

Vrste čelika za armiranje

Betonski čelik - čisto gvožđe, ugljenik, primjese

GA - glatka armatura

GA 240/360

Granica razvlačenja-tečenja

$N/mm^2 = MPa$

Granica kidanja

$N/mm^2 = MPa$

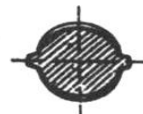
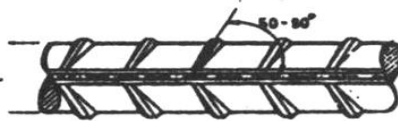
RA 400/500

RA – rebrasta armatura

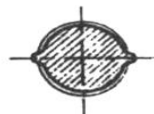
GA-240/360



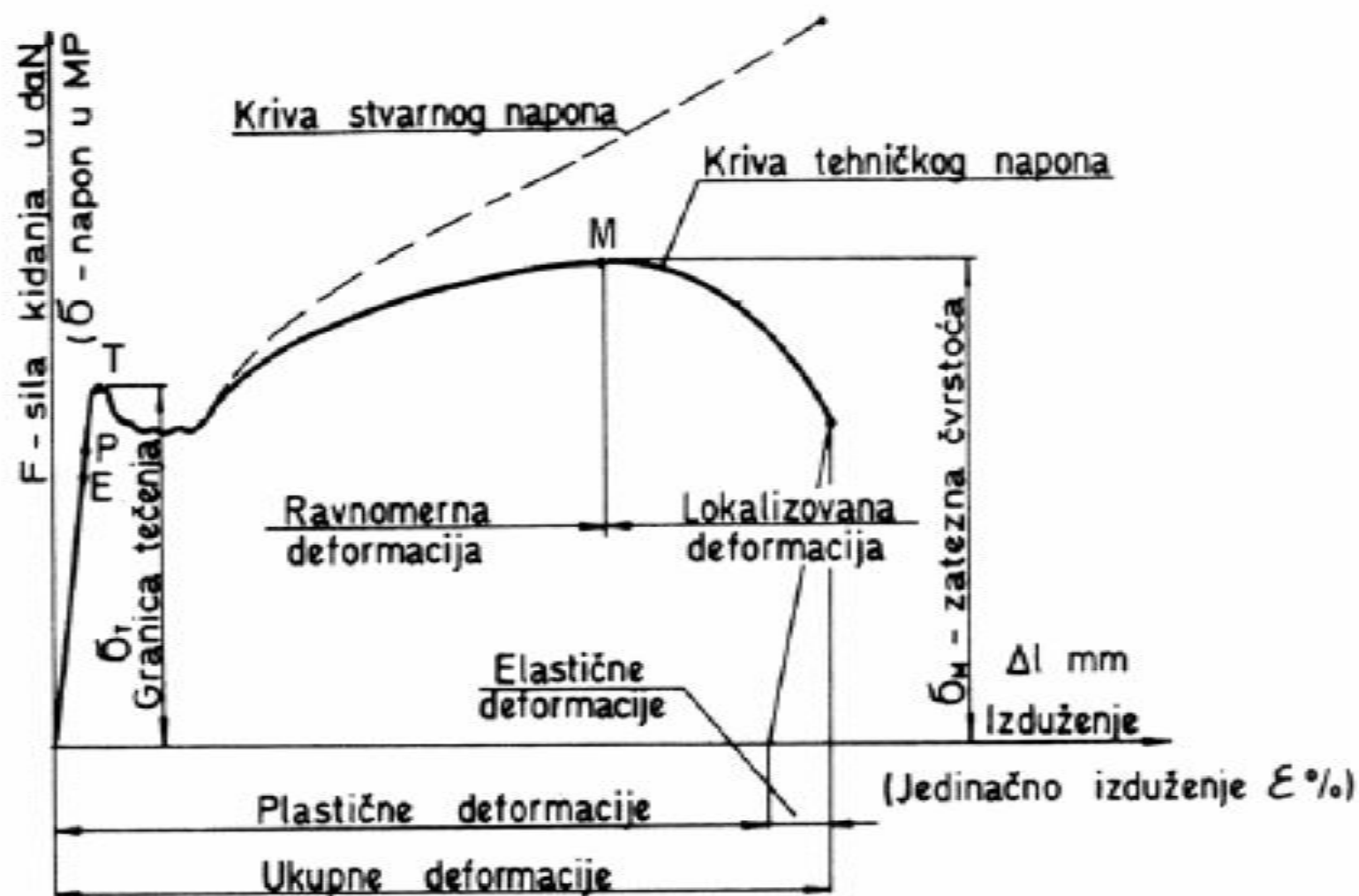
RA(ČBR) 500-2

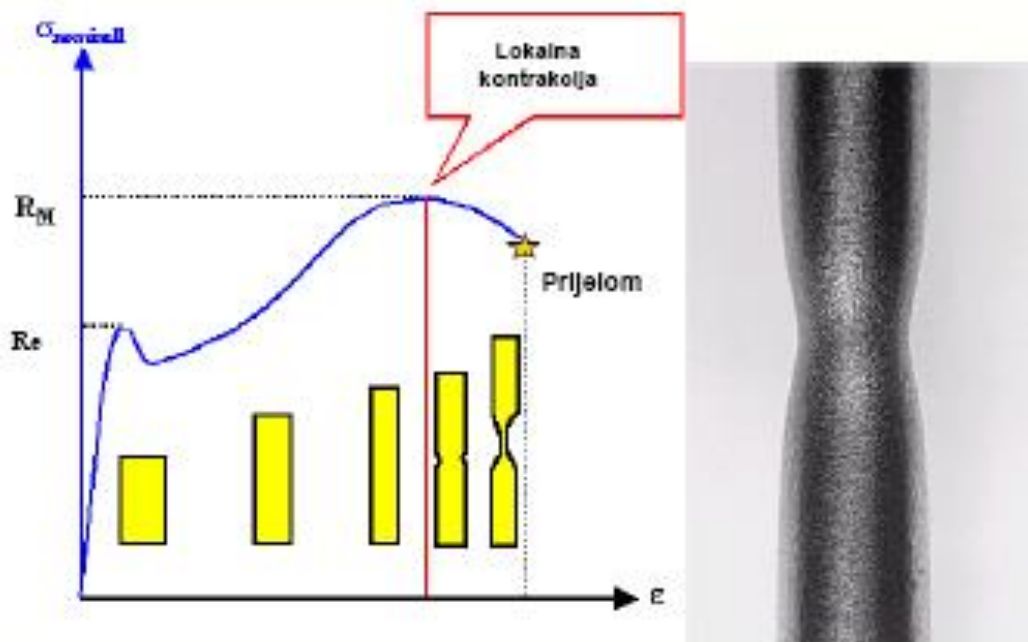


RA(CBR) 400/500-1



Glatki okrugli i rebrasti čelik za armaturu

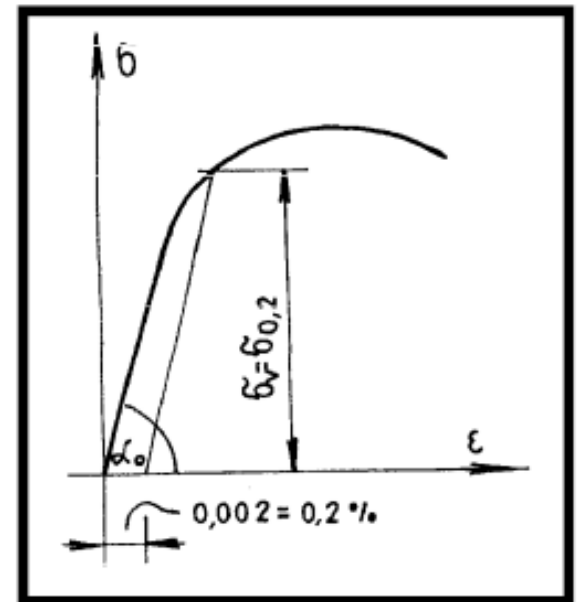




Za neke materijale kod kojih velika izduženja postoje, a teško je uočiti tačku "V", odnosno odrediti granicu " σ_v " uvodi se pojam uslovne ili konvencionalne granice velikih izduženja.

Ova granica obilježava se sa $\sigma_{0.2}$ i dobija se ako se usvoji da je zaostala deformacija 0.2%.

Kod MA i BiA armature granica izduženja (tečenja) nije jasno izražena, pa se određuje t.z. tehnička granica tečenja za deformacije od 0.2% i iznosi 500 MPa za MA, odnosno 680 MPa za BiA.



