

2.05-201: Betonske konstrukcije 1

Razrada detalja armiranja

izv. prof. dr. sc. Ivan Kraus
ikraus@gfos.hr



Sveučilišni prijediplomski studij Građevinarstvo
Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

- 1) Pokrivanje momentnog dijagrama
- 2) Armiranje greda
- 3) Armiranje stupova
- 4) Spoj stup-greda (čvor)
- 5) Armiranje ploča
- 6) Armiranje zidova
- 7) Armiranje zidnih nosača (visokostjenih nosača)
- 8) Armaturni nacrti i iskaz armature

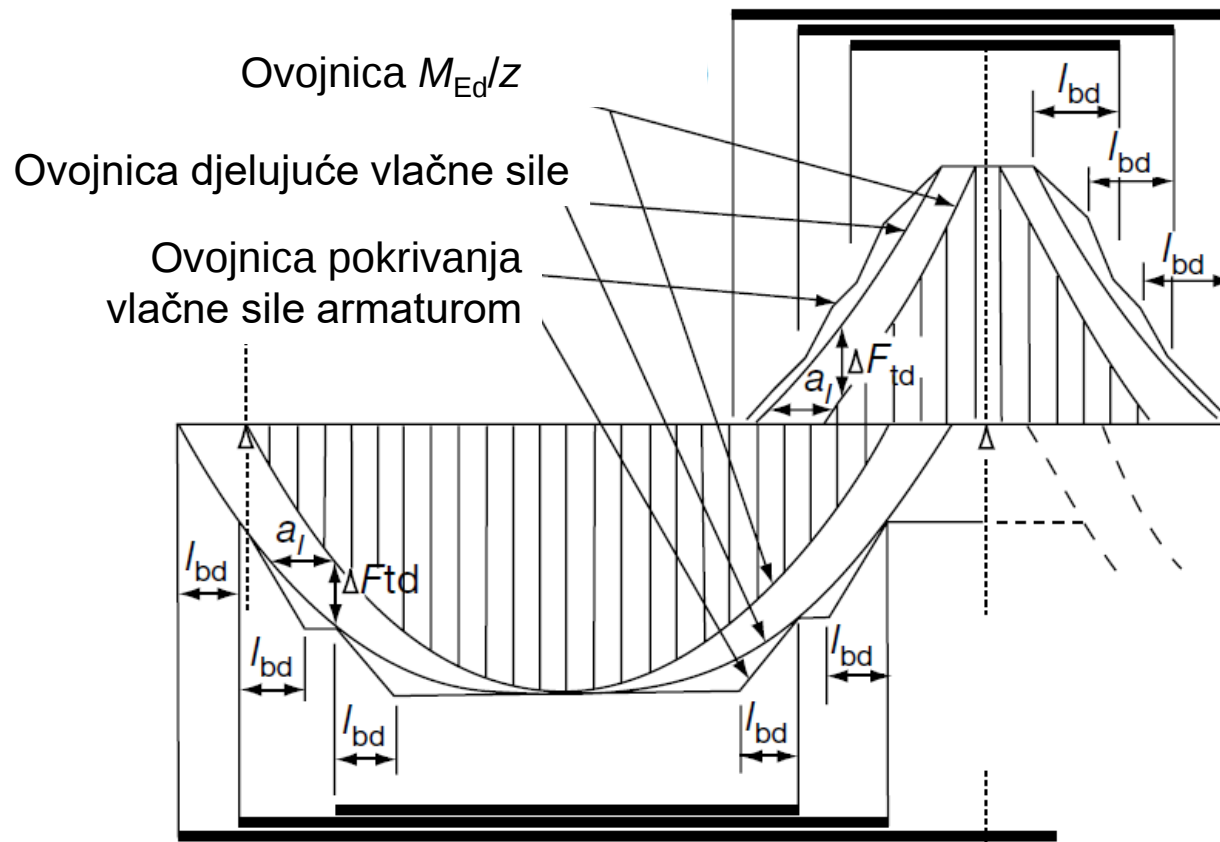
Ishodi učenja

- 1) Objasniti postupak pokrivanja momentnog dijagrama
- 2) Ilustrirati i opisati detalje armiranja greda
- 3) Ilustrirati i opisati detalje armiranja stupova
- 4) Ilustrirati i opisati detalje armiranja čvorova u betonskim konstrukcijama
- 5) Ilustrirati i opisati detalje armiranja ploča
- 6) Ilustrirati i opisati detalje armiranja zidova
- 7) Ilustrirati i opisati detalje armiranja zidnih nosača
- 8) Demonstrirati i opisati što treba sadržavati armaturni nacrt i iskaz armature

Pokrivanje momentnog dijagrama (4)

Pokrivanje momentnog dijagrama

Po ovojnici djelujuće vlačne sile treba predvidjeti dovoljnu ploštinu armature za nosivost u svim presejcima, uključujući i učinak nagnutih pukotina u hrptovima i pojasnicama.



Pokrivanje momentnog dijagrama

Vlačne sile se mogu odrediti na sljedeći način:

$$F_{td} = \frac{M_{Ed}}{Z} + \Delta F_{td}$$

No, vlačne sile treba odabrati tako da ne budu veće od sljedeće vrijednosti:

$$F_{td,max} = \frac{M_{Ed,max}}{Z}$$

gdje je:

$M_{Ed,max}$ najveći proračunski moment savijanja uzduž grede.

ΔF_{td} dodatna vlačna sila

Pokrivanje momentnog dijagrama

Za elemente **s poprečnom armaturom** dodatnu vlačnu silu treba proračunati na sljedeći način:

$$\Delta F_{td} = 0,5 \cdot V_{Ed} \cdot (\cot \theta - \cot \alpha)$$

gdje je:

θ kut između betonskog tlačnog štapa i osi grede okomito na poprečnu silu

α kut između poprečne armature i osi grede

$\cot \theta = 1,2$ za čisto savijanje i savijanje s tlačnom osnom silom

$\cot 45^\circ = 1$

$\cot 90^\circ = 0$

Pokrivanje momentnog dijagrama

Sljedeće pravilo pomaka je dopušteno uzeti kao alternativu za elemente s **poprečnom armaturom**, gdje je:

$$a_l = \frac{Z}{2} \cdot (\cot \theta - \cot \alpha)$$

Za elemente **bez poprečne armature** smije se ΔF_{td} procijeniti pomičući momentni dijagram za razmak $a_l = d$.

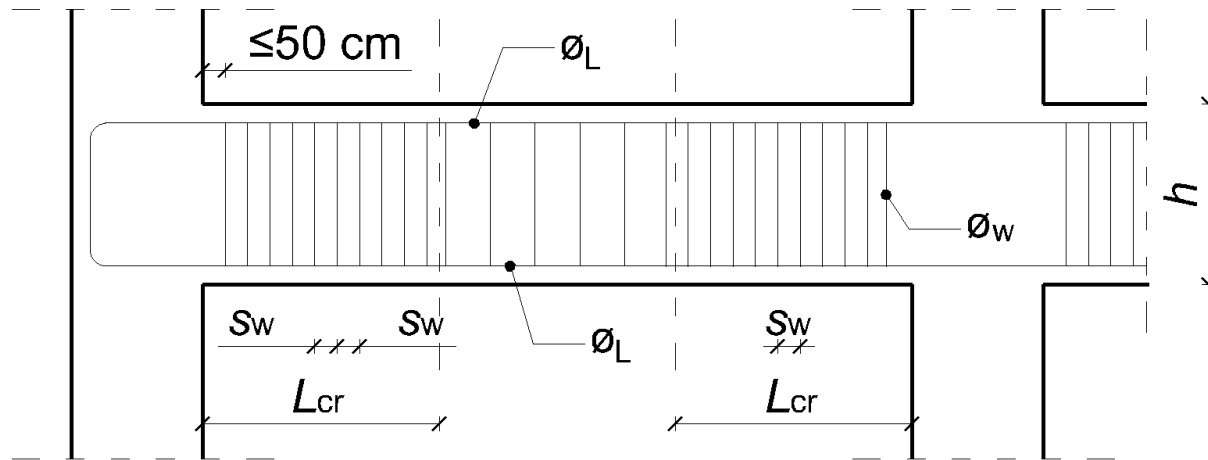
Za proračun uzdužne armature u području raspucanom zbog savijanja liniju M_{Ed} treba **pomaknuti** za razmak $a_l = d$ u nepovoljnijem smjeru.

Armiranje greda (5)

Armiranje greda

Prva spona od ruba ležaja udaljena 25 cm, no ne više od 50 cm.

Krajevi greda su **kritična područja** (mjesto formiranja plastičnih zglobova).



