

Pravila za armiranje  
prema standardu  
DIN 1045-1: 2001-07

# Priručnik



Interprojekt d.o.o. Mostar

Pravila za armiranje  
prema standardu  
DIN 1045-1: 2001-07

# Priručnik

*Preveli i obradili:*

mr. sc. Salko Kulukčija, dipl.ing.građ.  
Mustafa Humo, dipl.ing.građ.  
prof. dr. sc. Muhamed Zlatar, dipl.ing.građ.

**Pravila za armiranje  
prema standardu DIN 1045-1:2001-07,  
Priručnik**

*Naslov originala:*

**Bewehren von Stahlbetontragwerken nach  
DIN 1045-1:2001-07, Arbeitsblätter,  
Institut für Stahlbetonbewehrung e.V**

*Izdavač:* Interprojekt d.o.o. Mostar

*Štampa:* In COPY Mostar

*Tiraž:* 500 kom

---

CIP - Katalogizacija u publikaciji  
Nacionalna i univerzitetska biblioteka Bosne i Hercegovine, Sarajevo  
006.44:693.55]

**Pravila za armiranje prema standardu DIN 1045-1:2001-07, priručnik** / [preveli i  
obradili Salko Kulukčija, Mustafa Humo, Muhamed Zlatar] – Mostar: Interprojekt, 2007. -  
[48] str. : graf. prikazi; 24 cm

Prevod djela: Bewehren von Stahlbetontragwerken nach DIN 1045-1:2001-07

COBISS.BH-ID 15843590

---

*Zahvalnost dugujemo saradnicima projektnog biroa Interprojekt d.o.o. Mostar koji su proveli završnu provjeru i poređenje s originalom svih oznaka i brojnih vrijednosti, te ukazali na štamparske greške i mogućnosti jasnijeg prikaza. Posebno se zahvaljujemo saradnicama Đeniti Drljević i Sijani Piralić na učešću u prevodu radnih listova br. 12 do 21 te pomoći pri prevodu i provjeri ostalih radnih listova.*

*Izdavanje ovog priručnika pomogli su:*

- *Hidrogradnja d.d. Sarajevo*
- *Integra d.o.o. Mostar*
- *HP Investing d.o.o. Mostar*
- *IGH d.o.o. Mostar*

*Autori se iskreno zahvaljuju donatorima na pomoći.*

## Pravila za armiranje prema standardu DIN 1045-1

### Predgovor

Ideja da prevedemo i obradimo dio radnih listova<sup>1</sup> vezano za pravila za armiranje prema njemačkom standardu DIN 1045-1, prisutna je već duži niz godina, a proistekla je iz potreba svakodnevne projektantske prakse.

Osnovni cilj je da se pregledno i sažeto prikažu svi bitni elementi za konstruisanje i oblikovanje armature koji su propisani u novom njemačkom standardu za betonske, armirano-betonske i prednapregnute konstrukcije DIN 1045 dijelovi 1 do 4. Ovaj novi DIN 1045 po konceptu, u svemu odgovara Eurocod-u 2. Pri prevođenju i obradi je, osim originalnih radnih listova i standarda, korištena i dodatna raspoloživa literatura<sup>2</sup>.

Napominjemo da je raniji DIN 1045 iz 1988. godine obuhvatao samo betonske i armirano-betonske konstrukcije, a da su prednapregnute konstrukcije bile obuhvaćene u standardu DIN 4227. Ovakva podjela, koja se sada može smatrati zastarjelom, kod nas je u Bosni i Hercegovini još uvijek na snazi i nažalost uopšte nije vidljivo kako i kada će naš zakonodavac izvršiti harmonizaciju nacionalnih propisa i standarda sa aktuelnim evropskim propisima i standardnima iz oblasti građevinarstva.

U julu 2001. godine je nadležno tijelo u Njemačkom zavodu za standardizaciju<sup>3</sup> (ARGEBAU) donijelo odluku o proglašenju novog standarda DIN 1045 koji se sastoji iz četiri dijela. Također je istovremeno donesena odluka o proglašenju novog standarda za spravljanje betona DIN EN 206 koji je harmoniziran na nivou evropske zajednice. Zvanično odobrenje za primjenu novih standarda u Njemačkoj donose nadležna pokrajinska ministarstva i ono je za navedene propise doneseno.

Sa malim zakašnjenjem, u odnosu na navedene standarde, u međuvremenu je donesen i novi standard koji definiše koncept sigurnosti DIN 1055-100, a bez kojeg ne bi bila moguća primjena nove generacije propisa. Također su u međuvremenu doneseni novi standardi za analizu opterećenja od vjetrova, snijega, seizmička dejstva i drugo. Ističemo da se koncept sigurnosti u ovoj novoj generaciji standarda bazira na semi-probabilističkoj teoriji, dok se u prethodnoj generaciji koristio deterministički pristup.