Stvarni i radni dijagram armature

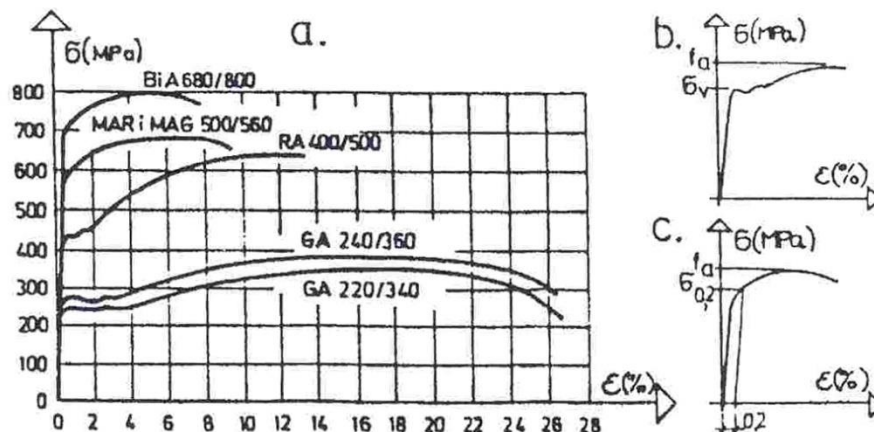
2.2. Celik za armiranje

2.2.1. Mehaničke i deformacijske osobine

2.2.1.1. Čvrstoća čelika - PBAB 87, član 68

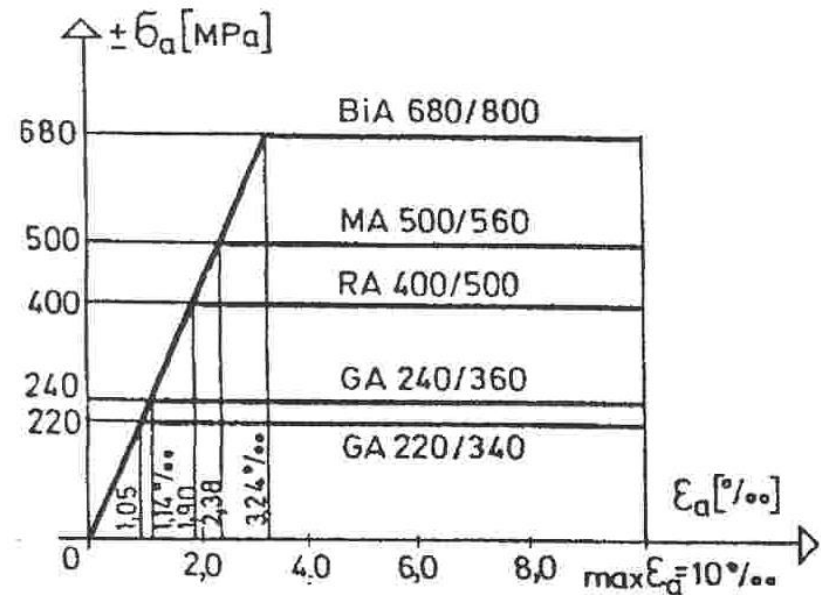
$$E_a \approx 200 \text{ GPa}$$

2.2.1.2. Radni dijagrami betonskih čelika



Stvarni dijagram

Radni dijagram armature,
prema PBAB-u '87



GA - glatka armatura

Prečnici glatke armature $\varnothing 5 - 40$ u većini evropskih zemalja danas se manje koriste (najčešće se koristi za uzengije)

GA- GLATKA ARMATURA											
Promjer u mm	Težina u kp/m	GA-240/360 broj šipki F=(cm ²)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	0.222	0.28	0.57	0.85	1.13	1.41	1.70	1.98	2.26	2.55	2.83
8	0.395	0.50	1.01	1.51	2.01	2.51	3.02	3.52	4.02	4.52	5.03
10	0.617	0.79	1.57	2.36	3.14	3.93	4.71	5.50	6.28	7.07	7.85
12	0.888	1.13	2.26	3.39	4.52	5.66	6.79	7.92	9.05	10.18	11.31
