



Univerzitet u Beogradu – Građevinski fakultet
www.grf.bg.ac.rs

Studijski program: **Građevinarstvo**
Modul: Konstrukcije
Godina/Semestar: **III godina / V semestar**

Naziv predmeta (šifra): **Teorija betonskih konstrukcija 1
(b2k3b1)**

Nastavnik: **Ivan Ignjatović**

Naslov vežbi: **Sidrenje i nastavljanje armature**

Datum : 13.12.202.

Beograd, 2020.

Sva autorska prava autora prezentacije i/ili video snimaka su zaštićena. Snimak ili prezentacija se mogu koristiti samo za nastavu na daljinu studenta Građevinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu u školskoj 2020/2021 i ne mogu se koristiti za druge svrhe bez pismene saglasnosti autora



Oblikovanje armature

Odeljak 8 SRPS EN 1992:2015

Minimalni prečnik savijanja šipke armature (prečnik valjka, $\emptyset_{m,min}$) treba da obezbedi da:

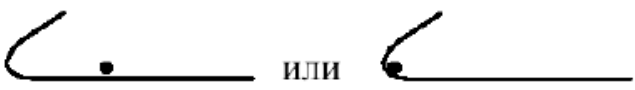

1) nema prslina u šipki usled savijanja

a) $\emptyset \leq 16 \text{ mm}$ $\emptyset_{m,min} = 4 \emptyset$

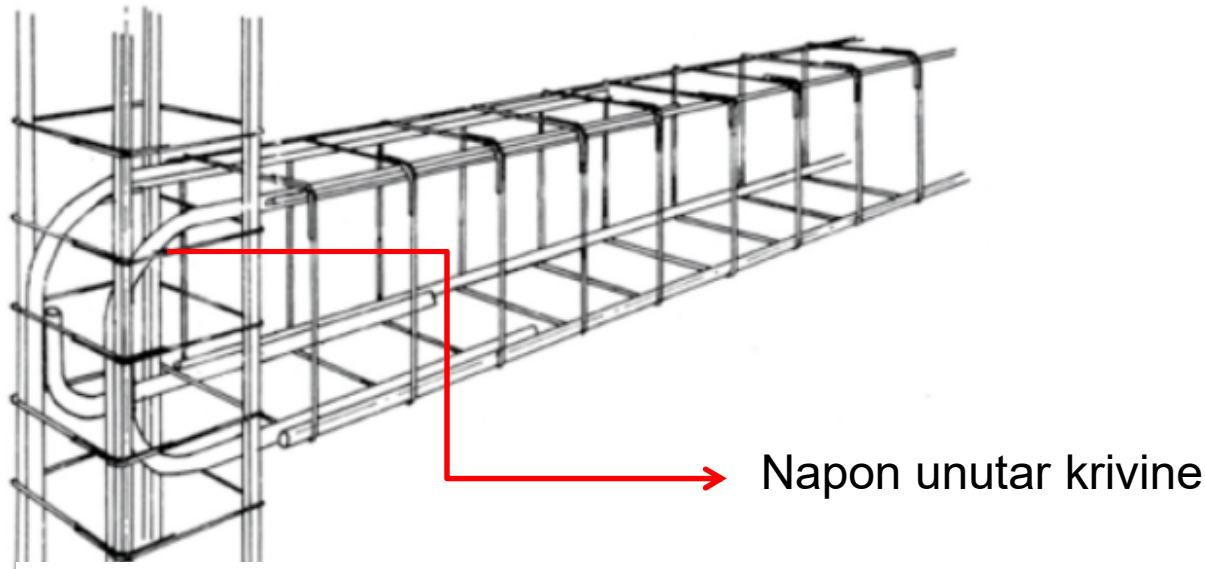
b) $\emptyset > 16 \text{ mm}$ $\emptyset_{m,min} = 7 \emptyset$

Dužina pravog dela šipke nakon krivine treba da je bar $5\emptyset$

b) за заварену савијену арматуру и арматурне мреже савијене после заваривања

Најмањи пречник ваљка	
	
5ϕ	$d \geq 3\phi$: 5ϕ $d < 3\phi$ или заваривање у зони кривине: 20ϕ
НАПОМЕНА Када се арматура заварује у зони кривине, пречник ваљка може да се смањи на 5ϕ ^{AC} онда када се заваривање спроводи у складу са EN ISO 17660. ^{AC}	

Oblikovanje armature



2) da se izbegne lom betona unutar krivine savijene šipke

$$a) \quad \varnothing_{m,min} \geq F_{bt} [(1/a_b) + 1/(2\varnothing)] / f_{cd}$$

F_{bt} - granična sila zatezanje u armaturnoj šipki na početku krivine

a_b – za datu šipku, polovina rastojanja od ose do ose šipki upravno na ravan savijanja šipki. Za šipke uz spoljašnje stranice elementa, za a_b treba da se uzme $c_{nom} + \varnothing/2$

Oblikovanje armature

Prečnik valjka za povijanje armature, ϕ_m (umnožak prečnika povijene šipke, ϕ)

Klasa betona

a_b	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60	$\geq C55/67$
2 \emptyset	30.1	24.1	20.1	17.2	15.1	13.4	12.0	11.0
3 \emptyset	25.1	20.1	16.7	14.3	12.5	11.2	10.0	9.1
4 \emptyset	22.6	18.1	15.1	12.9	11.3	10.0	9.0	8.2
5 \emptyset	21.1	16.9	14.1	12.0	10.5	9.4	8.4	7.7
10 \emptyset	18.1	14.5	12.0	10.3	9.0	8.0	7.2	6.6

*Za napon u šipki usvojena je vrednost f_{yk}/γ_s , tj. 500/1.15 Mpa

Prečnik valjka ne treba proveravati s obzirom na lom betona unutar krivine savijene šipke ukoliko su ispunjeni sledeći uslovi:

1. sidrenje šipke ne zahteva dužinu pravog dela šipke posle kraja krivine veću od 5 \emptyset ,
2. šipka nije postavljena u uglu (ravan savijanja šipke blizu površine betona) i postoji poprečna šipka prečnika $\geq \emptyset$ unutar krivine
3. prečnik valjka je najmanje jednak preporučenim vrednostima



Oblikovanje armature

1. Pravila za pojedinačne šipke odnose se i na svežnjeve šipki.
2. Sve šipke u svežnju treba da budu istih karakteristika – vrste i klase.
3. Šipke različitih prečnika mogu da se grupišu u svežanj ukoliko odnos njihovih prečnika nije veći od 1,7.
4. U proračunu se svežanj zamenjuje pretpostavljenom šipkom, ekvivalentnog prečnika, \emptyset_n

$$\emptyset_n = \emptyset \cdot \sqrt{n_b} \leq 55\text{mm}$$

n_b - broj šipki u svežnju, ograničen na:

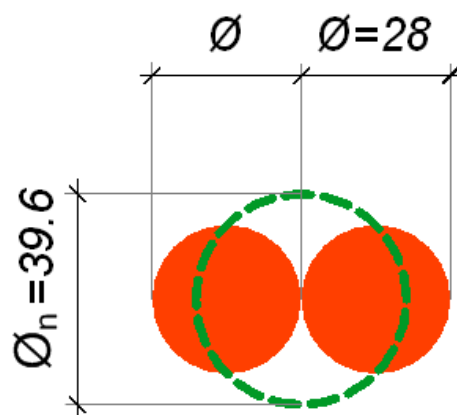
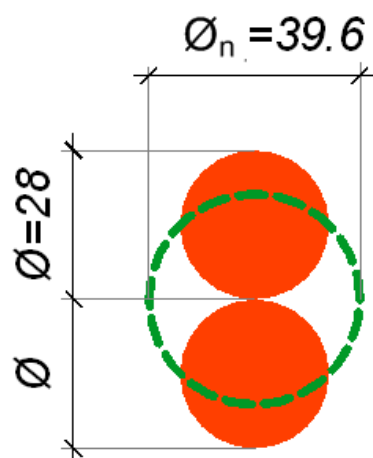
$n_b \leq 4$, za vertikalne pritisnute šipke i šipke na dužini nastavljanja preklapanjem,

$n_b \leq 3$, u svim drugim slučajevima

Kada su dve šipke koje se dodiruju postavljene jedna iznad druge i kada su uslovi prianjanja dobri, nije potrebno da se takve šipke tretiraju kao svežnjevi.