Armiranje greda

Između armaturnih šipki **mora biti dovoljno prostora za ugradnju betona.**

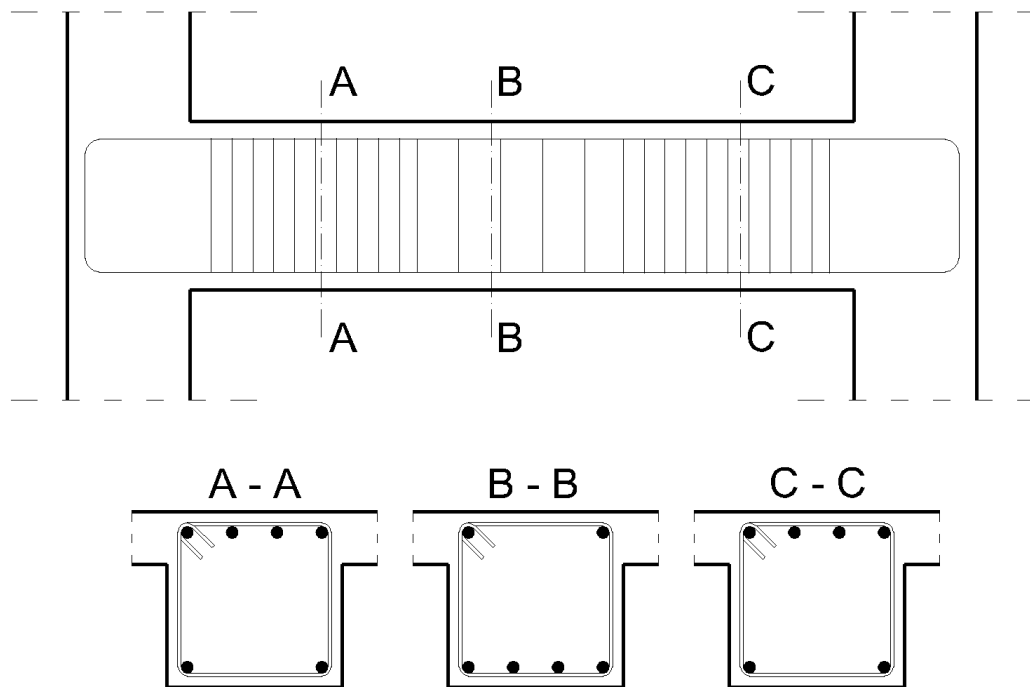
Razmaci spona su različiti **u sredini raspona i na pri ležaju.**

U kritičnom području spone se postavljaju vrlo gusto.



Armiranje greda

Primjer armiranja poste grede T poprečnog presjeka:

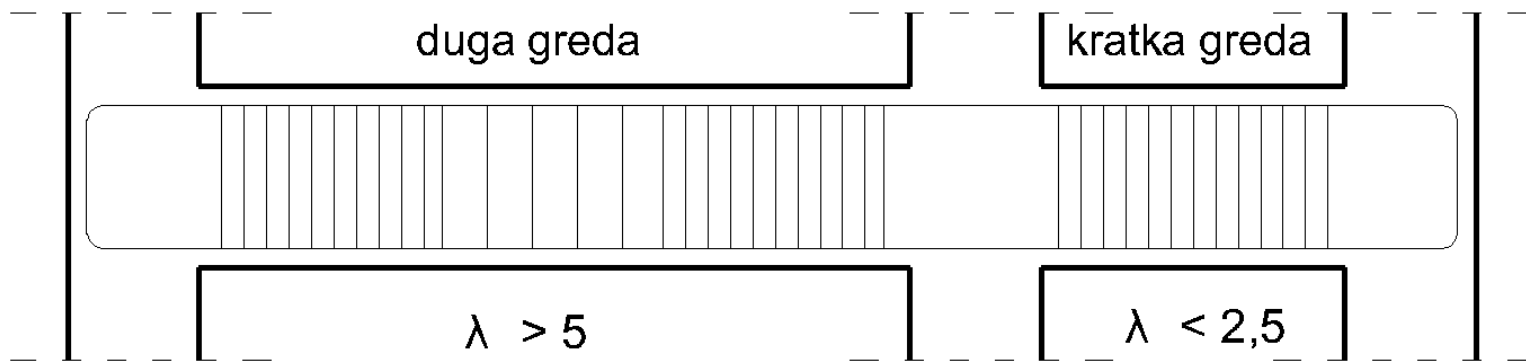


Armiranje greda

Duge i kratke grede se različito armiraju!

Vitkost grede se određuje pomoću sljedećeg izraza:

$$\lambda = \frac{L}{h}$$



Armiranje greda

Svojstvo	HRN EN 1992	HRN EN 1998 (DCM i DCH)
l_{cr}	h	$2h$
$\varnothing_{w,min}$	6 mm	8 mm
$s_{w,max}$	30 cm	$\max \{h/4; 24\varnothing_w; 5\varnothing_L; 150 \text{ mm}\}$
$\rho_{1,max}$	4 %	$0,15\% + (0,35 \cdot f_{ck} \cdot \rho_2) / (f_{yd} \cdot \rho_1)$
$\rho_{1,min}$	$0,022 \cdot (f_{ck} / f_{yd})$	$0,022 \cdot (f_{ck} / f_{yd})$

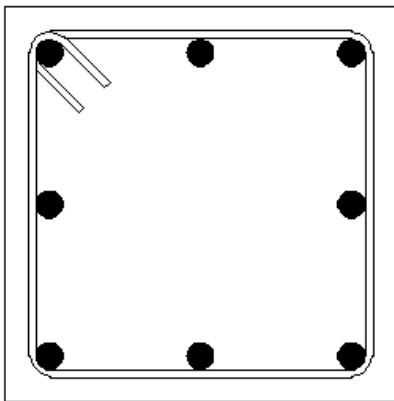
Svu uzdužnu **tlačnu armaturu** promjera $\varnothing$, koja sudjeluje u nosivosti, treba prihvatiti poprečnom armaturom (sponama) na razmaku ne većem od $15\varnothing$.

Armiranje stupova (7)

Armiranje stupova

Stupovi se **jednoliko po obodu** armiraju uzdužnom armaturom koja se proteže duž osi elementa.

Uzdužnu i poprečnu armaturu stupova treba **voditi od temelja do vrha građevine**, a **preklapanje** je najbolje (OPREZNO!) izvoditi **na polovicama visine stupova**.



Armiranje stupova

Najmanji **promjer uzdužne armature** koja se ugrađuje u stup je 12 mm, a najmanji **promjer spona** koja se ugrađuju u stup je 6 mm.

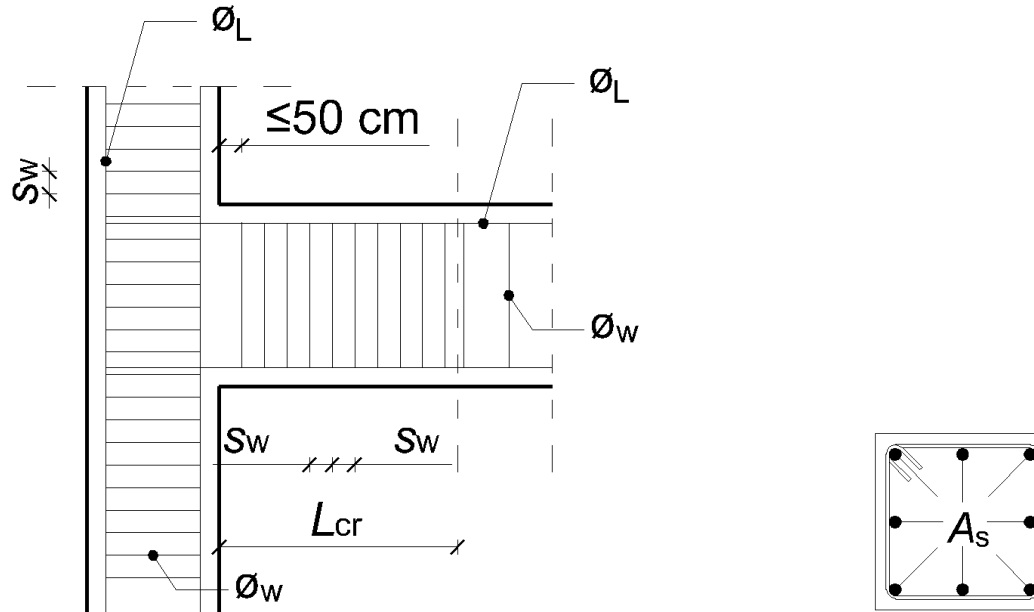
Spone:

- 1) „drže” beton na okupu
- 2) nose na poprečne sile
- 3) osiguravaju duktilnost

Najmanji razmak između šipki je **4 cm**, a **najveći razmak** između šipki je **30 cm**.

Armiranje stupova

Armatura stupa uvijek ima **prednost** prolaska kroz čvor!