14	1.208	1.54	3.08	4.62	6.16	7.70	9.24	10.78	12.32	13.86	15.39
16	1.578	2.01	4.02	6.03	8.04	10.05	12.06	14.07	16.09	18.10	20.11
18	1.998	2.54	5.09	7.63	10.18	12.72	15.27	17.27	20.36	22.90	25.45
20	2.466	3.14	6.28	9.43	12.57	15.71	18.85	21.99	25.13	28.27	31.42
22	2.984	3.80	7.60	11.40	15.21	19.01	22.81	26.64	30.41	34.21	38.01
25	3.853	4.91	9.82	14.73	19.64	24.54	29.45	34.36	39.27	44.18	49.09
28	4.834	6.16	12.32	18.47	24.63	30.79	36.95	43.12	49.26	55.42	61.58
30	5.349	7.07	14.14	21.24	28.27	35.34	42.41	49.48	56.55	63.62	70.69
32	6.313	8.04	16.09	24.13	32.17	40.21	48.26	56.30	64.34	72.38	80.42
36	7.990	10.18	20.36	30.54	40.72	50.89	61.07	71.25	81.43	91.61	101.79
40	9.865	12.57	25.13	37.70	50.27	62.83	75.40	89.97	100.53	113.10	125.65

Armaturni prefabrikati

1. Mrežasta armatura

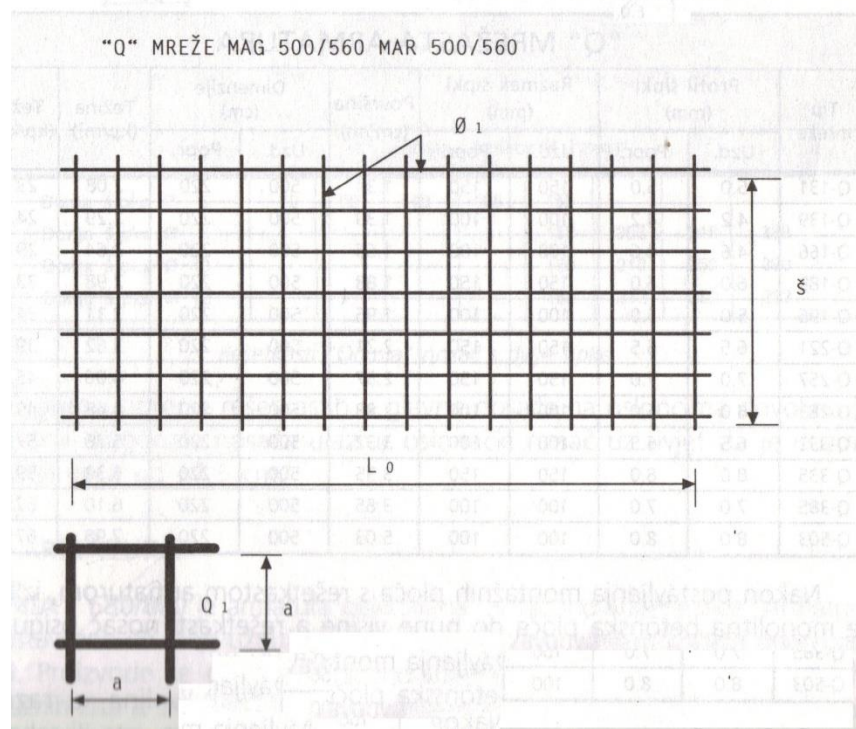
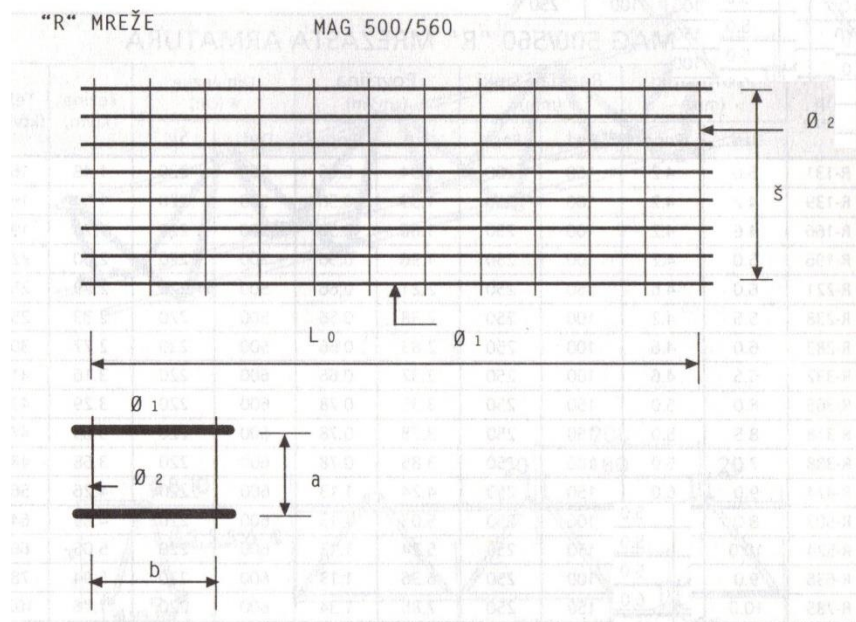
međusobno zavarene šipke
glatkog i rebrastog čelika

