_a \cdot \sigma_v \\ 3895 &= 40 \cdot 80 \cdot 2.05 + A_a \cdot 40 \\ 3895 &= 6560 + A_a \cdot 40 \\ A_a &= -66.625 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

- Nije potrebna računaska armatura!*
- usv. $\mu = \mu_{\min} = 0.3\%$
- $A_a = 0.003 \cdot 40 \cdot 80 = 9.6 \text{ cm}^2$ **6RØ16 (12.1 cm²)**

PRIMER 4b)

55

- *Granična normalna sila:*

$$N_u = 1.9 \cdot N_g + 2.1 \cdot N_p = 1.9 \cdot 1000 + 2.1 \cdot 950 = \underline{3895 \text{ kN}}$$

- *Nosivost betonskog preseka (bez armature):*

$$3895 = 30 \cdot 50 \cdot 2.05 + A_a \cdot 40$$

$$3895 = 3075 + A_a \cdot 40$$

$$A_a = 20.5 \text{ cm}^2$$

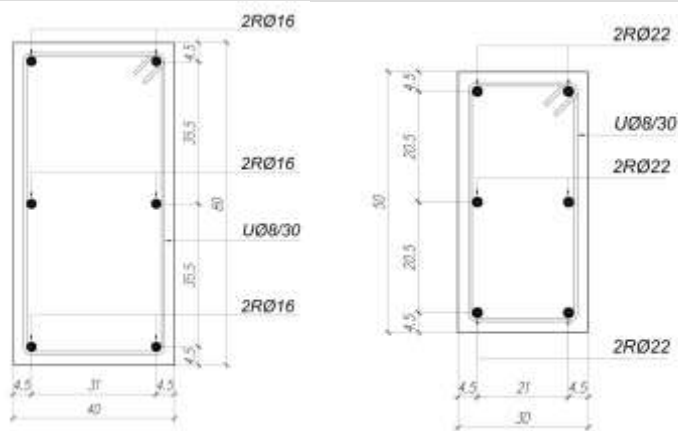
- *Potrebna je računaska armatura!*

Usvojeno: **6RØ22 (22.8 cm²)**

PRIMER 4b)

56

$$e_{u,max.} = \min. \left\{ \begin{array}{l} 15\emptyset = 15 \times 2.2 = 33 \text{ cm} \\ \min(b, d) = 30 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} \end{array} \right\} = 30 \text{ cm}$$

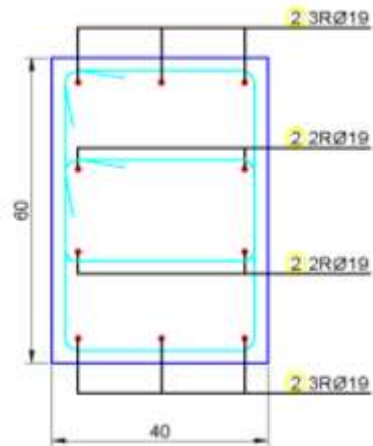


5. Centrični pritisak

57

PRIMER 5

Odrediti koliku silu pritiska od povremenog opterećenja može prihvatiti stub napravljen od betona MB30 i armiran kao na slici. Sila od stalnog opterećenja $N_g = 1000$ kN.



PRIMER 5

58

$$N_u = A_b \cdot f_B + A_a \cdot \sigma_v$$

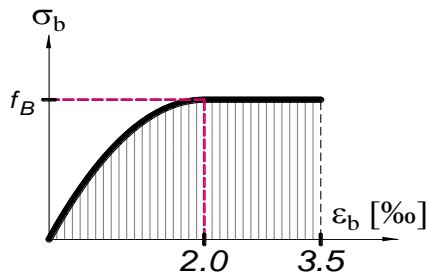
$$N_u = (40 \cdot 60 \cdot 2,05) + (10 \cdot 2,84 \cdot 40) = 4920 + 1136 = 6056 \text{ kN}$$

$$N_u = 1,9 \cdot N_g + 2,1 \cdot N_p$$

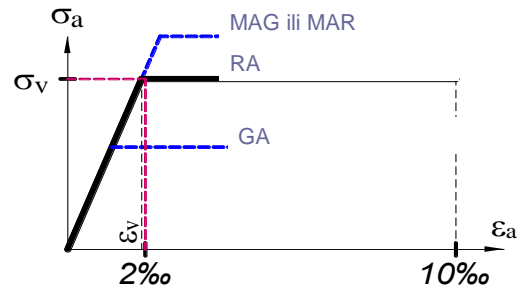
$$N_p = \frac{N_u - 1,9 \cdot N_g}{2,1} = \frac{6056 - 1,9 \cdot 1000}{2,1} = 1979,1 \text{ kN}$$

6. Rezime

RADNI DIJAGRAM BETONA



RADNI DIJAGRAM ČELIKA



6. Rezime

- Centrični pritisak: $\epsilon_b = \epsilon_a = 2\text{‰}$ $\gamma_g=1,9; \gamma_p=2,1$
 $N_u = f_B \cdot A_b + \sigma_v \cdot A_a$
- Centrično zatezanje: $\epsilon_a = 10\text{‰}$ $\gamma_g=1,6; \gamma_p=1,8$
 $Z_u = \sigma_v \cdot A_a$
- Mali ekscentricitet zatezanje:
 $\epsilon_{a1} = \epsilon_{a2} = 10\text{‰}$ $\gamma_g=1,6; \gamma_p=1,8$
 $Z_u = \sigma_v \cdot (A_{a1} + A_{a2})$
 $Z_u e = \sigma_v \cdot A_{a1} \cdot y_{a1} + \sigma_v \cdot A_{a2} \cdot y_{a2}$