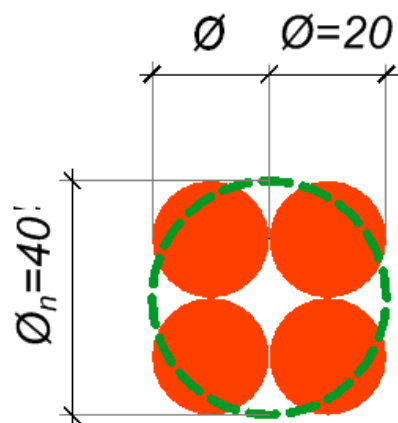
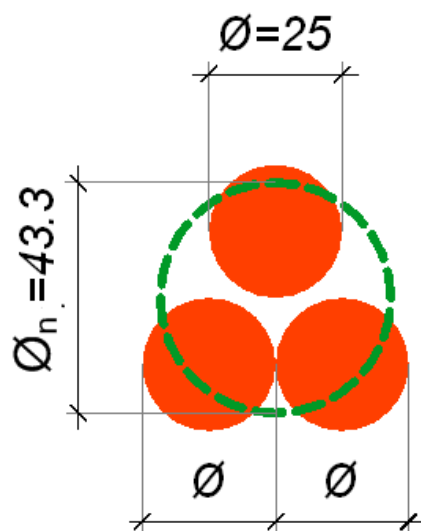


Oblikovanje armature



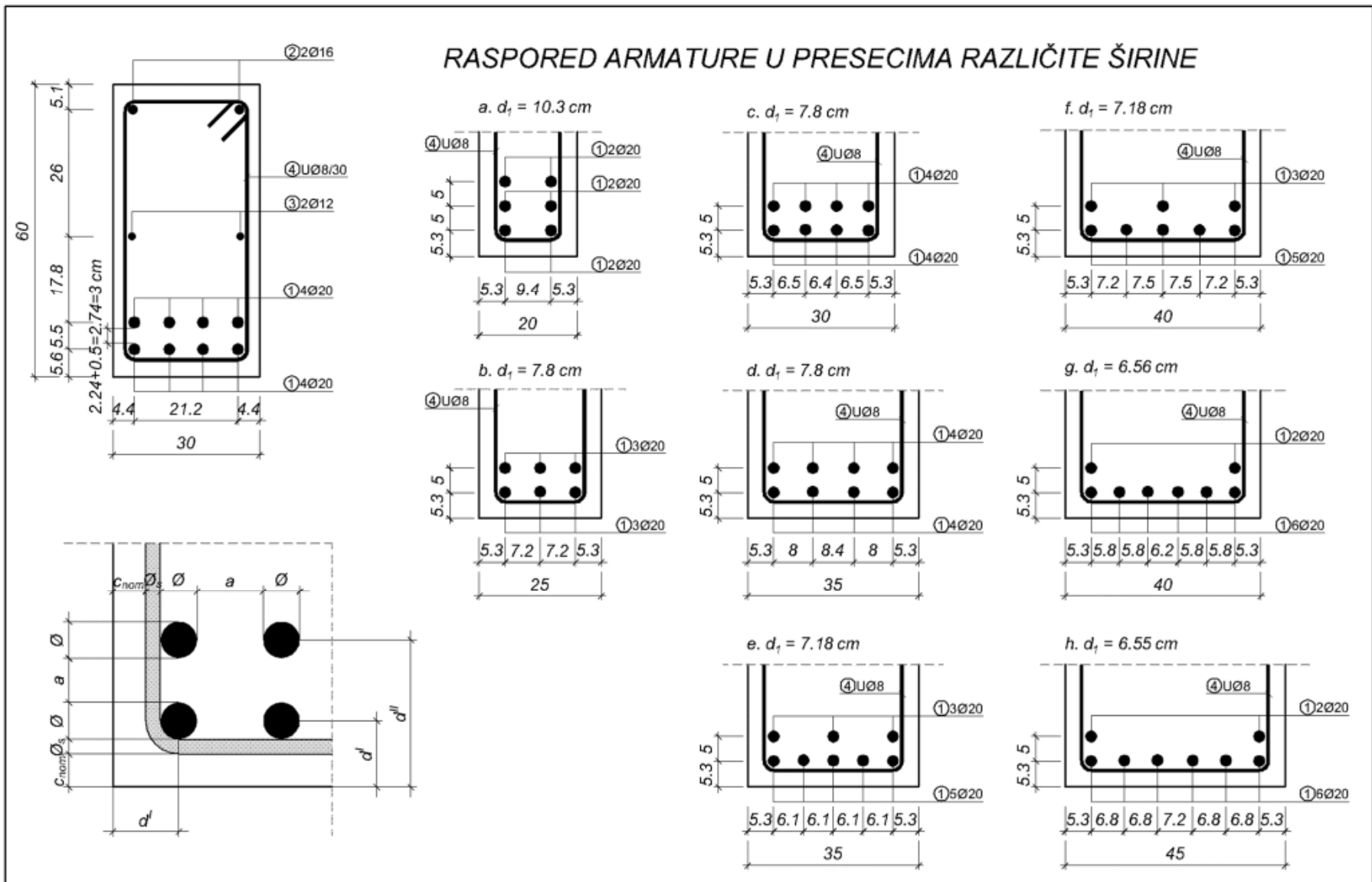
$$\varnothing_n = \sqrt{\frac{4}{\pi} \times \sum_i \left(\frac{\varnothing_i^2}{4} \times \pi \right)}$$