U stupovima načelno nema vlačne i tlačne zone jer **stup može preuzimati sile iz svih horizontalnih smjerova**.

Armiranje stupova

Svojstvo	HRN EN 1992	HRN EN 1998
l_{cr}	$\max \{h_c; L_c/6; 450 \text{ mm}\}$	$\max \{1,5h_c; L_c/5; 600 \text{ mm}\}$
$\varnothing_{w,min}$	6 mm	$0,4\varnothing_L \cdot (f_{ck}/f_{yd})^{1/2}$
$s_{w,max}$ (u l_{cr})	$\min \{b/2; 9\varnothing_L; 200 \text{ mm}\}$	$\min \{b/4; 5\varnothing_L; 100 \text{ mm}\}$
$\rho_{1,max}$	4 %	-
$\rho_{1,min}$	$\max \{0,15 \cdot (N_{Sd}/f_{yd}); 3\% A_c\}$	-

U potresnim područjima i u drugim slučajevima mogućeg cikličkog djelovanja opterećenja je **iznimno važan razmak spona te njihov profil kako bi na okupu držao uzdužnu nosivu armaturu.**

Minimalni razmak spona mora biti takav da spriječi izvijanje uzdužne armature.

Armiranje stupova

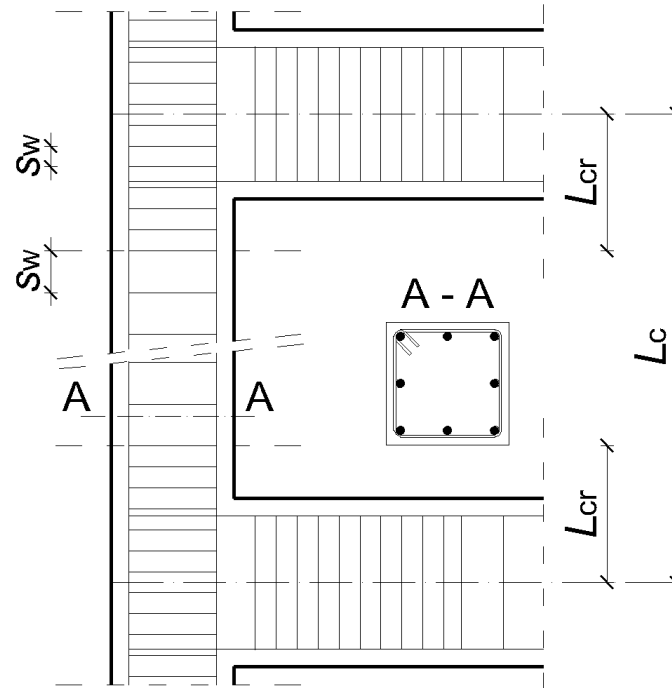
Za stupove koji preuzimaju potresne sile, poželjno je **armaturne šipke preklapati u polovici visine između katova**, ali tako da se ne preklapa sve na istome mjestu.

Poprečnu **armaturu stupa treba voditi u temelj i kroz čvor** (mjesto spoja grede i stupa).

Razmak poprečne armature stupa se pri vrhu i podnožju stupa smanjuje (progušćivanje spona u kritičnim područjima elemenata).

Armiranje stupova

Primjer armiranog stupa:



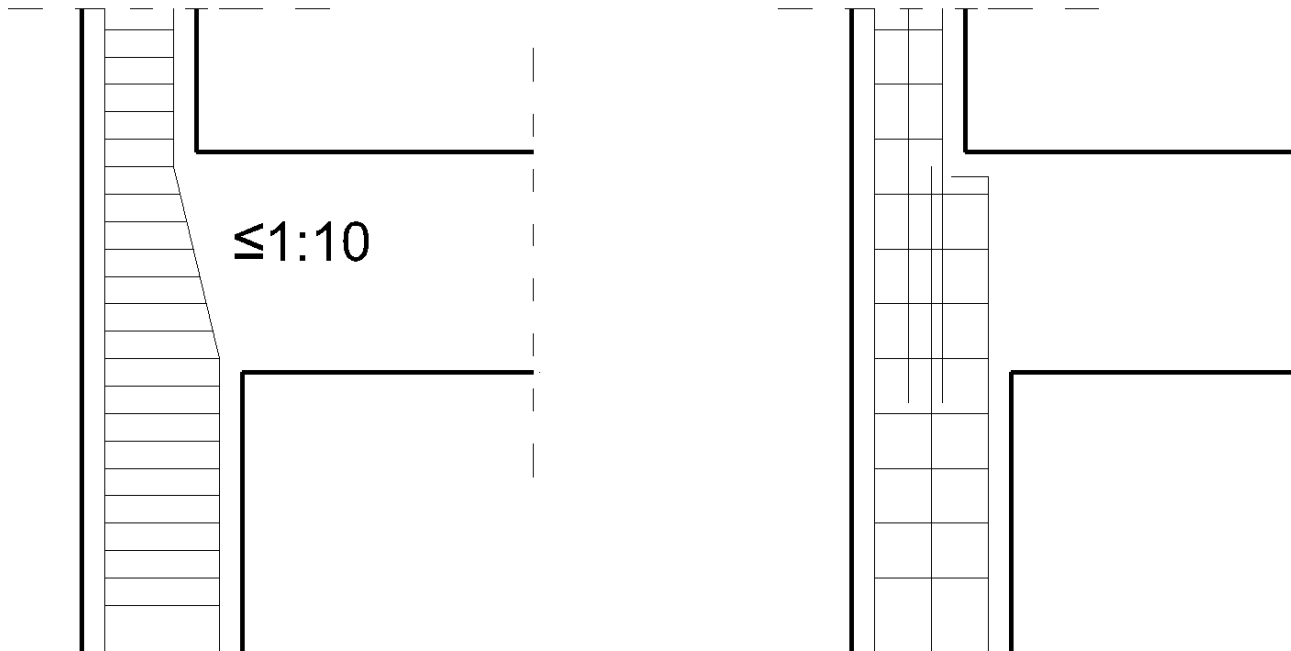
Načini armiranja:

- a) klasični: uzdužna armatura + spone
- b) utegnuti: uzdužna armatura + spiralna poprečna armatura

Armiranje stupova

Ako je presjek gornjeg stupa manjih dimenzija od presjeka donjeg stupa, uzdužnu armaturu treba povijati tako da se prilagodi obliku stupa.

Dva načina armiranja stupa pri promjeni širine poprečnog presjeka:



Spoj stup-greda
(čvor)
(4)

Spoj stup-greda (čvor)

Čvor:

- a) karakteristično mjesto okvirne konstrukcije gdje se **sastaju greda i stup**.
- b) služi kao **mjesto za sidrenje armature**
- c) pretpostavlja se kao **beskonačno kruto mjesto** u konstrukciji

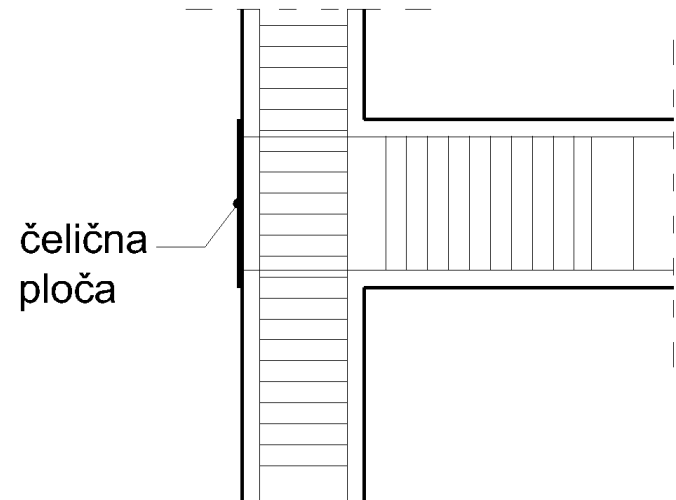
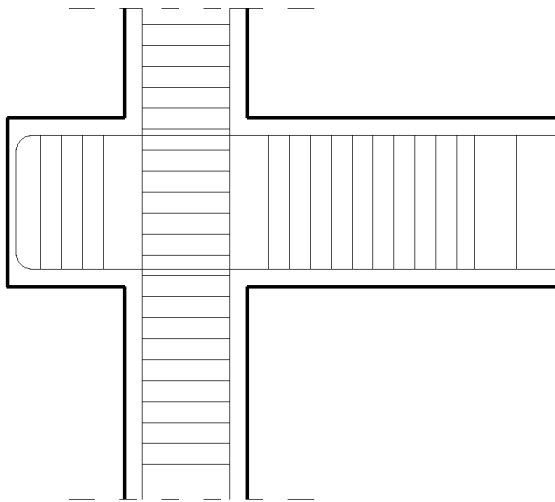
Čvorovi:

- a) portalni
- b) rubni
- c) srednji

Spoj stup-greda (čvor)

Elementi analize čvora:

- a) uzdužna armatura stupa i grede prolazi kroz čvor
- b) poprečna armatura stupa prolazi kroz čvor

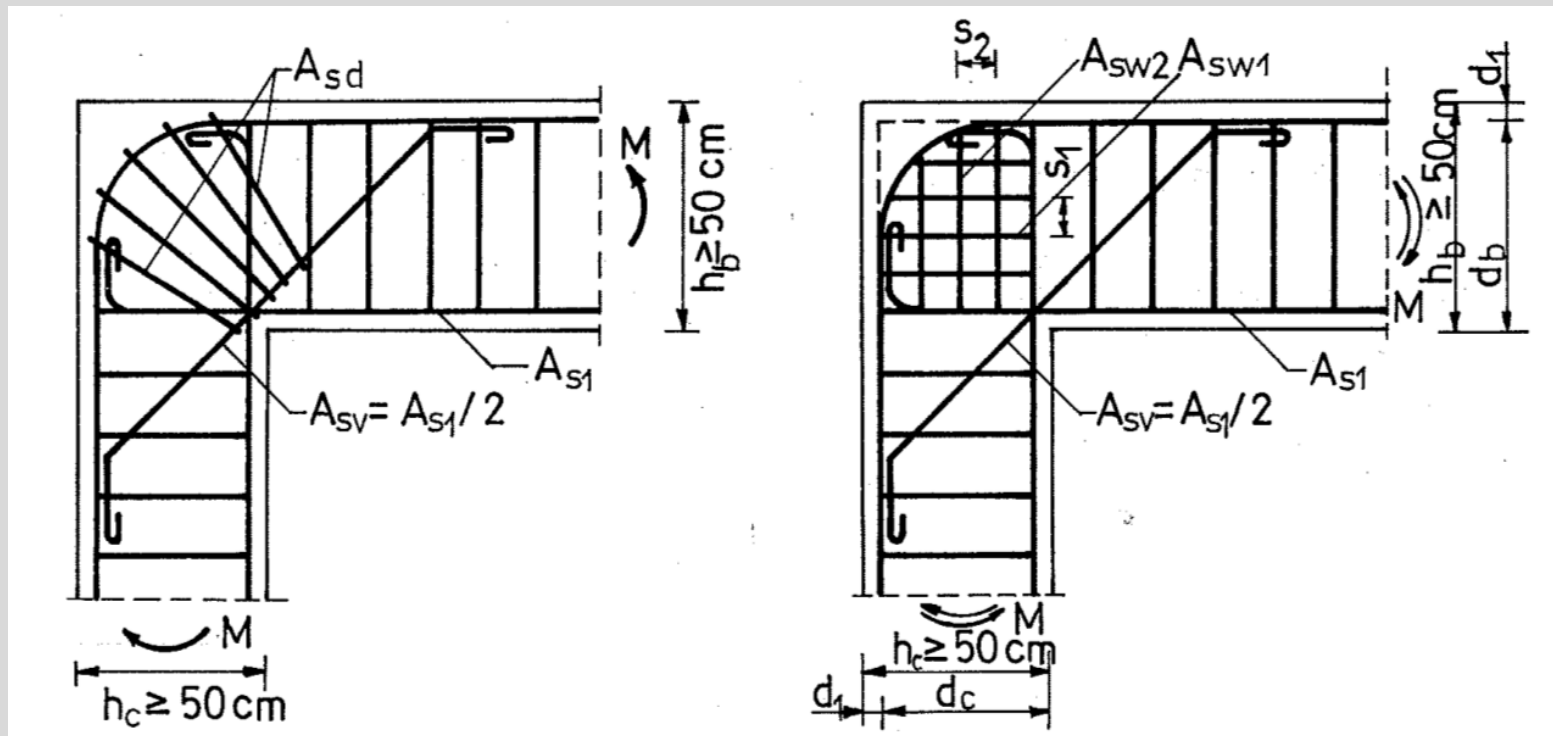


Potrebno oblikovati armaturu tako da se rezultanta šalje u čvor!

Spoj stup-greda (čvor)

Primjer:

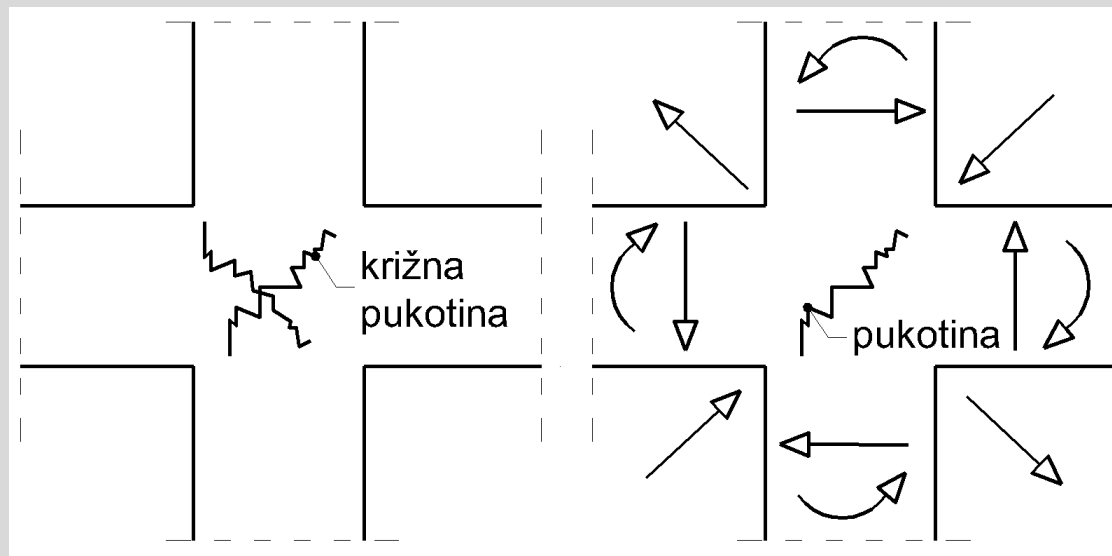
Armiranje čvora za **statičko** djelovanje (lijevo) i **cikličko** djelovanje (desno)



Spoj stup-greda (čvor)

Potrebno je provjeriti posmičnu nosivost betona zbog **moćućeg nastanka križnih** (dijagonalnih) **pukotina pri djelovanju cikličkog opterećenja**.

Čvor ne smije doživjeti slom uslijed prekoračenja glavnih vlačnih naprezanja.



U svakome čvoru postoji vlačna i tlačna rezultanta sila.

Armiranje ploča (10)

Potrebno je poštovati pravila najmanje ($A_{s,min}$) i najveće ($A_{s,max}$) ploštine armature kako bi se:

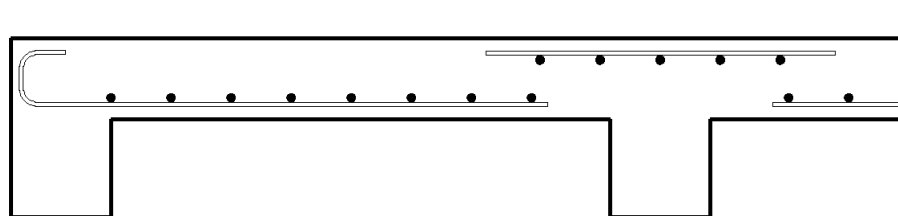
- 1) spriječio krhki slom
- 2) spriječile široke pukotine
- 3) oduprlo silama koje nastaju zbog onemogućenog deformiranja

Dominantno opterećenje je okomito na ravninu ploče pa su stoga **ploče dominantno opterećene na savijanje.**

Armiranje ploča

Prema preporuci HRN EN 1992, kod slobodno oslonjenih ploča najmanje **polovicu proračunske armature iz polja treba provesti do oslonca i tamo sidriti.**

U monolitnoj gradnji, čak i ako je pretpostavljeno slobodno oslanjanje, **armaturu presjeka nad osloncem treba produžiti u polje najmanje za $1/5$ (tj. 20 %) raspona** mjereno od lica oslonca. Gornju armaturu (preko unutarnjih oslonaca) nije dopušteno nastavljati nego mora biti u jednome komadu.