MAG 500/560

MAR 500/600

“ R ” mreže - nosiva armatura u
podužnom smjeru

“ Q ” mreže - isti prečnik profila
u oba smjera

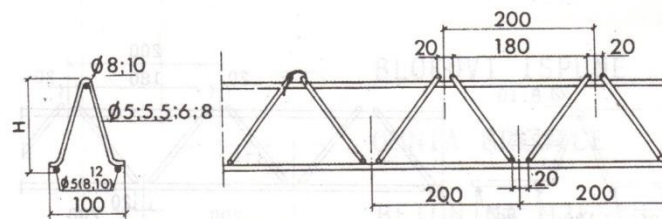


2. Armaturni nosači

- u donjoj zoni su šipke dvije šipke nosača i dodatne šipke, a u gornjoj zoni 1 šipka
- imaju oblik rešetkastog nosača
- gornji i donji pojas su povezani šipkama koje su tačkasto zavarene
- koriste se za izradu polumontažnih tavanica



*Armaturni nosač tipa
"Bihać"*



Pravila za armiranje (članovi 135-169 PBAB'87)

Izbor armature

Izbor prečnika armature i proja profila zavisi od:

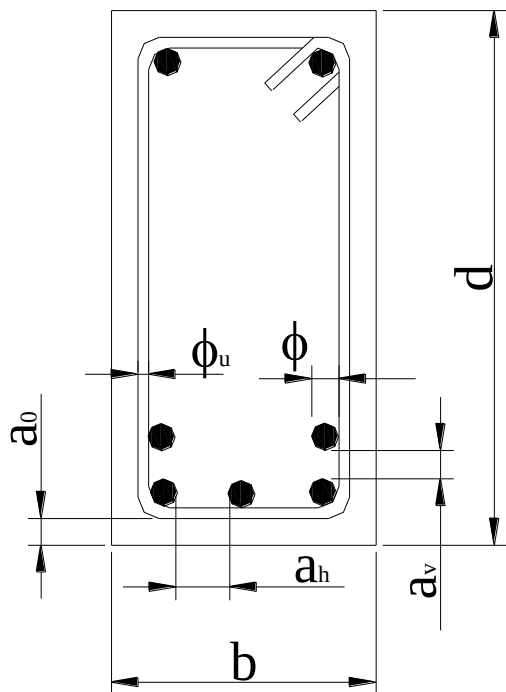
- graničnog stanja prslina;
- optimalnih uslova za izvođenje;
- obezbijeđenja dobrog prijanjanja,
- nosivosti presjeka.

Prečnik profila armature ϕ ne treba da bude veći od $b/10$ greda (gdje b je širina grede), odnosno $d_p/10$ ploče (gdje d_p je debljina ploče).

Za ϕ_a 32 mm trebalo bi da je širina elementa b veća od 12 ili 15 ϕ . Pogodan prečnik profila u gredama je $1/25$ do $1/35$ visine grede.

Izbor manjih profila armature ima za posljedicu:

- manje prsline;
- otežan smještaj armature;
- otežano ugrađivanje betona;
- manju otpornost armature na koroziju.



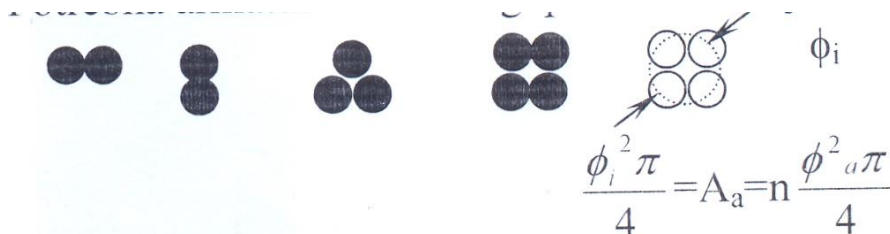
Armatura u presjeku mora biti raspoređena tako da :

$$a_v, a_h \geq \begin{matrix} 3,0 \text{ cm} \\ \phi (\phi_i) \\ 0.8 d_{\max}, \quad d_{\max}=3,2 \text{ cm} \end{matrix}$$

Slobodani razmak između šipki odmjerava se od stvarnih spoljašnjih kontura profila u presjeku.

U sve djelove elementa mora se obezbijediti prolazak igle pervibratora, rastojanje između profila armature u određenoj zoni mora biti veće od 5 cm.

Potrebna armatura može se gupisati u svežnjeve .