Stari standardi su se mogli koristiti do 31.12.2004. godine, a novi su se mogli koristiti od uvođenja pa do 31.12.2004. godine alternativno, s tim da se **zabranjuje istovremena upotreba** starih i novih standarda na istom objektu. Izuzetak su montažni elementi i njima slični elementi, koji se mogu projektovati i graditi u skladu sa drugim važećim standardima, (i) ako nisu monolitno povezani sa ukupnom konstrukcijom, (ii) ako ne utiču na ukupnu stabilnost sistema i (iii) ako ne utiču na prenos presječnih sila u sklopu ukupnog sistema. Poslije isteka navedenog roka, tj. od 1.1.2005.g. u Njemačkoj se mogu koristiti samo novi standardi za projektovanje i građenje betonskih, armirano-betonskih i prednapregnutih konstrukcija. Imajući u vidu da ponekad od projektovanja do početka izvođenja radova može proći duži vremenski rok, to se za projekte koji su rađeni po starim standardima odobrava izvođenje u skladu sa tim standardima.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Bewehren von Stahlbetontragwerken nach DIN 1045-1:2001-07, Arbeitsblätter, Institut für Stahlbetonbewehrung e.V

<sup>2</sup> DIN 1045, Tragwerke aus Beton und Stahlbeton, Kommentierte Kurtzfassung, 2. überarbeitete Auflage 2005

<sup>3</sup> Deutsche Institut für Normung e.V. (DIN)

<sup>4</sup> detaljnije vidi članak od dr. U. Hartz, objavljeno u DIBt-Mitteilungen 1/2002

Pravila za armiranje  
prema standardu DIN 1045-1

Smatramo da će ovaj prevedeni materijal, uključujući i dopunska objašnjenja, biti koristan priručnik za svakodnevni rad kolega saradnika, kao i svih stručnih lica, kojima njemački jezik nije blizak.

Postoje posebni radni listovi koji se odnose na proračun i oblikovanje betonskih, armirano-betonskih i prednapregnutih konstrukcija, te bi bilo korisno u budućnosti i ove listove prevesti i prezentirati našoj inženjerskoj javnosti.

Mostar, decembar 2007. godine

Autori prevoda

Interprojekt d.o.o. Mostar



Pravila za armiranje  
prema standardu DIN 1045-1

## Sadržaj

Kratak opis uz radne listove

Oznake i terminologija .....	str.1-4
Vrste, oblici isporuke i osobine armaturnog čelika .....	str.5-10
Opšti podaci o čeliku za armiranje .....	str.5
Prelazne odredbe i oblici isporuke .....	str.6
Površina poprečnog presjeka armature .....	str.7-8
Najveći broj šipki u jednom redu u gredi .....	str.8-9
Karakteristike materijala za armaturni čelik .....	str.10
Osiguranje trajnosti .....	str.11-12
Zaštitni sloj betona, čelik za armiranje i prednaprezanje .....	str.11
Trajnost kod armiranja čelikom (klase izloženosti) .....	str.12
Prionljivost, sidrenje, preklop .....	str.13-25
Prionljivost .....	str.13
Sidrenje .....	str.14-15
Preklop .....	str.16-25
Pravila za armiranje i oblikovanje .....	str.26-35
Prethodne napomene .....	str.26
Opšta pravila za armiranje .....	str.26
Savijanje armaturnog čelika .....	str.27
Grede i T-grede .....	str.28-30
Pune ploče betonirane na licu mjesta .....	str.30-32
Stubovi .....	str.33
Zidovi .....	str.34-35
Prilozi .....	str.36-38
Prilog 1: Oblik novih standardnih R-mreža .....	str.36
Prilog 2: Oblik novih standardnih Q-mreža .....	str.37
Prilog 3: Pravila za armiranje ploča protiv probijanja ....	str.38

Interprojekt d.o.o. Mostar

## Pravila za armiranje prema standardu DIN 1045-1

### Kratak opis uz radne listove

U poglavlju **Oznake i terminologija** dat je pregled svih značajnih oznaka i termina koje se koriste kod armature. Ovo poglavlje odgovara radnom listu broj 13 originala<sup>1</sup>.

Poglavlje **Vrste, oblici isporuke i osobine armaturnog čelika** obuhvata opis vrsta, oblika, načina isporuke i osobina čelika za armiranje. Date su također i pomoćne tabele za lakši izbor armature zavisno od prečnika, osovinskog razmaka, širine grede i zaštitnog sloja betona. Ovo poglavlje odgovara radnom listu broj 2 originala.

Pregled mjera koje osiguravaju trajnost čelika za armiranje dat je u poglavlju **Osiguranje trajnosti**. Ovo poglavlje odgovara radnom listu broj 6 originala.