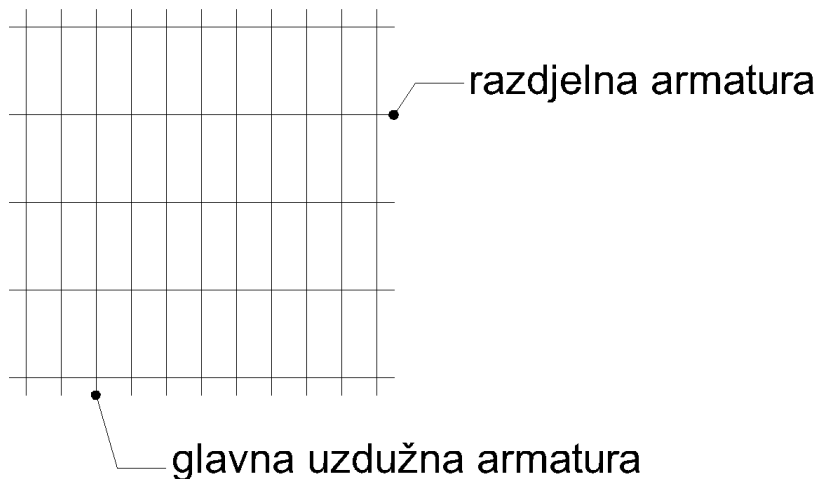
Armiranje ploča

Mreža je unaprijed pripremljena armatura od zavarene razdjelne i nosive armature.

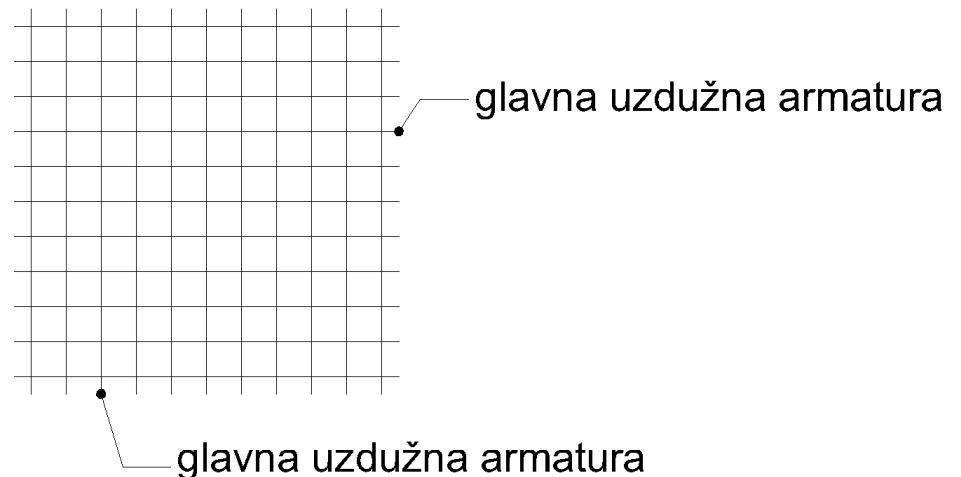
Ako je razmak nosive armature manji od razdjelne, riječ je o mreži tipa R.

Mreže tipa Q imaju jednaki razmak između šipki uzdužne i razdjelne armature.

R mreža



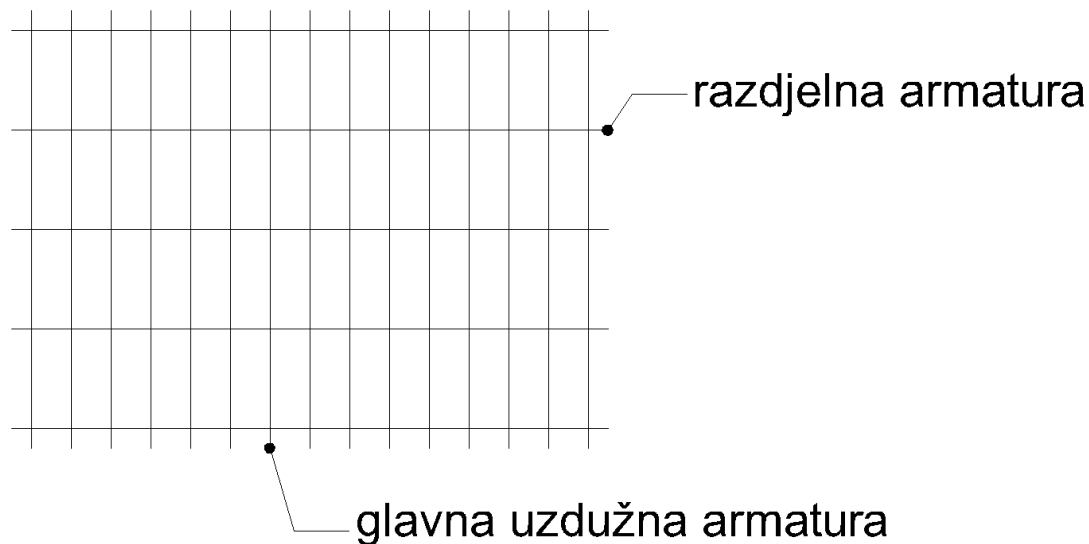
Q mreža



Armiranje ploča

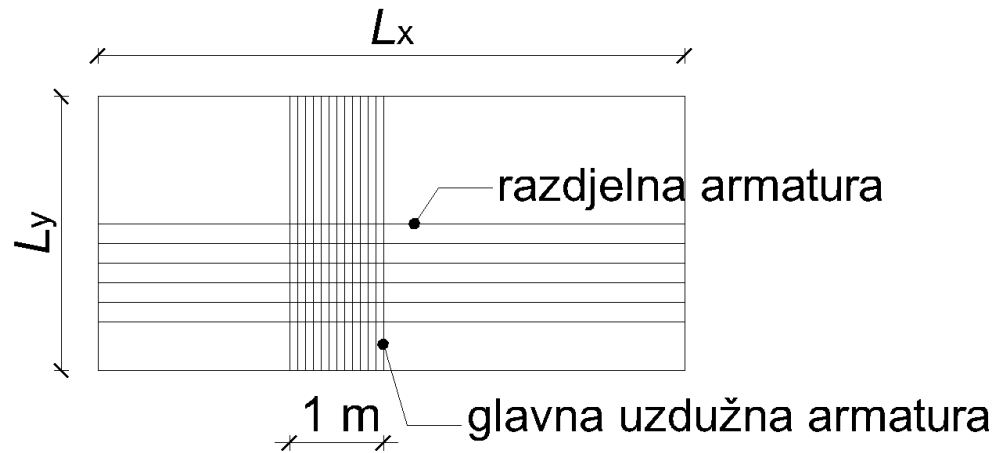
Tumačenje oznaka mreže na primjeru oznake R-532:

Ako se broj 532 podijeli sa 100, dobije se količina od 5,32 cm² glavne uzdužne armature po 1 metru širine (tj. 5,32 cm²/m).

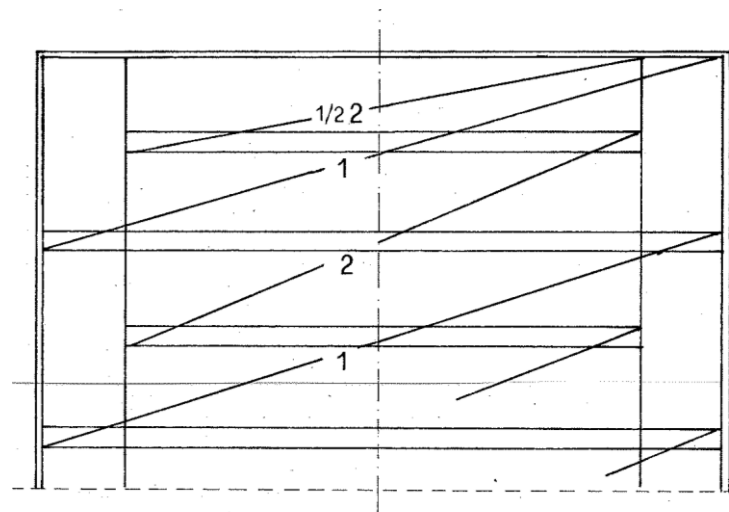


Armiranje ploča

Ploče nosive u jednom smjeru (omjer stranica između 0,5 i 2)



Pozicije armaturnih mreža u ploči nosivoj u jednome smjeru

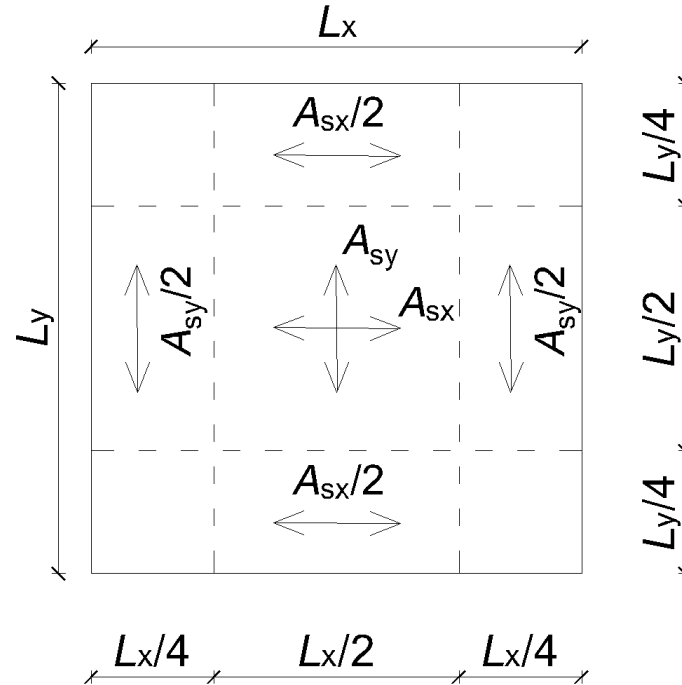


Ploče nosive u dva smjera (omjer duže u odnosu na kraću stranicu je veći od 2)

Za ploče nosive u dva smjera posebno se crta **nacrt armature donje zone** i posebno **nacrt armature gornje zone**.