$$\varnothing_n = \sqrt{\sum_i \varnothing_i^2} = \varnothing \sqrt{n_b}$$

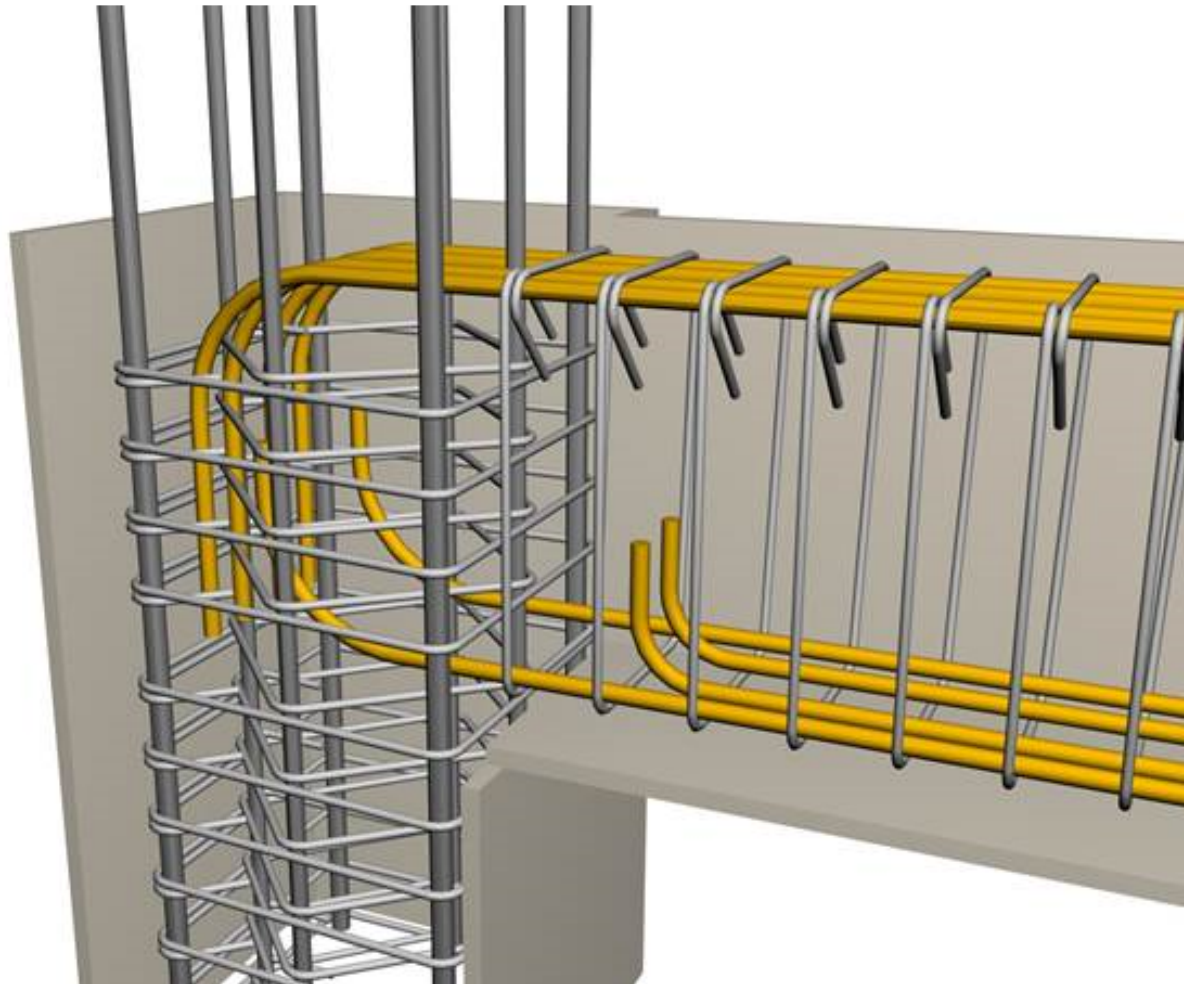


$$\varnothing_n \leq 55 \text{ mm}$$

Oblikovanje armature



Ankerovanje armature



Ankerovanje armature

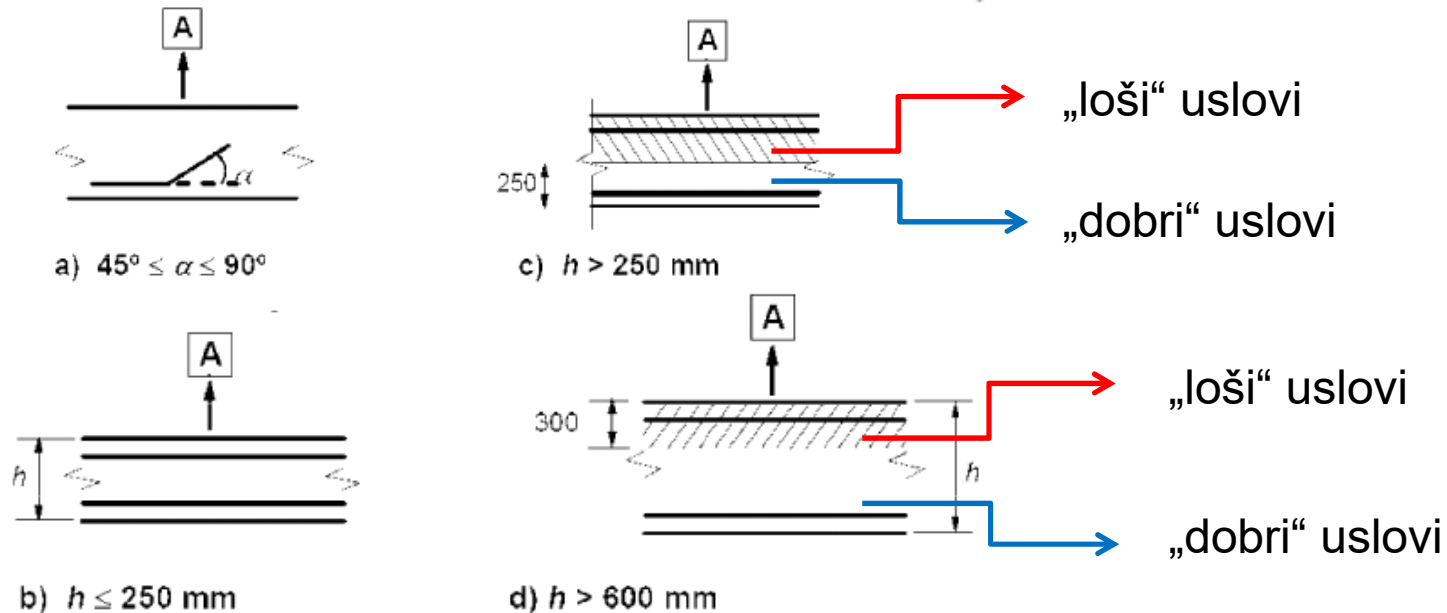
Granična vrednost čvrstoće prijanjanja mora da bude dovoljna kako ne bi došlo do loma prijanjanja betona i čelika.

$$f_{bd} = 2.25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

η_1 koeficijent koji se odnosi na kvalitet uslova prijanjanja i položaj šipke u elementu za vreme betoniranja (videti sliku 8.2):

$\eta_1 = 1,0$ kada su obezbeđeni „dobri“ uslovi, i

$\eta_1 = 0,7$ za sve ostale slučajeve i šipke u konstrukcijskim elementima koji se betoniraju u kliznoj oplati, ukoliko se ne докаже да постоје „добри“ uslovi;



A Правац бетонирања

Ankerovanje armature

$$f_{bd} = 2.25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

η_2 зависи od precnika šipke:

$$\eta_2 = 1,0 \text{ za } \phi \leq 32 \text{ mm}$$

$$\eta_2 = (132 - \phi)/100 \text{ za } \phi > 32 \text{ mm.}$$

Osnovna dužina ankerovanja

$$l_{b,rqd} = (\phi / 4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd})$$

f_{ctd} proračunska vrednost čvrstoće betona pri zatezanju, u skladu sa 3.1.6 (2)П. Услед повећања кртости бетона виших класа чврстоће, $f_{ctk,0,05}$ треба у овом случају ограничити на вредност која одговара С60/75, осим ако се може доказати да се просечна чврстоћа при припањању повећава изнад те границе;

σ_{sd} – proračunski napon u šipki, u preseku od kojeg se meri dužina ankerovanja

		KLASE ČVRSTOĆE BETONA													
		12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90
f_{ck}	MPa	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90
$f_{ck,cube}$	MPa	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105
f_{cm}	MPa	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98
$f_{ct,m}$	MPa	1.6	1.9	2.2	2.6	2.9	3.2	3.5	3.8	4.1	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0
$f_{ctk,0,05}$	MPa	1.1	1.3	1.5	1.8	2.0	2.2	2.5	2.7	2.9	3.0	3.1	3.2	3.4	3.5
$f_{ctk,0,95}$	MPa	2.0	2.5	2.9	3.3	3.8	4.2	4.6	4.9	5.3	5.5	5.7	6.0	6.3	6.6



Ankerovanje armature

Čvrstoća prijanjanja, f_{bd} [Mpa], i osnovna dužina ankerovanja, $l_{b,rqd}$ (umnožak prečnika ankerovane šipke, \emptyset)

		Klasa betona								
		C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60	C55/67	\geq C60/75
f_{bd} [Mpa]	"dobri" uslovi prijanjanja	2.25	2.70	3.00	3.30	3.75	4.05	4.35	4.50	4.65
	"loši" uslovi prijanjanja	1.58	1.89	2.10	2.31	2.63	2.84	3.05	3.15	3.26
$l_{b,rqd}$	"dobri" uslovi prijanjanja	48	40	36	33	29	27	25	24	23
	"loši" uslovi prijanjanja	69	58	52	47	41	38	36	35	33

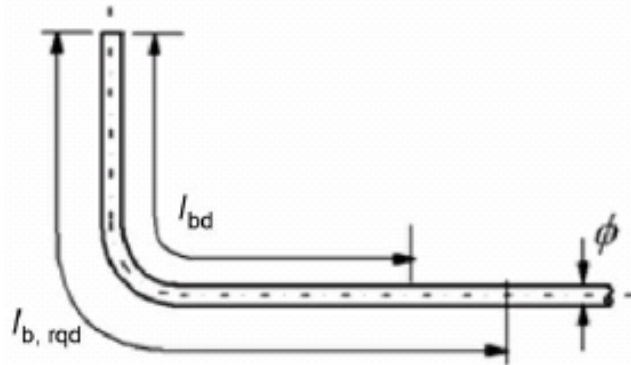
*Za napon u šipki usvojena je vrednost f_{yk}/γ_s tj. 500/1.15 Mpa

**Vrednosti u tabeli važe za $\emptyset \leq 32$ mm. Za veće prečnike šipki vrednosti iz tabele treba pomnožiti sa $(140-\emptyset)/100$

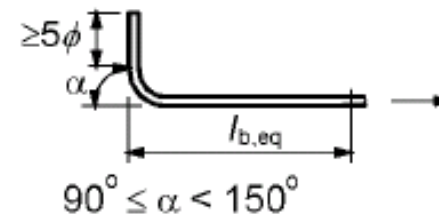


Ankerovanje armature

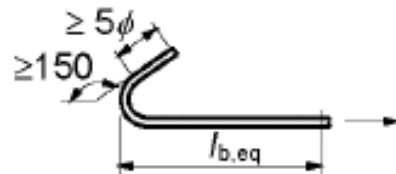
Šipke za armiranje, žice i zavarene armaturene mreže moraju da budu tako ankerovane da se sile prianjanja betona i čelika sigurno prenose na beton, bez podužnih prslina ili odlamanja betona.