Pravila vezana za prionljivost, sidrenje i preklapanje armature data su u poglavlju **Prionljivost, sidrenje, preklop**. Ovo poglavlje sadrži također različite tablice sa dužinama preklopa u zavisnosti od prečnika armature i marke betona, područja prionljivosti i udjela preklopa. Ovo poglavlje odgovara radnom listu broj 7 originala.

U zadnjem, ovdje prevedenom poglavlju **Pravila za armiranje i oblikovanje**, data su sva važnija konstruktorska pravila i pravila armiranja; ovo uključuje također podatke o savijanju (previjanju) armature kao i najmanji i najveći stepen armiranja. Ovo poglavlje odgovara radnom listu broj 8 originala.

Napomene i dopune prevodioca, istaknute su crtkanim okvirom i vezane su za izmjene i dopune standarda nastale nakon izdavanja originalnih radnih listova ili pak proširena objašnjenja prevodioca u cilju lakšeg korištenja radnih listova.

Na dnu svakog lista data je, u uglastim zgradama i dopunska oznaka, npr. [7-65], gdje prvi broj znači poglavlje, a drugi broj, broj stranice originalnog radnog lista.

Postoje posebni radni listovi koji se odnose na proračun i oblikovanje betonskih, armirano-betonskih i prednapregnutih konstrukcija, te bi bilo korisno u budućnosti i ove listove prevesti i prezentirati našoj inženjerskoj javnosti.

*Autori originalnih radnih listova<sup>2</sup> se zahvaljuju:*

*Izradu originalnih radnih listova, ovdje prevedeni u poglavlju Vrste, oblici isporuke i osobine armaturnog čelika, pomogla je radna grupa ISB-a<sup>3</sup> u sastavu dr. ing. M. Schwarzkopf, dipl. ing. F. Schmitt, R. Bargtscheit i dipl.ing. J. Poulsen.*

*Originalne radne listove, ovdje prevedene u poglavljima Osiguranje trajnosti i Prionljivost, sidrenje, preklop, provjerio je univ. prof. dr. ing. K. Zilch i dipl. ing. A. Rogge.*

*Rukopis svih radnih listova su pregledali dr. ing. Otto Wagner i dipl. ing. J. Brodmeier i autori originalnog djela im se zahvaljuju.*

<sup>1</sup> Bewehren von Stahlbetontragwerken nach DIN 1045-1:2001-07, Arbeitsblätter, Institut für Stahlbetonbewehrung e.V. (Idee und Konzeption: D.Rußwurm, Ausarbeitung: D.Rußwurm, E.Fabritius, Druckvorlagen: A.Munde)

<sup>2</sup> Isto

<sup>3</sup> Institut für Stahlbetonbewehrung e.V

Interprojekt d.o.o. Mostar

## Oznake i terminologija

## Čelik za armiranje / armatura

$d_s$	Nazivni prečnik armature
$d_{sv}$	Zamjenjujući prečnik
$d_g$	Najveća nominalna dimenzija zrna najkrupnije frakcije agregata
$d_{br}$	Prečnik savijanja
$f_{yk}$	Karakteristična vrijednost granice velikih izduženja ( $f_{0,2k}$ kod nejasno izražene granice razvlačenja)
$f_{yd}$	Računska vrijednost granice velikih izduženja
$f_{tk}$	Karakteristična vrijednost čvrstoće na zatezanje
$f_{tk,cal}$	525 N/mm <sup>2</sup> , napon u čeliku za $\epsilon_s=25\text{‰}$
$f_{yR}$	Računska srednja vrijednost granice velikih izduženja ( $=1,1 \cdot f_{yk}$ )
$f_{tR}$	Računska srednja vrijednost čvrstoće na zatezanje $\left(\frac{f_t}{f_y}\right)_k \cdot f_{yR}$
$\epsilon_{uk}$	Karakteristična vrijednost dilatacije armature pri maksimalnom opterećenju
$\epsilon_{su}$	Računska vrijednost dilatacije pri maksimalnom opterećenju
$\epsilon_s$	Dilatacija armaturnog čelika
$\epsilon_{yd}$	Računska vrijednost dilatacije armaturnog čelika na granici velikih izduženja
$E_s$	Modul elastičnosti armaturnog čelika
$a_e$	Odnos modula elastičnosti E armaturnog čelika i betona
$\gamma_s$	Parcijalni faktor sigurnosti za armaturni čelik (pretežno mirno)
$\gamma_{s,fat}$	Parcijalni faktor sigurnosti za armaturni čelik (dokaz na zamor)
$A_s$	Poprečni presjek armature
$A_{sw}$	Poprečni presjek uzengije
$\rho$	Geometrijski procenat armiranja
$f_R$	Faktor površine rebra rebraste armature