Armiranje ploča

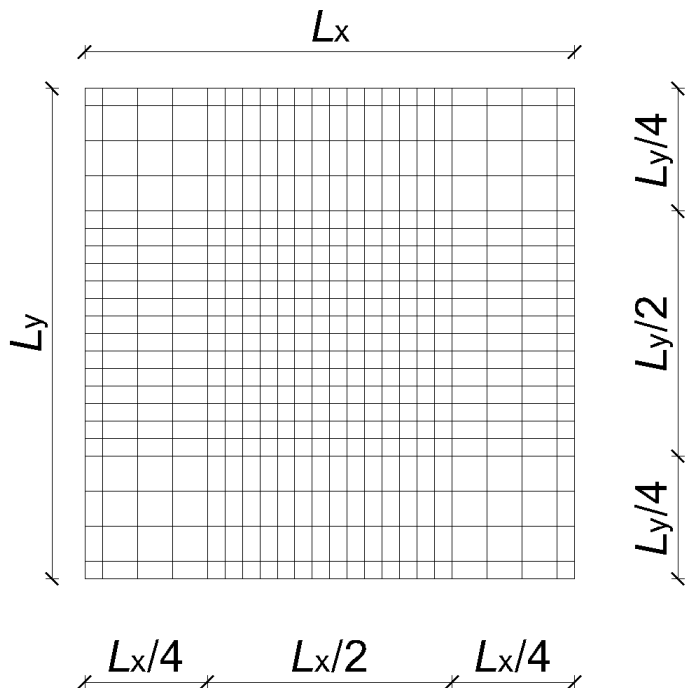
U donjoj zoni ploče samo se **u središnjim trakama** širine $L_x/2$ i $L_y/2$ ugrađuje **puna količina** armature ($A_{s1,x}$ i $A_{s1,y}$), a **u rubnim trakama dvostruko manje**.



Armiranje ploča

Donja zona ploče nosive u dva smjera:

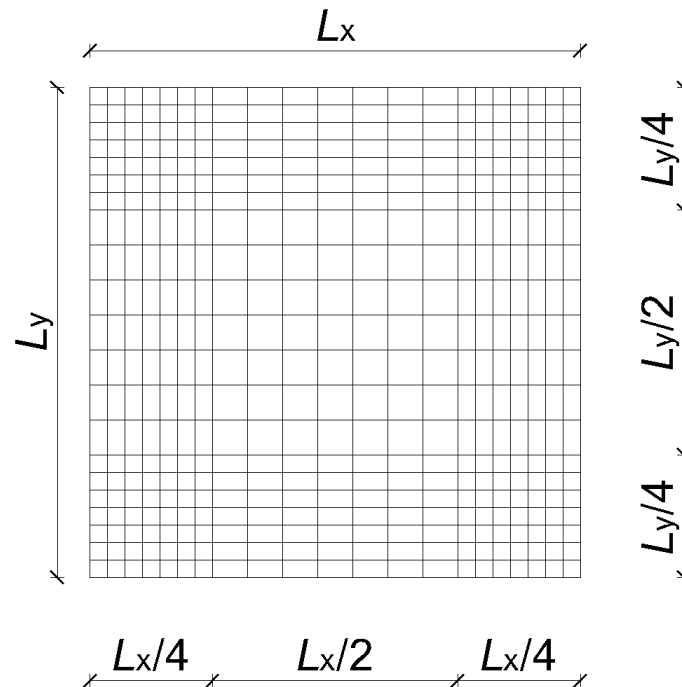
- a) srednji dio se najgušće armira
- b) u rubnim dijelovima se postavlja znatno manje armature (često dvostruko manje u odnosu na središnji dio)



Armiranje ploča

Gornja zona ploče nosive u dva smjera:

- a) u rubove se smješta $A_{s1,x}/2$, odnosno $A_{s1,y}/2$.
- b) armatura se u uglove postavlja kako bi se spriječilo izvijanje pri vertikalnom opterećenju.

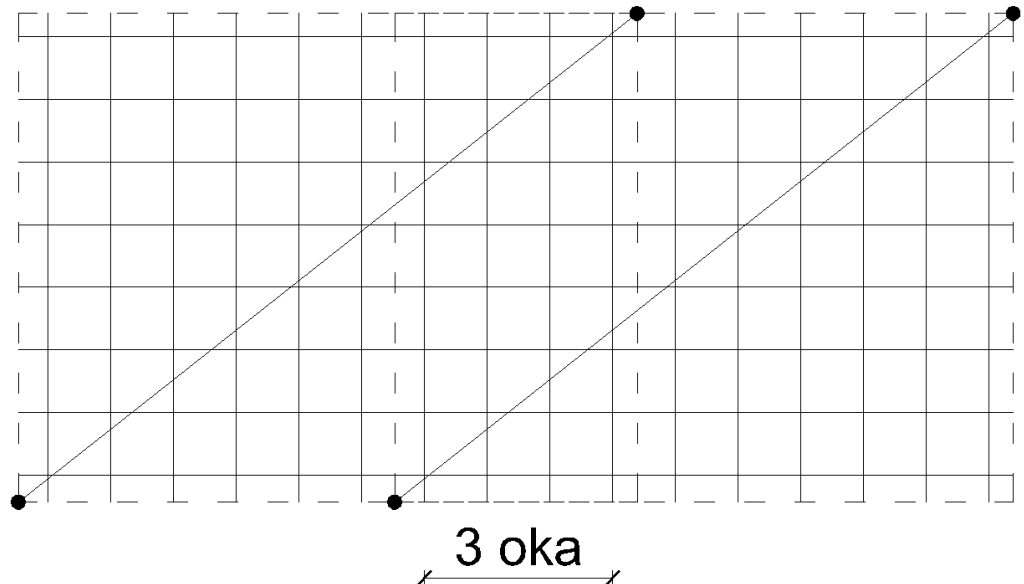


Armiranje ploča

Za tlocrt veći od 6 m,
potrebno je preklapati
mreže

**Preklop mora biti
najmanje u dužini od 3
oka!**

Mreže se **nikada** ne slažu
jedna uz drugu bez
preklopa!

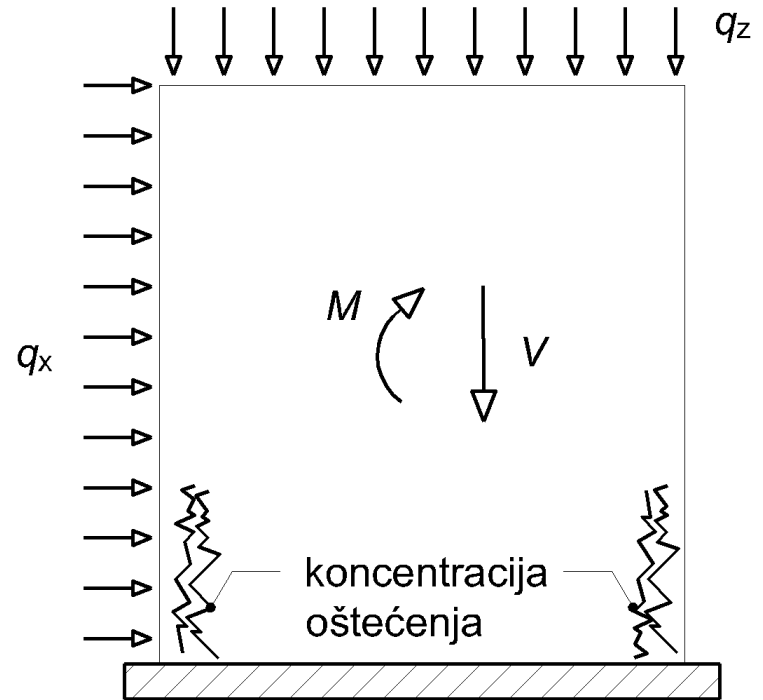


Armiranje zidova (7)

Armiranje zidova

Osnovne karakteristike zida:

- a) kontinuirano upet po cijeloj dužini na donjem i gornjem rubu
- b) preuzima opterećenje od momenata savijanja te uzdužno i horizontalno opterećenje u ravnini
- c) najmanja debljina zida izvedenog na gradilištu je 12 cm



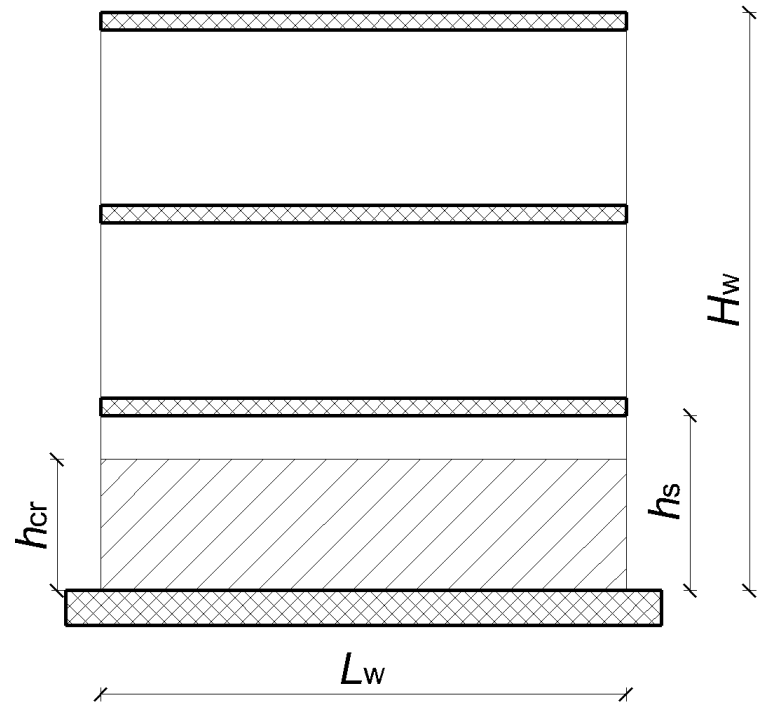
Armiranje zidova

Najmanja debljina zida koji preuzima potresne
sile može se odrediti na sljedeći način:

$$b_{w0} = \max \begin{cases} 150 \text{ mm} \\ \frac{h_s}{20} \end{cases}$$

gdje je:

h_s svjetla visina kata



Armiranje zidova

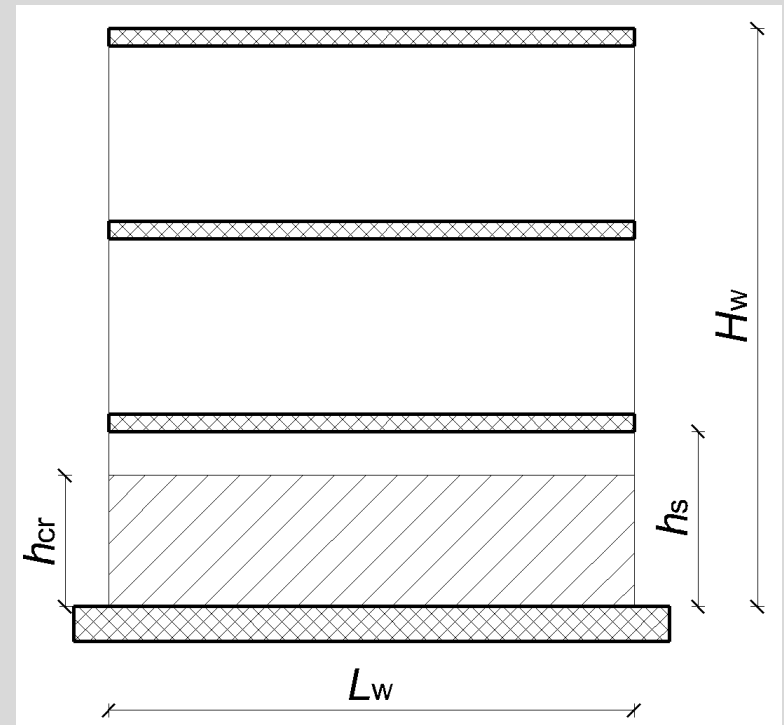
Određivanje **kritičnih područja** zida:

$$h_{cr} = \max \left\{ \begin{array}{l} l_w \\ \frac{H_w}{6} \end{array} \right.$$

ali

$$h_{cr} \leq \min \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot l_w \\ \begin{cases} h_s \text{ za } n \leq 6 \text{ katova} \\ 2 \cdot h_s \text{ za } n \geq 7 \text{ katova} \end{cases} \end{array} \right.$$

gdje je h_s svjetla visina kata



Armiranje zidova

Ploština vertikalne armature $A_{s,v}$ treba biti između $A_{s,vmin}$ i $A_{s,vmax}$.

Preporučene vrijednosti su:

$$A_{s,vmin} = 0,002A_c$$

$$A_{s,vmax} = 0,040A_c$$

Od ukupne ploštine vertikalne armature treba **polovicu postaviti uz jedno, a polovicu uz drugo lice zida.**

Horizontalni razmak dviju susjednih vertikalnih šipki, u smjeru duljine zida, ne smije prelaziti trostruku debljinu zida ($3b_{w0}$) ili 400 mm, a mjerodavna je manja vrijednost.

Armiranje zidova

Horizontalna armatura se postavlja uz oba lica zida, **bliže površini zida nego vertikalna armatura**.

Najmanja ploština presjeka horizontalne se može odrediti na sljedeći način:

$$A_{s,h\min} = \max \begin{cases} 0,25 \cdot A_{s,v} \\ 0,001 \cdot A_c \end{cases}$$

Vertikalni razmak između dviju susjednih horizontalnih šipki ne smije biti veći od 400 mm



Armiranje zidova

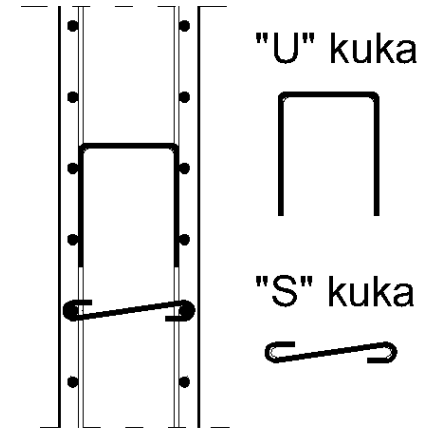
Poprečna armatura zidova povezuje armaturu jednog i drugog lica kroz debljinu zida.

U svim dijelovima zida u kojima ukupna ploština vertikalne armature premašuje vrijednost:

$$A_{s,v} = 0,02A_c$$

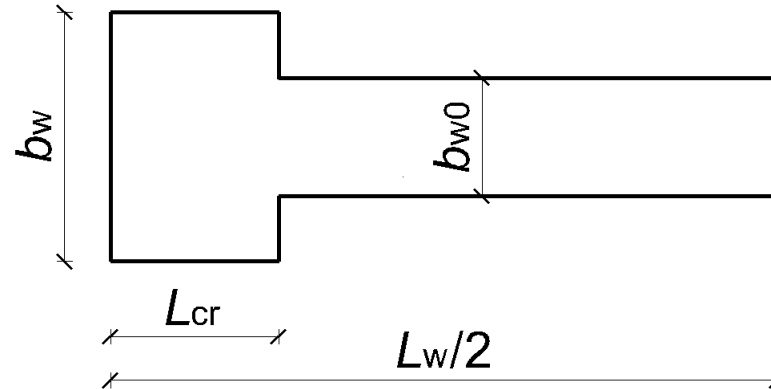
treba predvidjeti poprečnu armaturu u obliku „U” spona i „S” kuka.

Razmak poprečnih spona u oba smjera je 50 cm, što iznosi najmanje **4 spona po m² zida.**

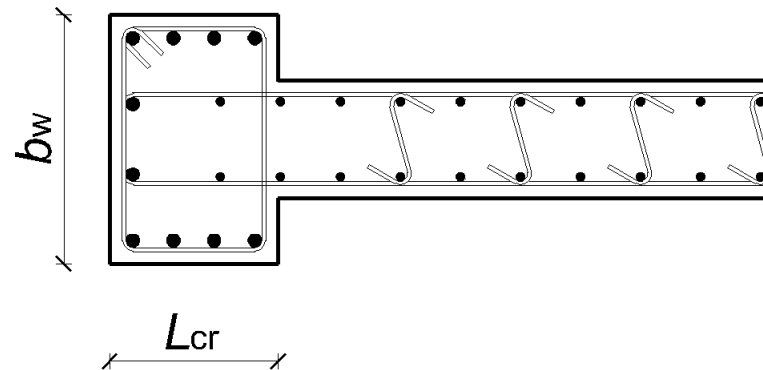


Armiranje zidova

Pojačavanje uglova zida:



Armiranje zida:



Armiranje zidnih nosača (visokostjenih nosača) (3)

Armiranje zidnih nosača

Zidni nosači su:

- a) ravninski nosači opterećeni u svojoj ravnini
- b) visina h je jednaka polovici raspona L (**$h = 0,5 L$**)
- c) visina h je veća od $0,4L$ za kontinuirane nosače
- d) mora imati zadovoljenu **minimalnu debljinu b radi stabilnosti**.