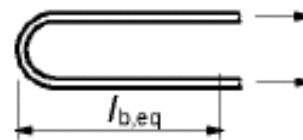
a) Основна дужина сидрења при затезању, $l_{b,rqd}$ за било који облик шипке, мерено по осн шипке [ACI]



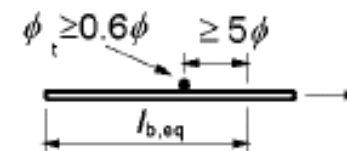
b) Еквивалентна дужина сидрења за стандардну правоугаону куку



c) Еквивалентна дужина сидрења за стандардну полукружну куку



d) Еквивалентна дужина сидрења за стандардну петљу



e) Еквивалентна дужина сидрења са завареном попречном шипком

Ankerovanje armature

Proračunska dužina ankerovanja, l_{bd}

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{b,\min}$$

$$\alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \geq 0.7$$

$$l_{b,eq} = \left\{ \begin{array}{l} \alpha_1 \cdot l_{b,rqd}, \text{ 8.1b do 8.1d} \\ \alpha_4 \cdot l_{b,rqd}, \text{ 8.1e} \end{array} \right\}$$

Minimalna dužina ankerovanja:

1. za ankerovanje zategnute armature:

$$l_{b,\min} > \max \{ 0.3 \cdot l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100\text{mm} \}$$

2. Za ankerovanje pritisnute armature:

$$l_{b,\min} > \max \{ 0.6 \cdot l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100\text{mm} \}$$



Ankerovanje armature

Proračunska dužina ankerovanja, l_{bd}

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$$

Табела 8.2 – Вредности коефицијената $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ и α_5

Фактор који утиче на величине коефицијената	Врста сидрења	Шипка арматуре	
		Затегнута	Притиснута
Облик шипки	Права шипка	$\alpha_1 = 1,0$	$\alpha_1 = 1,0$
	Другачији облици осим праве шипке [видети слике 8.1(b), (c) и (d)]	$\alpha_1 = 0,7$ ако је $c_d > 3\phi$ ако то није случај $\alpha_1 = 1,0$ (видети слику 8.3 за вредности c_d)	$\alpha_1 = 1,0$
Заштитни слој бетона	Права шипка	$\alpha_2 = 1 - 0,15 (c_d - \phi) / \phi$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$	$\alpha_2 = 1,0$
	Другачији облици осим праве шипке [(видети слике 8.1(b), (c) и (d)]	$\alpha_2 = 1 - 0,15 (c_d - 3\phi) / \phi$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$ (видети слику 8.3 за вредности c_d)	$\alpha_2 = 1,0$
Утезање попречном арматуром која није заварена за главну арматуру	Све врсте	$\alpha_3 = 1 - K\lambda$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$	$\alpha_3 = 1,0$
Утезање завареном попречном арматуром*	Све врсте, положај и величина као што је утврђено на слици 8.1(e)	$\alpha_4 = 0,7$	$\alpha_4 = 0,7$
Утезање попречним притиском	Све врсте	$\alpha_5 = 1 - 0,04p$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$	

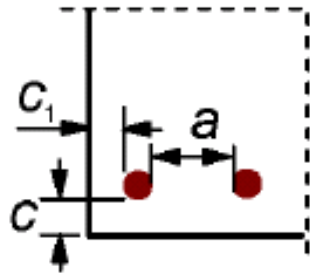
Zaštitini sloj
(EC2: Slika 8.3)

Utezanje (EC2: Slika 8.4)

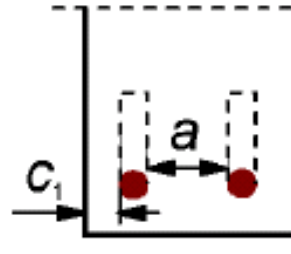
$\Sigma Ast - \Sigma Ast, min) / As$

Poprečni pritisak na l_{bd}

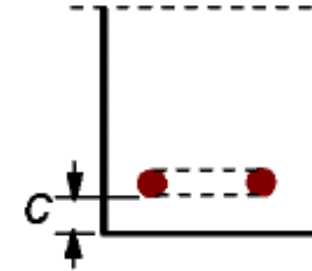
Ankerovanje armature



a) Праве шипке
 $c_d = \min(a/2, c_1, c)$

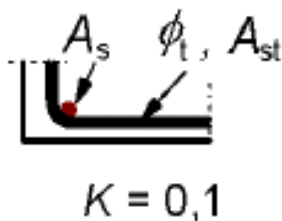


b) Шипке са правоугаоном или полукружном куком
 $c_d = \min(a/2, c_1)$

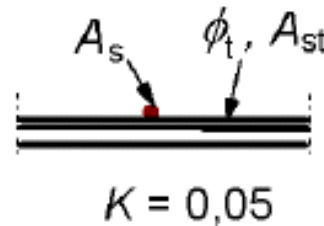


c) Шипке са петљом $c_d = c_1$

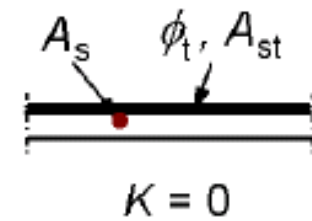
Слика 8.3 – Вредности c_d за греде и плоче



$K = 0,1$



$K = 0,05$



$K = 0$

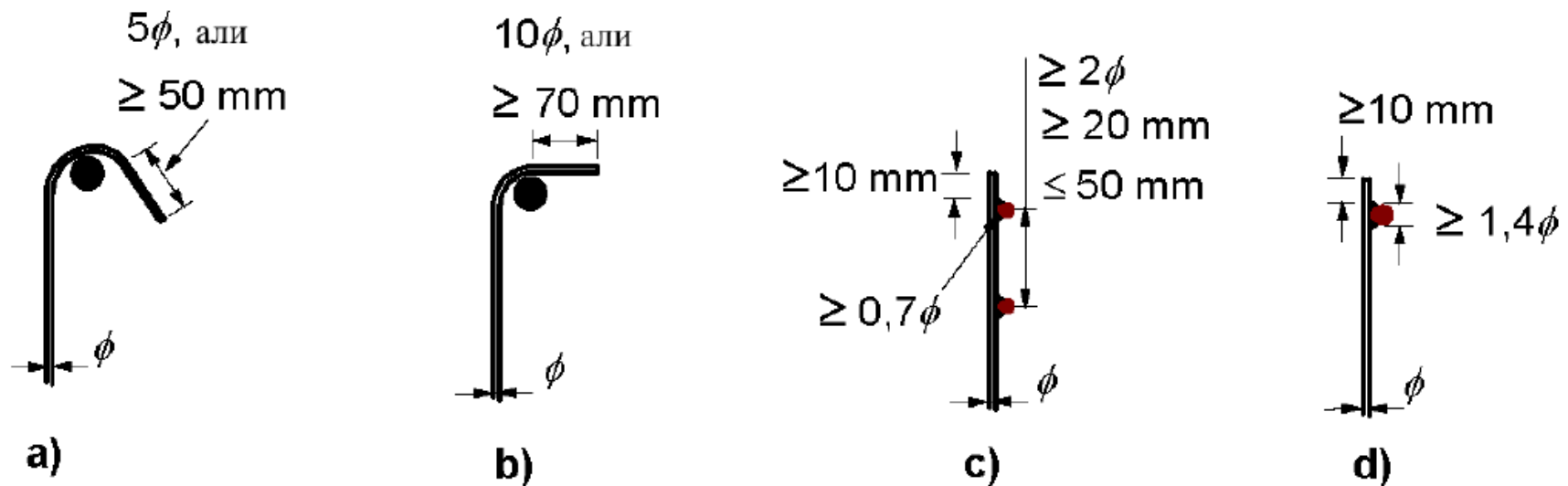
Слика 8.4 – Вредности K за греде и плоче

Zaključak: uslovi koje treba ispuniti kako bi se iskoristili faktori redukcije, α_p , su takvi da se mogu primeniti samo u ograničenom broju slučajeva!