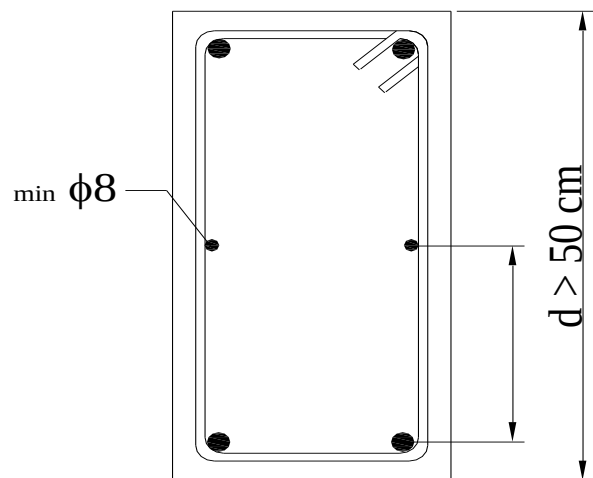


zamjenjujući prečnik profila je $\phi_i = \phi_a \sqrt{n}$

Maksimalan zamjenjujući prečnik svežnja je $\max \phi_i = 44 \text{ mm}$.

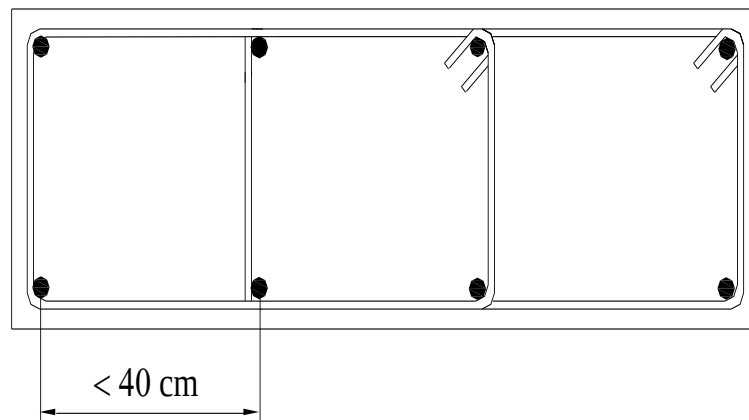
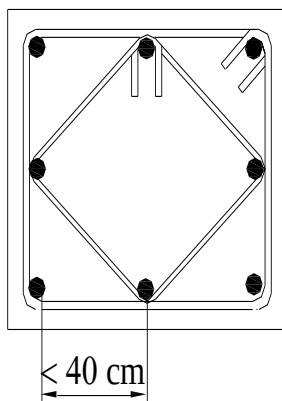
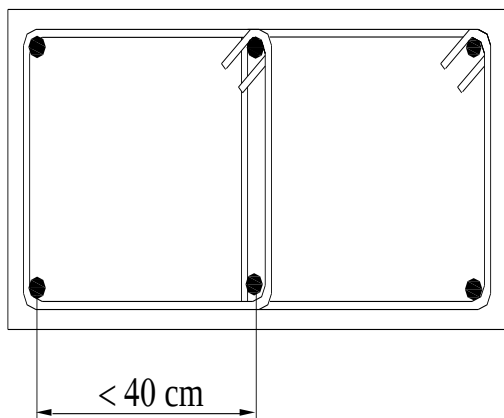
Najveći prečnici pojedinačnih profila u svežnju su:

- $\phi 32$ za svežanj od dva profila
- $\phi 25$ za svežanj od tri profila
- $\phi 22$ za svežanj od četiri profila.

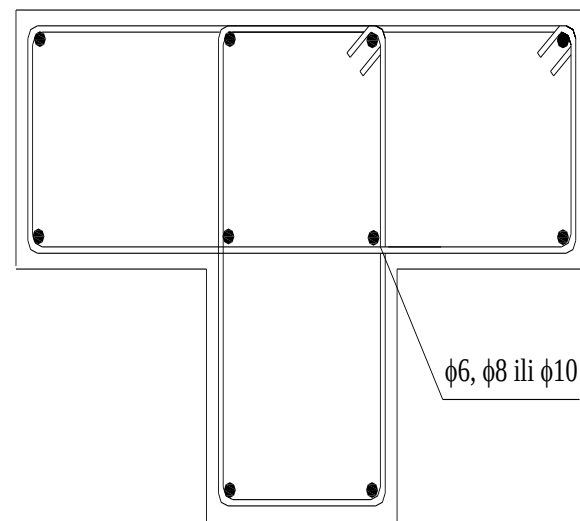
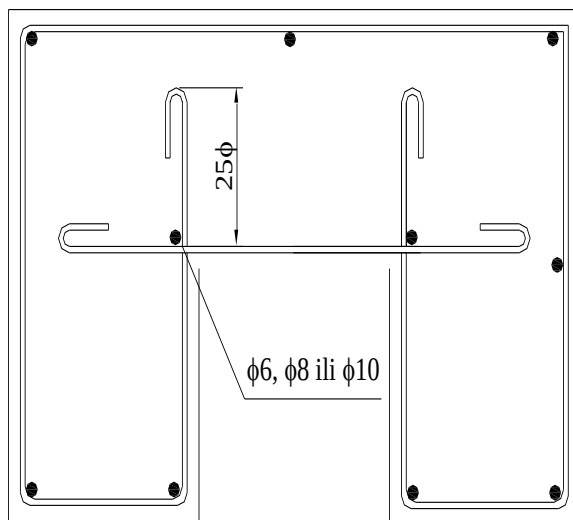
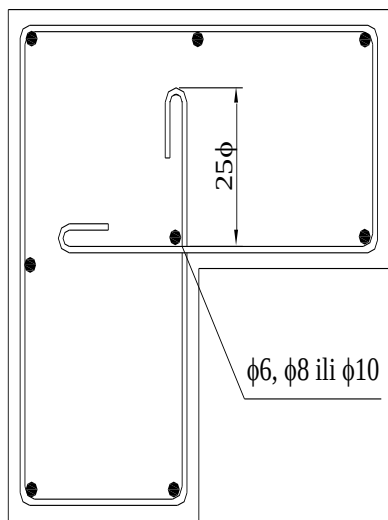


Na bočnim stranama greda i greda "T" presjeka čija visina je viša od 50 cm rastojanje podužnih šipki armature može iznositi najviše 30 cm. Prečnik te armature mora iznositi najmanje $\phi_0 = 8 \text{ mm}$.