Zidni nosači se primjenjuju, primjerice, kao:

- a) zidovi **bunkera**
- b) zidovi **silosa**
- c) zidovi **mostova**
- d) zidovi **iznad otvora**

Armiranje zidnih nosača

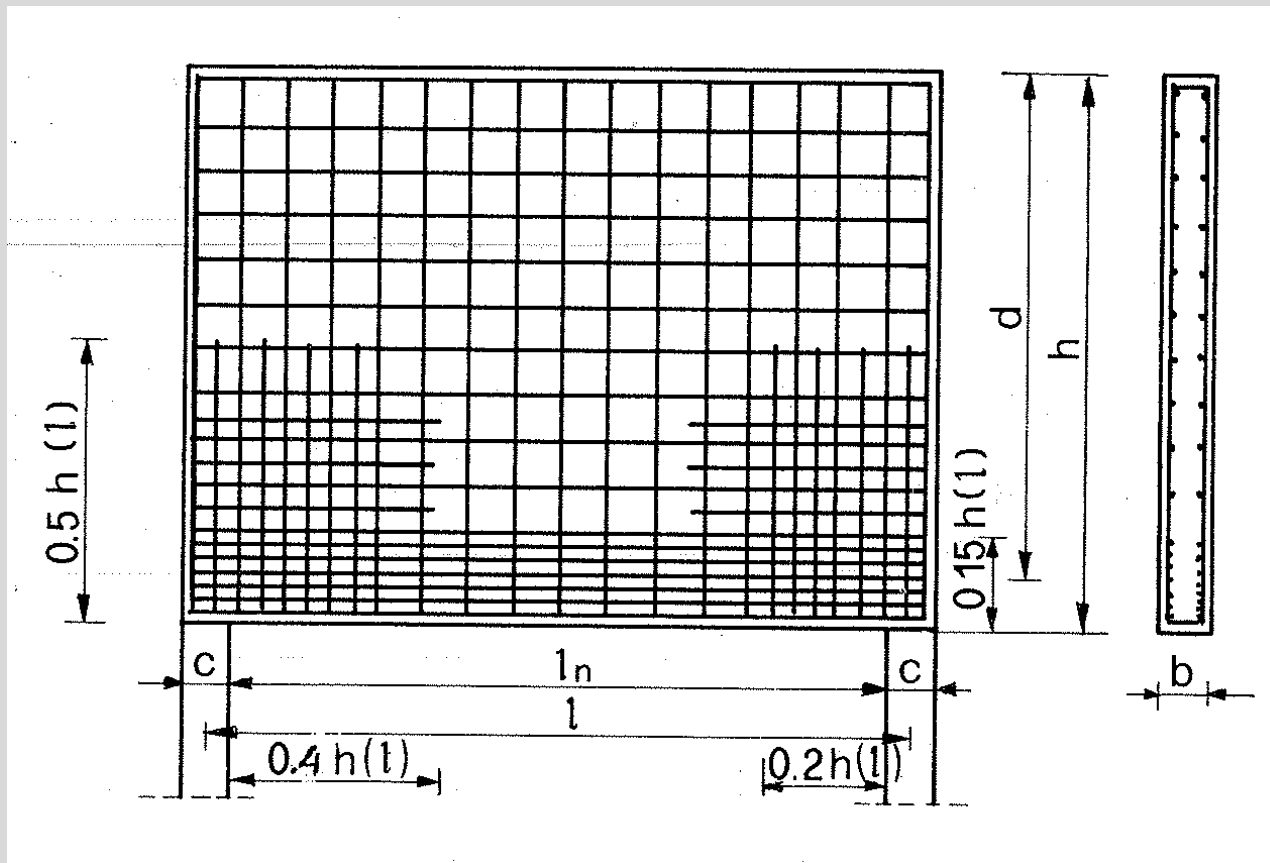
Zidni nosači trebaju imati ortogonalnu armaturnu mrežu blizu jednog i drugog lica, s **ukupnom armaturom od najmanje $0,001A_c$** .

Zidni nosač mora imati **najmanje $1,50 \text{ cm/m}^2$ na svakom licu** u svakom smjeru, tj. ukupne armature od $3,0 \text{ cm/m}^2$ u svakom smjeru (vertikalnom i horizontalnom).

Razmak između dviju susjednih šipki mreže ne treba prijeći manju vrijednost između dvostruke debljine zidnog nosača ($2b_w$) i 300 mm.

Armiranje zidnih nosača

Primjer razmještaja armature u zidnom nosaču.

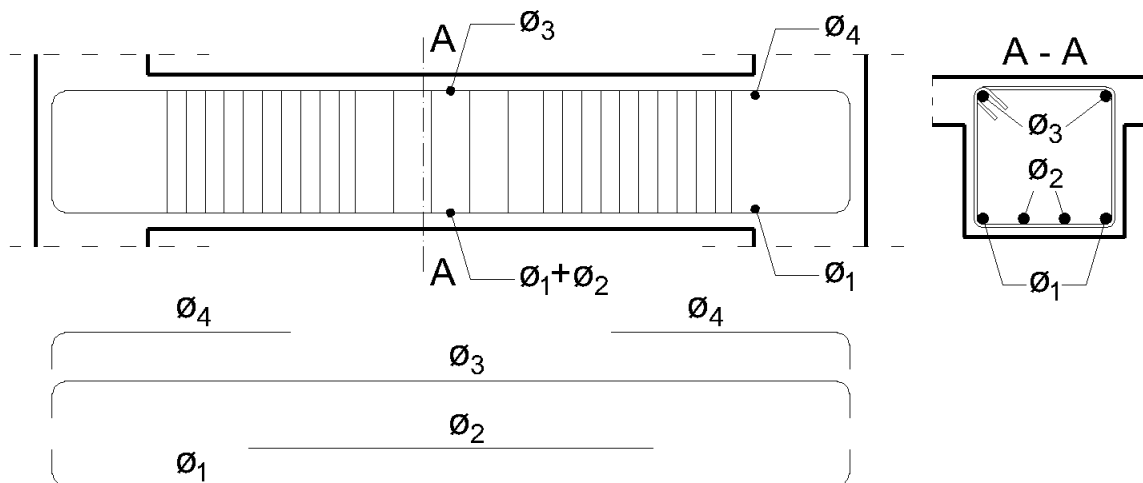


Armaturni nacrti i iskaz armature (3)

Armaturni nacrti

Armaturni nacrt:

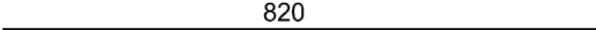
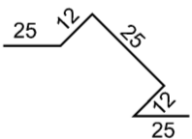
- a) sustav uzdužnih i više poprečnih presjeka
- b) prikazuju pozicije armature (broj komada, promjer, duljinu i oblik)



Iskaz armature se izrađuje nakon detaljnog opisa projekta.

Iskaz armature

Primjer iskaza armature za stambenu zgradu (prema uredu iz Njemačke).

poz	kom.	Ø (mm)	dužina (m)	oblik savijanja i dužina (cm)	ukupna dužina (m)	masa (kg)
stubište iz prizemlja prema 1. katu						
1	15	12	8,20		123,00	109,22
16	340	12	0,99		336,60	298,90



Iskaz armature

Primjer iskaza armature za stambenu zgradu (prema uredu iz Njemačke).

Ø (mm)	ukupna dužina (m)	masa po m dužine (kg/m)	ukupna masa (kg)
B500B			
8	1598,64	0,40	631,46
...	...	...	...
20	32,80	2,47	81,02
Ukupna masa (kg):			2266,58

Pitanja za ponavljanje (1)

Pitanja za ponavljanje

1. Definirajte općeniti izraz za dodatnu vlačnu silu ΔF_{td} u funkciji poprečne sile, ako se u elementu javlja čisto savijanje i ako se u element ugrađuju vertikalne spone.
2. Za stup čiji poprečni presjek ima dimenzije 50/50 cm i dužinu $L_c = 320$ cm, odredite dužinu plastičnog zgloba te izradite skicu.
3. Na primjeru jedne okvirne (skeletne) konstrukcije pokažite mjesta portalnog, rubnog i srednjeg čvora.

Pitanja?

izv. prof. dr. sc. Ivan Kraus

ikraus@gfos.hr

kabinet: II.14