Ankerovanje armature

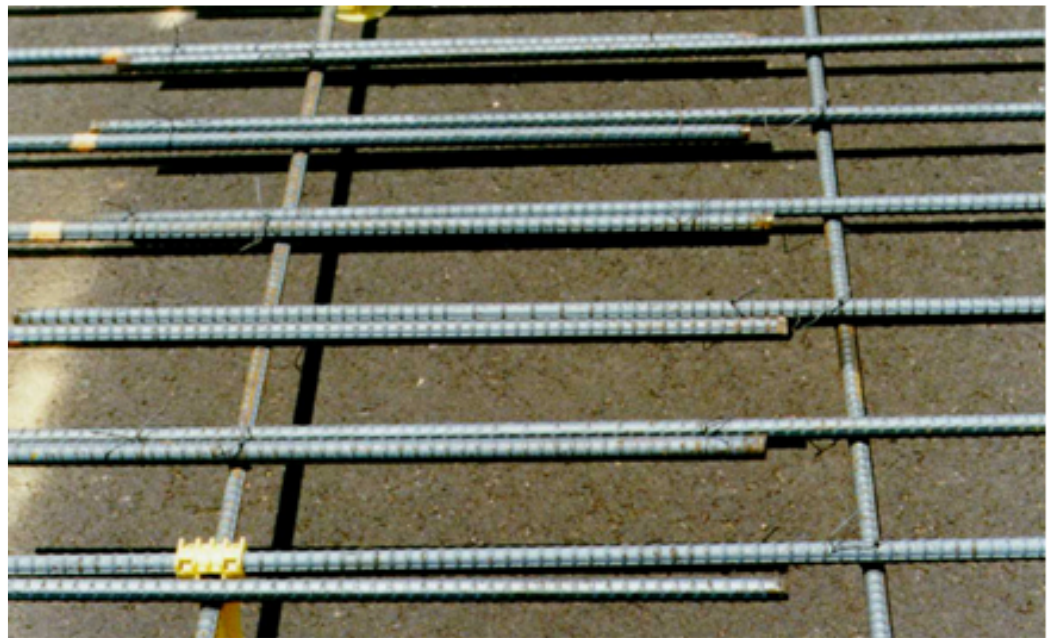
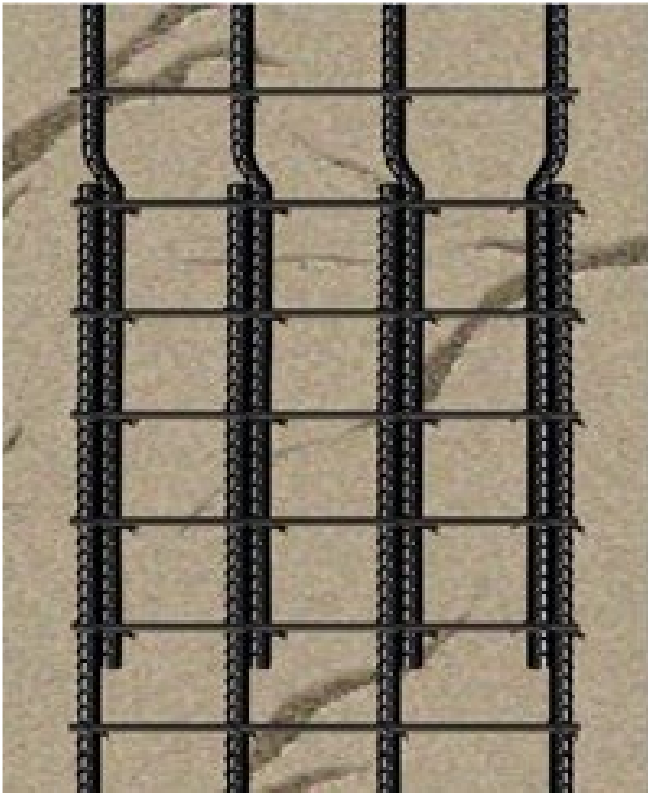
Sidrenje uzengija i armature za smicanje uobičajeno treba da se vrši pomoću pravougaonih ili kružnih kuka ili zavarene poprečne armature.

Unutar pravougaone ili polukružne kuke treba da se obezbedi podužna šipka.

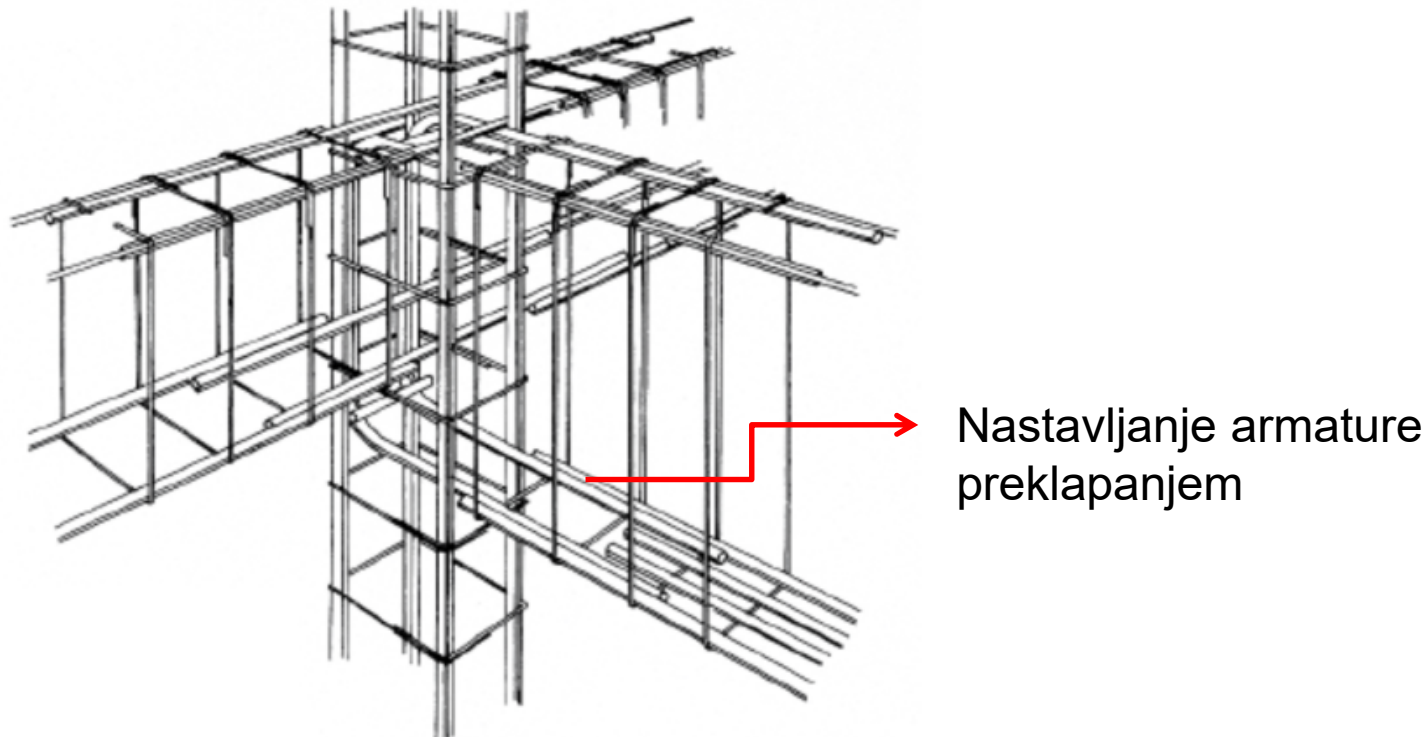


Napomena: za c) i d) zaštitni sloj ne treba da bude manji od 3ϕ ili 50 mm

Nastavljanje armature



Nastavljanje armature



Sile se prenose sa jedne šipke na drugu:

1. **Preklapanjem šipki**, sa ili bez polukružnih kuka
2. **Zavarivanjem**
3. **Mehaničkim nastavcima**, kojima se obezbeđuje prenošenje sile zatezanja i pritiska ili samo pritiska

Nastavljanje armature

Konstruktivski detalji **nastavljanja šipki preklapanjem** moraju da budu takvi da:

1. Prenošenje sila sa jedne na drugu šipku bude sigurno
2. Da ne dođe do pojave odlamanja betona u okolini nastavaka
3. Ne dođe do pojave prslina velike širine koje bi nepovoljno uticale na svojstva konstrukcije