Razmak podužne armature u stubovima ne smije iznositi više od 40 cm.



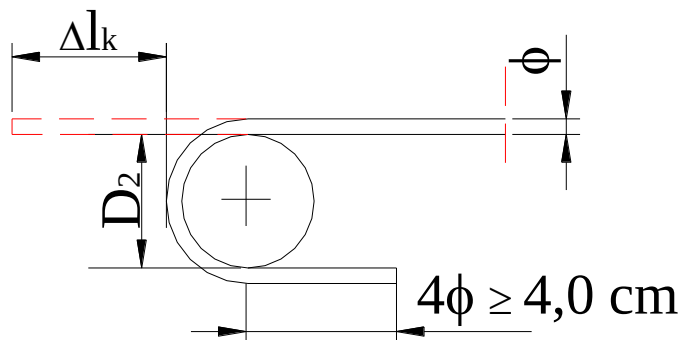
Ako su presjeci razučeni uzengija se mora prekinuti i usidriti u stub. Na mjestima ukrštanja krajeva uzengija postavljaju se montažne šipke prečnika $\phi 6$, $\phi 8$ ili $\phi 10$.



Oblikovanje armature (članovi 139 - 147 PBAB'87)

Oblikovanje kuka

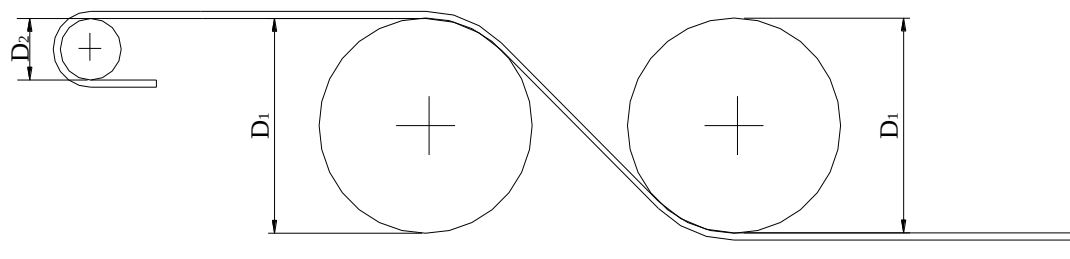
Za **GA**



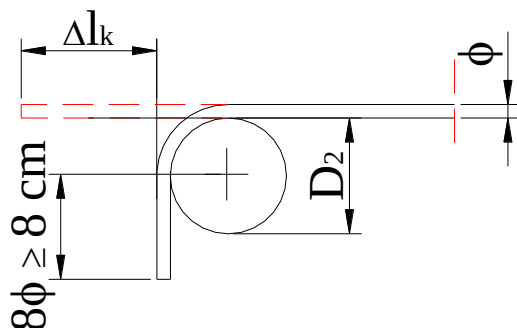
$$D_1 = 15\phi$$

$$D_2 = \begin{cases} 6\phi & \text{za } \phi \leq 20 \\ 8\phi & \text{za } \phi > 20 \end{cases}$$

$$\Delta l_k = \begin{cases} 7\phi + 4,0 \text{ cm} & \text{za } \phi \leq 10 \\ 11\phi & \text{za } 10 \leq \phi \leq 20 \\ 13\phi & \text{za } \phi > 20 \end{cases}$$



Za **RA**



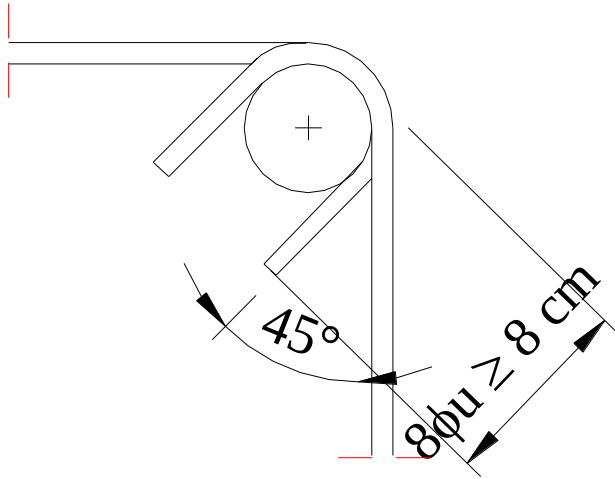
$$D_1 = 15\phi$$

$$D_2 = 10\phi$$

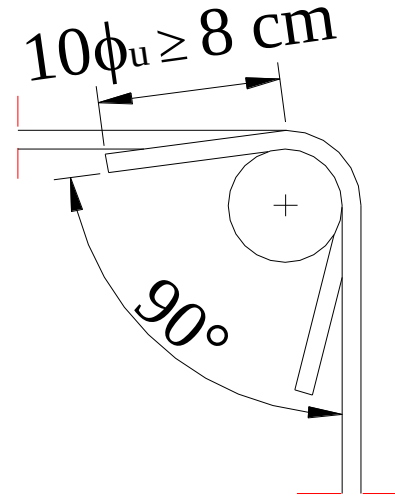
$$\Delta l_k = \begin{cases} 3\phi + 8,0 \text{ cm} & \text{za } \phi \leq 10 \\ 11\phi & \text{za } \phi \geq 10 \end{cases}$$

Uzengije

od GA



od RA



Minimalni prečnik uzengije je $\phi_u 6$.