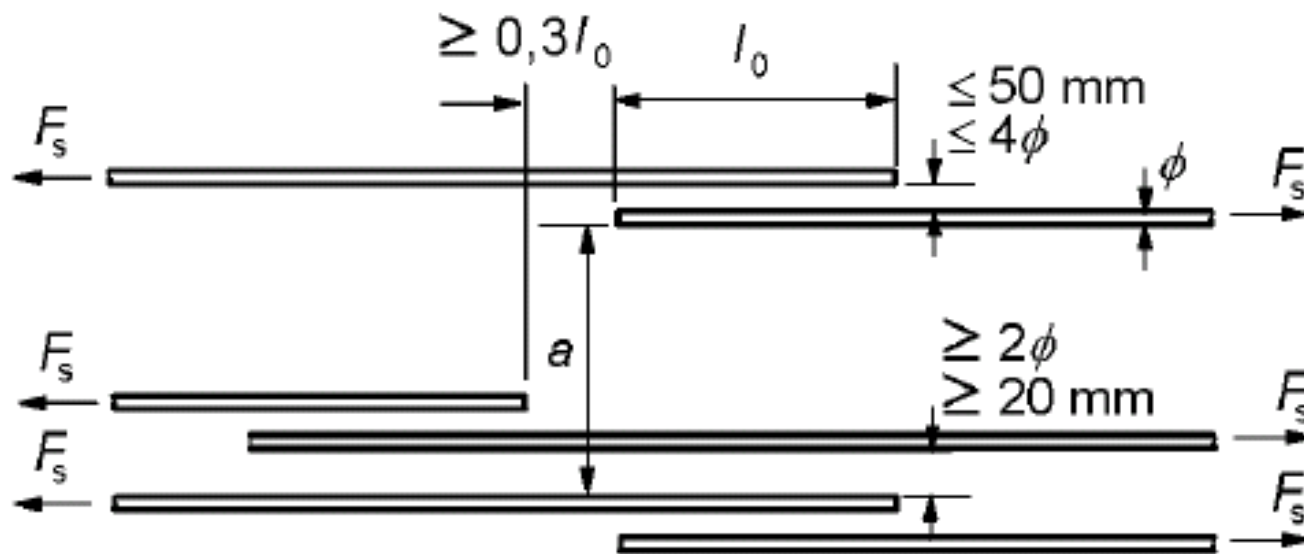
Nastavci preklapanjem normalno treba da su:

1. Smaknuti i raspoređeni van područja velikih momenata/sila
2. Simetrično raspoređeni u svim presecima



Nastavljanje armature

Raspored šipki koje se nastavljaju preklapanjem treba da je u skladu sa:



Слика 8.7 – Суседни наставци шипки преклапањем

Proračunska dužina preklapanja, l_0

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{0,\min}$$

$$l_{0,\min} > \max \{ 0,3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd}; 15\phi; 200\text{mm} \}$$

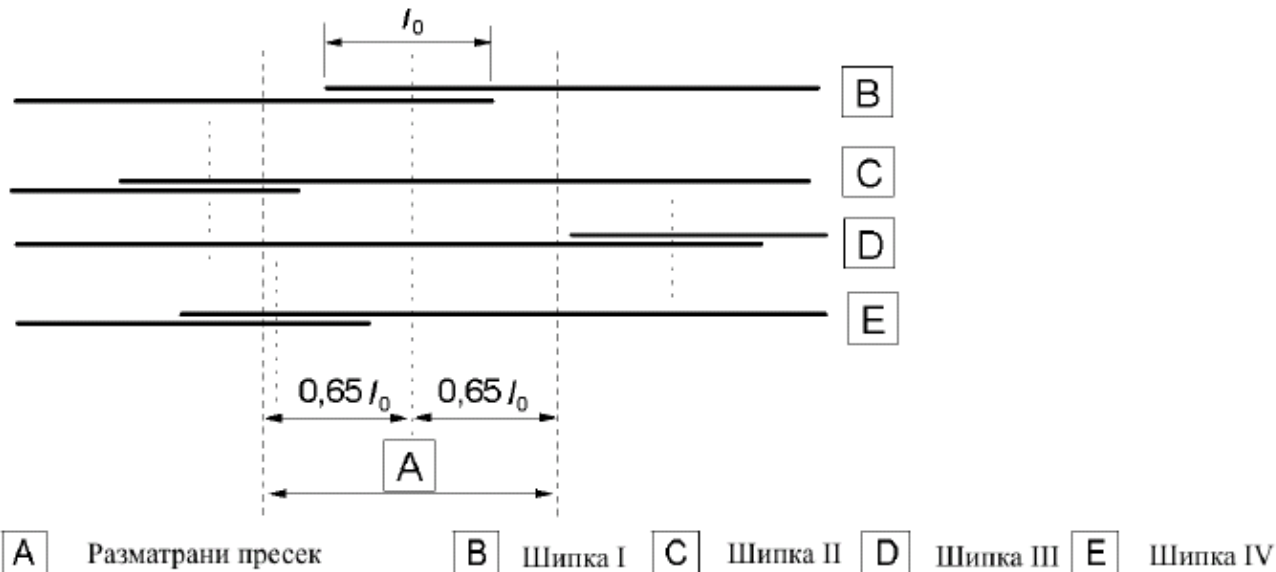
Nastavljanje armature

$$1.0 \leq \alpha_6 = \sqrt{\rho_1 / 25} \leq 1.5$$

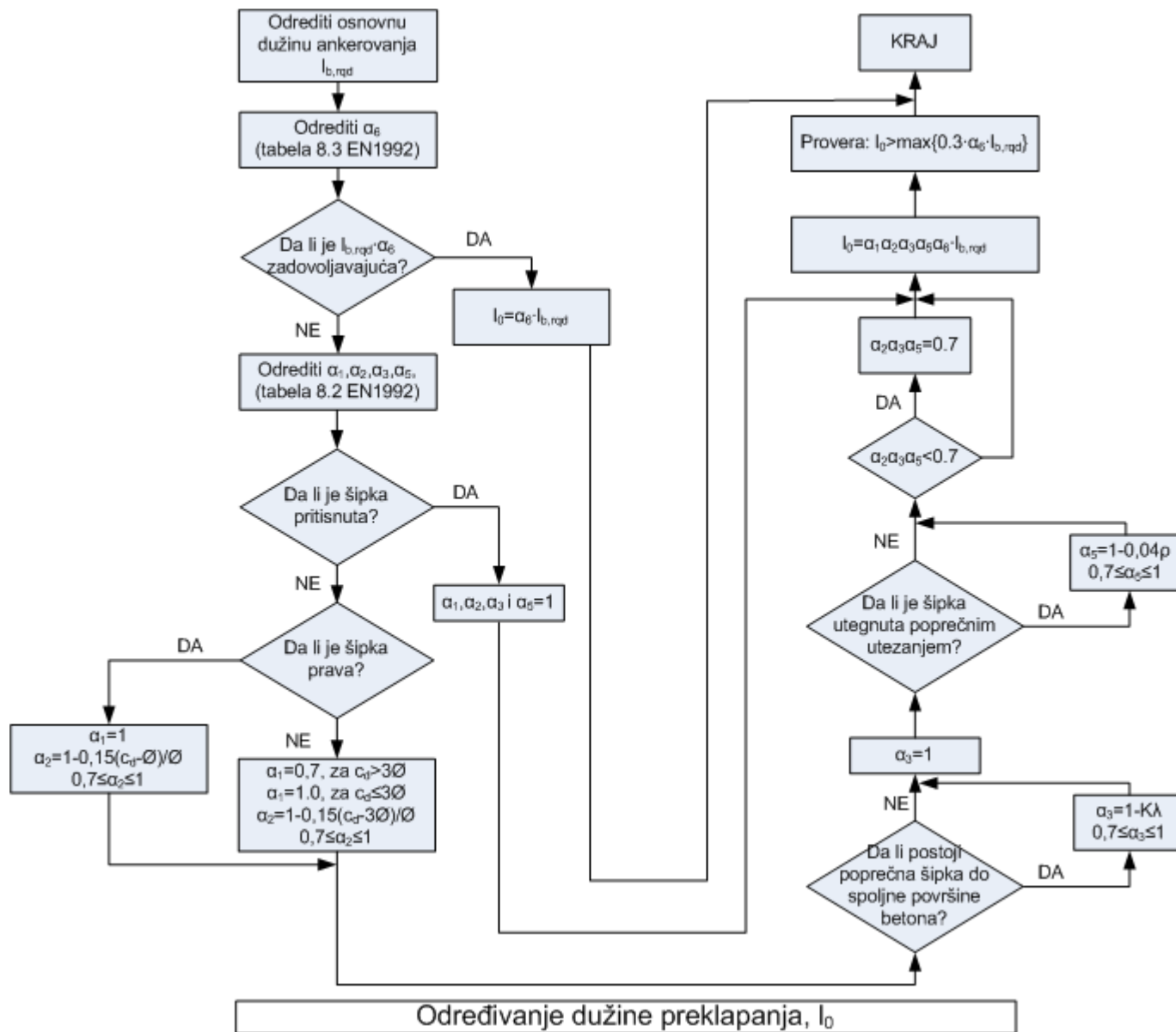
ρ_1 - procenat armature nastavljene preklapanjem na dužini od $0,65 \cdot l_0$ od sredine dužine posmatranog nastavka preklapanjem

Табела 8.3 – Вредности коефицијента α_6

Процент шипки настављених преклапањем у односу на укупну површину попречног пресека	< 25 %	33 %	50 %	> 50 %
α_6	1	1,15	1,4	1,5
НАПОМЕНА Међувредности могу да се одреде интерполацијом.				