Najveći prečnici armature koji se koriste za uzengije su: za GA $\phi 16$, za RA $\phi 12$;

Prečnik šipke uzengije, po pravilu, iznosi 6 mm, ako je prečnik glavne armature $< \phi 20$;

Za profile $\phi > 20$, uzengije su $\phi_u 8$;

Sidrenje armature (članovi 148 - 159 PBAB'87)

Profili: GA i RA

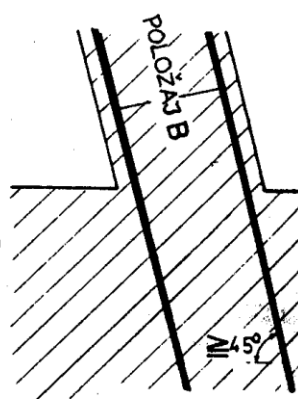
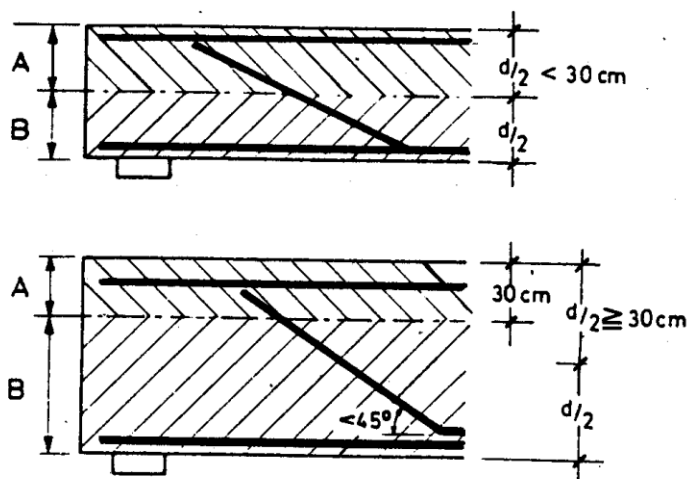
Sidrenje predstavlja nastavljjanje armature za određenu dužinu, dalje od presjeka u kojem armatura prestaje da bude potrebna za prijem uticaja.

Armatura se sidri:

- pravo
- kukom
- petljom
- zavarenim poprečnim šipkama



Dužina sidrenja zavisi od: položaja armature u presjeku, tj. od uslova athezije, vrste čelika, marke betona, prečnika profila armature. Zona B predstavlja zonu dobre athezije, za razliku od zone A gdje se smatra da ovi uslovi nisu obezbijedjeni.



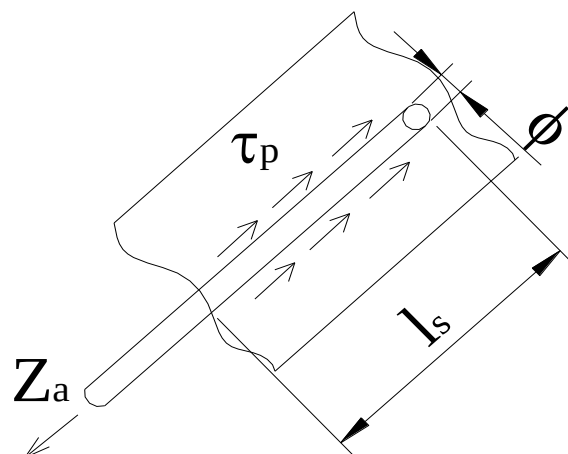
Sve šipke, nagnute prema horizontali pod uglom većim od 45° , smatra se da su ankerovane u zoni dobre athezije B.

U zoni loše athezije naponi prijanjanja se umanjuju za $1/3$.

Naponi prijanjanja τ_p (MPa), (tabela 25, član 149. PBAB'87)

vrsta čelika	marka betona MB					
	15	20	30	40	50	60
GA	0,6	0,67	0,76	0,85	0,92	0,98
RA	1,2	1,4	1,75	2,10	2,45	2,80

Dužina sidrenja l_s pravog dijela bez kuke za GA i RA određuje se izrazom:



$$\phi \pi \tau_p \gamma_u l = Z_a = \frac{\phi^2 \pi}{4} \sigma_v \implies l_s = \frac{\phi \sigma_v}{4 \tau_p \gamma_u}$$

Efektivna dužina sidrenja zavisi od tipa usidrenja i stvarnog (efektivnog) napona u armaturi

$$l_{s(ef)} = \alpha l_s \chi \frac{\sigma_{a(ef)}}{\sigma_a} \quad l_{s', \min} = 0,5 l_s \geq 10 \phi \geq 15 \text{ cm}$$

- α $\alpha=1$ za sidrenje pravih šipki bez kuke napregnutih na pritisak ili zatezanje i pritisnutih šipki sa kukom;
- $\alpha=2/3$ za zategnutu šipku sa kukom;
- $\sigma_{a(ef)}$ - naponi koji odgovaraju dejstvima u eksploataciji;
- σ_a - dopušteni naponi u armaturi tabela 23. član 124

$$l_{s(ef)} = \alpha l_s \times \frac{\sigma_{a(ef)}}{\sigma_a}$$

$$l_s, \min = 0,5l_s \geq 10 \phi \geq 15 \text{ cm}$$

Tabela 23. Dopušteni naponi u armaturi (u MPa)

Vrsta armature		Oblasti primene		Dopušteni naponi u armaturi σ_a (u MPa)
Glatka armatura GA 220/340	$\phi 5$ do $\phi 12$	za stubove, grede i ploče		125
		stubovi grede		160
	$\phi 5$ do $\phi 12$	ploče $d \leq 12 \text{ cm}$		180
		ploče $d > 12 \text{ cm}$		180
Glatka armatura GA 240/360	$\phi 5$ do $\phi 12$	stubovi grede		140
		ploče $d \leq 12 \text{ cm}$		160
	$\phi 14$ do $\phi 36$	ploče $d \leq 12 \text{ cm}$		160
		ploče $d > 12 \text{ cm}$		160
Rebrasta armatura RA 400/500	MB 20 do MB 30	stubovi grede		220
		ploče $d \leq 12 \text{ cm}$		240
		ploče $d > 12 \text{ cm}$		240
	MB > 30	stubovi grede		240
		ploče $d \leq 12 \text{ cm}$		260
		ploče $d > 12 \text{ cm}$		260
Zavarene armaturne mreže od glatke žice MAG 500/560	MB 20 do MB 30	grede		240
		ploče $d \leq 12 \text{ cm}$		260
	MB > 30	grede		260
		ploče $d \leq 12 \text{ cm}$		280

Ako je $\phi > 16\text{mm}$ na dužini $l_{s(ef)}$ postavljaju se uzengije koje prihvataju 20% sile u podužnoj armaturi;

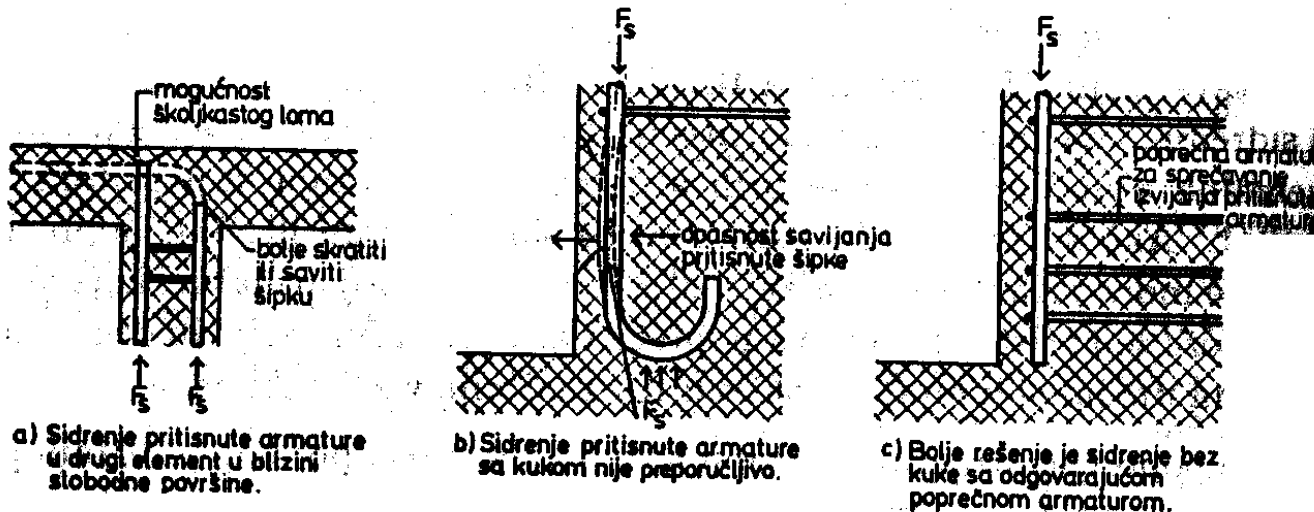
Za šipke u svežnju dužina sidrenja se uvećava: 1.2 puta za dvije šipke u svežnju, 1.3 puta za tri šipke u svežnju, 1.4 puta za četiri šipke u svežnju.

Po pravilu šipke iz svežnaj terba raspletati. Na jednom mjestu, iz svežnja, sidre se najviše dvije šipke;

Glatka zategnuta armatura sidri se obavezno sa kukom;

Rebrasta zategnuta armatura sidri se pravo ili sa kukom pod pravim uglom.

Pritisnuta i GA i RA sidre se bez kuke.



Dužina i uslovi sidrenja mreža, MA

Tabela 26. Dužina i uslovi sidrenja šipki armature MA od glatkih i orebrenih žica

Dvostruke žice	Jednostruke žice	Uslovi adhezije	Najmanja dužina sidrenja (u cm)	Najmanji broj poprečnih žica (čvorova) na dužini usidrenja	
			za MAG i MAR	MAG	MAR
$\phi \leq 8,5$	$\phi \leq 12$	dobri	≥ 25	3	2
		lošiji	≥ 35	3	3
$8,5 < \phi \leq 12$		dobri	35	4	3
		lošiji	45	5	4

Uz uslov iz tabele treba da je ispunjen i uslov:

- da rastojanje od kraja podužne žice do prve poprečne žice je veće od 2.5 cm;
- da razmak poprečnih žica bude veći ili jednak 5 cm.

Sidrenje mrežaste armature, kod ploča, koje na mjestu oslanjanja imaju slobodne oslonce, tipa serklaža ili greda, vrši se tako da bar jedna poprečna šipka leži na 5 cm od ivice serklaža ili grede.