Nastavljanje armature



Nastavljanje armature

Dužina sidrenja l_{bd} [cm] i dužina preklapanja, l_o [cm] u funkciji prečnika šipke											
Prečnik šipke zategnute armature											
Uslovi prianjanja			Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø32
<i>Dužina sidrenja, l_{bd} [cm]</i>	<i>Drugi oblici osim pravih šipki</i>	<i>"dobri"</i>	32	40	48	56	64	81	101	129	129
		<i>"loši"</i>	46	58	69	81	92	115	144	184	184
	<i>Samo prave šipke</i>	<i>"dobri"</i>	27	34	41	48	55	68	86	110	110
		<i>"loši"</i>	39	49	59	68	78	98	122	156	156
<i>Dužina preklapanja, l_o [cm]</i>	<i>50% nastavka u jednom preseku</i>	<i>"dobri"</i>	38	48	57	67	77	96	120	153	153
		<i>"loši"</i>	55	68	82	96	110	137	171	219	219
	<i>>50% nastavka u jednom preseku</i>	<i>"dobri"</i>	41	51	62	72	82	103	128	164	164
		<i>"loši"</i>	59	73	88	103	117	147	183	235	235

1) $\alpha_1=\alpha_3=\alpha_4=\alpha_5=1.0$. Ovi koeficijenti mogu biti <1.0 , videti tabelu 8.2, EN 1992

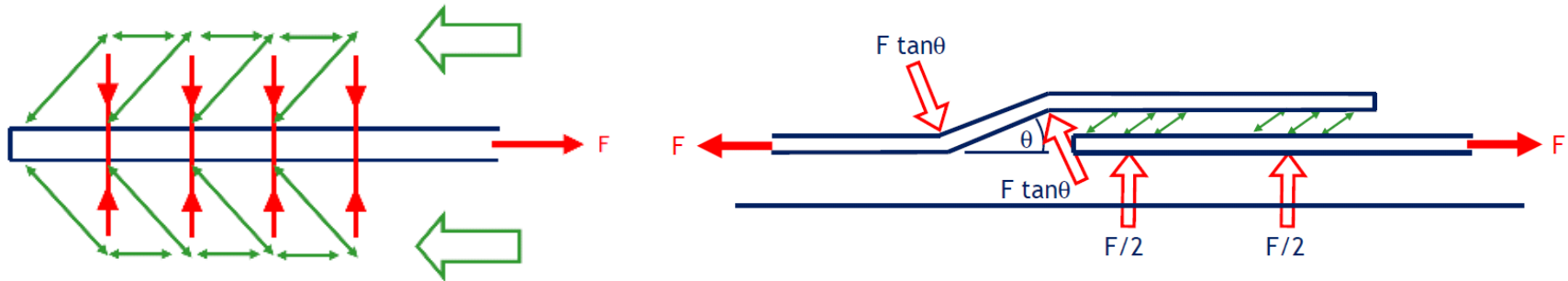
2) Za napon u šipki usvojena je vrednost f_{yk}/γ_s , tj. 500/1.15 Mpa

3) Vrednosti u tabeli date su za klasu betona C25/30



Nastavljanje armature

Poprečna (transverzalna) armatura potrebna je za prihvatanje poprečnih sila zatezanja u zoni preklapanja.

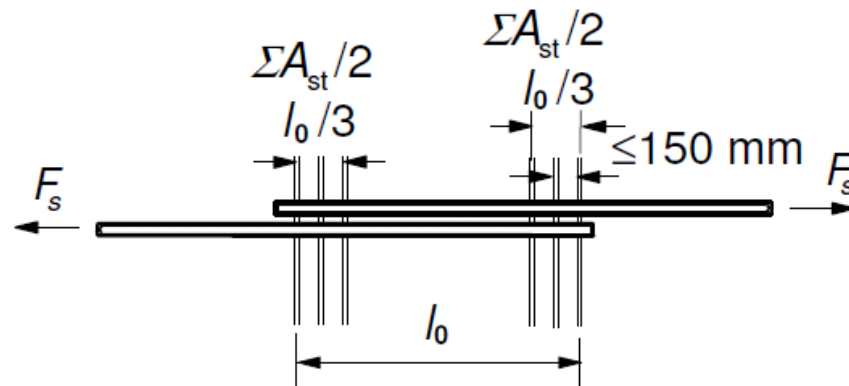


1. Kada je prečnik šipke koje se nastavljaju preklapanjem: $\text{Ø} \geq 20 \text{ mm}$
2. Kada je procenat nastavljenih šipki preklapanjem u jednom presku veći od 25%

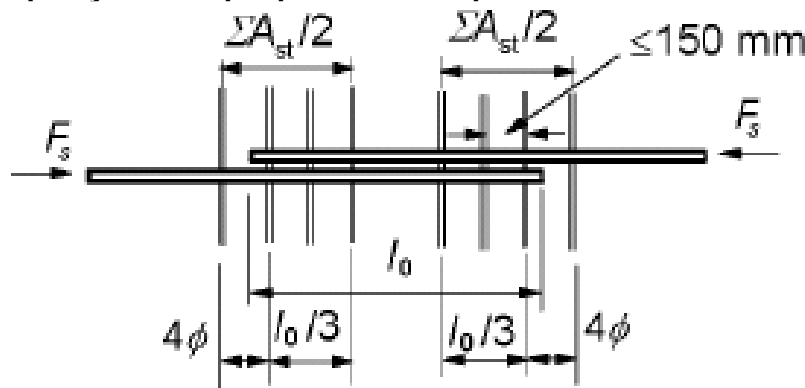
Poprečna armatura ukupne površine $\Sigma A_{st} \geq 1,0 A_s$ treba da se rasporedi upravno na pravac armature koja se nastavlja preklapanjem, između te armature i površine betona.

Nastavljanje armature

Poprečna (transverzalna) armatura treba da se rasporedi u presecima u zoni krajeva preklapanja **zategnutih šipki**:



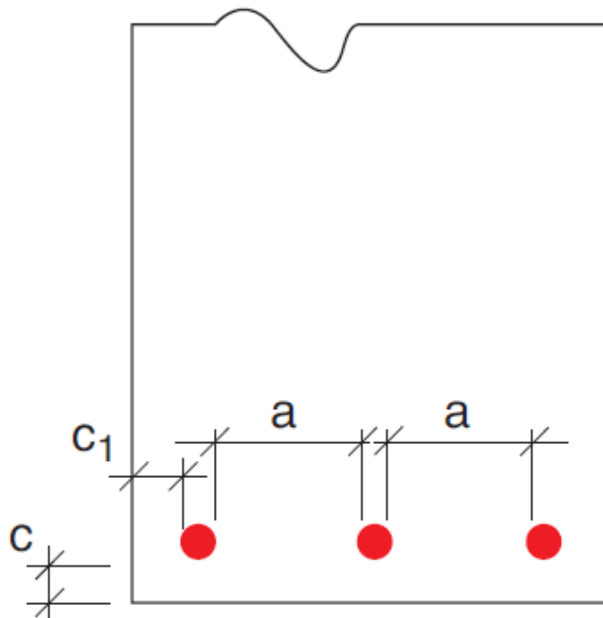
Ukoliko su šipke koje se nastavljaju **preklapanjem pritisnute**, treba obezbediti još po jednu poprečnu šipku armature na rastojanju ne većem od 4ϕ :



Zadatak

Zadatak: Sračunati dužinu ankerovanja zategnute armature $\varnothing 16$, klase B500B, u donjoj zoni grede, pod pretpostavkom punog iskorišćenja napona na početku dužine ankerovanja. C25/30, $c_{\text{nom}}=35$ mm

- Prava šipka
- Šipka sa kukom na kraju



$$c_1 = c = c_{\text{nom}} + \varnothing_s = 35 + 10 = 45 \text{ mm}$$
$$a = 80 \text{ mm}$$

Zadatak

- Mehaničke karakteristike materijala:

Beton C25/30 => $f_{ck} = 25$ MPa

$$f_{ctm} = 0.3(f_{ck})^{2/3} = 0.3(25)^{2/3} = 2.6 \text{ MPa}; f_{ctk,0.05} = 0.7f_{ctm} = 0.7 \cdot 2.6 = 1.8 \text{ MPa}$$

Armatura B500B => $f_{yk} = 500$ Mpa

- Granična vrednost čvrstoće prijanjanja:

$$f_{bd} = 2.25\eta_1\eta_2f_{ctd}$$

η_1 – armatura je u donjoj zoni => uslovi prijanjanja su “dobri” => $\eta_1 = 1$

η_2 – prečnik armature $\emptyset = 16 \text{ mm} < 32 \text{ mm}$ => $\eta_2 = 1$

$$f_{ctd} = \alpha_{ct}f_{ctk,0.05}/\gamma_c = 1.0 \cdot 1.8 / 1.5 = 1.2 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2.25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1.2 = 2.7 \text{ MPa}$$



Zadatak

- Osnovna dužina sidrenja:

$$l_{b,rqd} = (\emptyset/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd})$$

“puno iskorišćenje napona u armaturi” $\Rightarrow \sigma_{sd} = f_{yk}/\gamma_s = 500/1.15 = 435 \text{ MPa}$

$$l_{b,rqd} = (\emptyset/4) \cdot (435/2.7) = 40.3 \cdot \emptyset$$

- Proračunska dužina sidrenja:

$$l_{bd} = \max\left\{ \begin{array}{l} \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 l_{b,rqd} \\ 0.7 \alpha_1 \alpha_4 l_{b,rqd} \end{array} \right. \geq l_{b,min}$$

$$c_d = \min\{a/2, c_1, c\} = \min\{80/2, 45, 45\} = 40 \text{ mm} - \text{za prave šipke}$$

$$c_d = \min\{a/2, c_1\} = \min\{80/2, 45\} = 40 \text{ mm} - \text{za šipke sa kukom na kraju}$$



Zadatak

- Prava šipka

$$\alpha_1 = 1$$

$$\alpha_2 = 1 - 0.15(c_d - \emptyset) / \emptyset =$$

$$= 1 - 0.15(40 - 16) / 16 = \mathbf{0.78}$$

$$K = 0.1 \text{ ili } 0.05;$$

$$A_s = 201 \text{ mm}^2;$$

$$\Sigma A_{st} = \text{nepoznato};$$

$$\Sigma A_{st, \min} = 0.25 \cdot 201 = 50.3 \text{ mm}^2;$$

$$\alpha_3 = 1 \text{ – na strani sigurnosti}$$

$$\alpha_4 = 1$$

$$p = 0 \Rightarrow \alpha_5 = 1$$

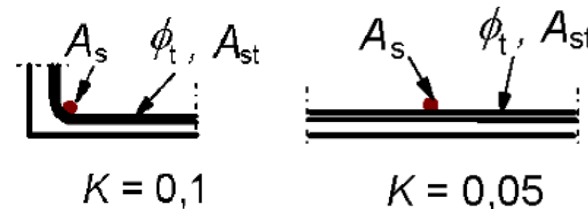
- Šipka sa kukom na kraju

$$c_d = 40 \text{ mm} < 3\emptyset = 48 \text{ mm} \Rightarrow \alpha_1 = 1$$

$$c_d = < 3\emptyset \Rightarrow$$

$$\alpha_2 = 1 - 0.15(c_d - 3\emptyset) / \emptyset =$$

$$= 1 - 0.15(40 - 48) / 16 = 1,08 \Rightarrow \alpha_2 = 1$$



$$\alpha_3 = 1 \text{ – na strani sigurnosti}$$

$$\alpha_4 = 1$$

$$p = 0 \Rightarrow \alpha_5 = 1$$

Zadatak

- Prava šipka

$$\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 l_{b,rqd} = 1 \cdot 0.78 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 40.3 \cdot \emptyset =$$
$$= 31.4 \cdot \emptyset = 31.4 \cdot 16 = \mathbf{503 \text{ mm}}$$

$$0.7 \alpha_1 \alpha_4 l_{b,rqd} = 0.7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 40.3 \cdot \emptyset =$$
$$= 28.2 \cdot \emptyset = 28.2 \cdot 16 = \mathbf{451 \text{ mm}}$$

$$l_{b,min} = \max\{0.3 l_{b,rqd}; 10 \cdot \emptyset; 100 \text{ mm}\} =$$
$$= \max\{0.3 \cdot 40.3 \cdot 16; 10 \cdot 16; 100\} =$$
$$= \mathbf{193 \text{ mm}}$$

$$l_{bd} = \max\{503; 451; 193\} = \mathbf{503 \text{ mm}}$$

Usvojeno $l_{bd} = \mathbf{510 \text{ mm}}$

- Šipka sa kukom na kraju

$$\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 l_{b,rqd} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 40.3 \cdot \emptyset =$$
$$= 40.3 \cdot \emptyset = 40.3 \cdot 16 = \mathbf{645 \text{ mm}}$$

$$0.7 \alpha_1 \alpha_4 l_{b,rqd} = 0.7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 40.3 \cdot \emptyset =$$
$$= 28.2 \cdot \emptyset = 28.2 \cdot 16 = \mathbf{451 \text{ mm}}$$

$$l_{b,min} = \max\{0.3 l_{b,rqd}; 10 \cdot \emptyset; 100 \text{ mm}\} =$$
$$= \max\{0.3 \cdot 40.3 \cdot 16; 10 \cdot 16; 100\} =$$
$$= \mathbf{193 \text{ mm}}$$

$$l_{bd} = \max\{645; 451; 193\} = \mathbf{645 \text{ mm}}$$

Usvojeno $l_{bd} = \mathbf{650 \text{ mm}}$



Zadatak

- Kraći način:
- Mehaničke karakteristike materijala:

		Čvrstoća prijanjanja, f_{bd} [Mpa], i osnovna dužina ankerovanja, $l_{b,rqd}$ (umnožak prečnika ankerovane šipke, \emptyset)								
		Klasa betona								
		C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60	C55/67	\geq C60/75
f_{bd} [Mpa]	"dobri" uslovi prijanjanja	2.25	2.70	3.00	3.30	3.75	4.05	4.35	4.50	4.65
	"loši" uslovi prijanjanja	1.58	1.89	2.10	2.31	2.63	2.84	3.05	3.15	3.26
$l_{b,rqd}$	"dobri" uslovi prijanjanja	48	40	36	33	29	27	25	24	23
	"loši" uslovi prijanjanja	69	58	52	47	41	38	36	35	33

*Za napon u šipki usvojena je vrednost f_{yk}/γ_s , tj. 500/1.15 Mpa

**Vrednosti u tabeli važe za $\emptyset \leq 32$ mm. Za veće prečnike šipki vrednosti iz tabele treba pomnožiti sa $(140-\emptyset)/100$

- Dalji proračun koeficijenata α_i ostaje nepromenjen



Zadatak

- Najkraći način:

Dužina ankerovanja l_{bd} [cm] i dužina preklapanja, l_o [cm] u funkciji prečnika šipke											
Prečnik šipke zategnute armature											
Uslovi prijanjanja			Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø32
Dužina ankerovanja, l_{bd} [cm]	Drugi oblici osim pravih šipki	"dobri"	32	40	48	56	64	81	101	129	129
		"loši"	46	58	69	81	92	115	144	184	184
	Samo prave šipke	"dobri"	27	34	41	48	55	68	86	110	110
		"loši"	39	49	59	68	78	98	122	156	156
Dužina preklapanja, l_o [cm]	50% nastavka u jednom preseku	"dobri"	38	48	57	67	77	96	120	153	153
		"loši"	55	68	82	96	110	137	171	219	219
	>50% nastavka u jednom preseku	"dobri"	41	51	62	72	82	103	128	164	164
		"loši"	59	73	88	103	117	147	183	235	235

1) $\alpha_1=\alpha_3=\alpha_4=\alpha_5=1.0$. Ovi koeficijenti mogu biti <1.0 , videti tabelu 8.2, EN 1992

2) Za napon u šipki usvojena je vrednost f_{yk}/γ_s , tj. 500/1.15 Mpa

3) Vrednosti u tabeli date su za klasu betona C25/30

- “Tačnim” proračunom dobijena je vrednost 51 cm za slučaj pravih šipki, tj. 65 cm za slučaj ostalih oblika šipki.
- Razlika iznosi 7% i 1.5% respektivno.