## Pravila za armiranje prema standardu DIN 1045-1

### Prionljivost

$f_{bd}$	Računska vrijednost čvrstoće na prionljivost
$S$	Odnos čvrstoće na prionljivost kod armature za prednaprezanje u injektiranom malteru i čvrstoće na prionljivost armaturnog čelika
$l_b$	Osnovna veličina dužine sidrenja
$l_{b,min}$	Najmanja veličina dužine sidrenja
$l_{b,net}$	Dužina sidrenja
$l_s$	Dužina preklopa
$l_{s,min}$	Najmanja vrijednost $l_s$
$\alpha_1$	Faktor prema DIN 1045-1, Tabela 27
$\alpha_2$	Faktor kojim se uzima u obzir poprečni presjek mreža
$\alpha_3$	Faktor prema DIN 1045-1, Tabela 26
$l_{b,dir}$	Dužina sidrenja za direktno oslanjanje
$l_{b,ind}$	Dužina sidrenja za indirektno oslanjanje

### Dimenzioniranje

$A_c$	Ukupna površina betonskog presjeka
$A_s$	Površina poprečnog presjeka armature
$A_{sw}$	Površina poprečnog presjeka poprečne i torzione armature
$F_{sd}$	Zatežuća sila u armaturi
$s$	Razmak armaturnih šipki
$a$	Razmak
$a^*$	Rastojanje težišta napona pritiska u betonu od gornjeg ruba poprečnog presjeka
$b$	Širina
$b_{eff}$	Sudjelujuća širina ploče
$b_w$	Širina rebra
$a_1$	Veličina pomaka linije pokrivanja zatežućih sila
$d$	Statička visina
$h$	Visina, debljina građevinskog elementa
$x$	Visina pritiskute zone
$z$	Krak unutrašnjih sila
$s_0$	Odstojanje armature od ruba
$\sigma$	Normalni napon
$\sigma_s$	Napon u armaturi
$\theta$	Nagib pritiskute dijagonale, rotacija
$l$	Dužina, raspon
$\alpha$	Nagib armature za preuzimanje poprečnih sila, u odnosu na osovinu elementa
$V_{Rd,Sy}$	Računska vrijednost poprečne sile ograničene zbog tečenja poprečne armature
$V_{td}$	Računska vrijednost komponente poprečne sile od sile zatezanja u armaturi
$D_{sd}$	Ukupno oštećenje kod dokaza na zamor

**Pravila za armiranje  
prema standardu DIN 1045-1**

3

$\Delta\sigma_R$	Veličina oscilacije napona
$\Delta\sigma_{s, equ}$	Veličina oscilacija napomena kao ekvivalent oštećenja
$N_{Ed}$	Računska vrijednost djelujuće normalne sile (za pritisak: negativna vrijednost!)
$M_{Eds}$	Računska vrijednost djelujućeg momenta savijanja u težištu armature
$M_{Ed}$	Računska vrijednost djelujuće momenta savijanja
$V_{Ed}$	Računska vrijednost djelujuće poprečna sila
$A_{Sc}$	Površina poprečnog presjeka armature za preuzimanje zatezanje usljed savijanja
$A_{sw}$	Površina poprečnog presjeka armature za preuzimanje poprečnih sila

**Trajnost**

$c$	Zaštitni sloj betona
$c_{min}$	Najmanja veličina zaštitnog sloja betona
$c_{nom}$	Nominalna veličina zaštitnog sloja betona
$c_v$	Veličina zaštitnog sloja betona za polaganje armature
$\Delta c$	Tolerancija veličine zaštitnog sloja, kojom se uzimaju u obzir neplanska odstupanja

**Terminologija, sortirana po poglavljima DIN 1045-1**

Minimalna armatura (5.3.2)	Armatura za osiguranje kriterija duktilnosti
Kriterij duktilnosti (5.3.2)	(U okviru standarda DIN1045-1) Sprječavanje loma elementa bez najave pri pojavi prve naprsline.
Armatura za preuzimanje zatezanje usljed savijanja (10.2 (8))	Armatura u zoni zatezanja usljed savijanja
Armatura za preuzimanje poprečnih sila (10.3/12.2.3)	Uzengije, dodatna armatura za preuzimanje poprečnih sila, kose šipke
Armatura za prijanjanje (10.3.6 (4) / 13.4.3 (3))	Armatura u spojnicaama kod spregnutih elemenata
Armatura za preuzimanje smicanja (10.3.6 (7))	Armatura u spojnicaama za preuzimanje smičućih sila
Armatura horizontalnih i vertikalnih serklaža (10.3.6 (9))	Armatura u šajbama
Armatura za preuzimanje torzije (10.4.1 (6))	Dodatna armatura na minimalno potrebnu torzionu armaturu
Armiranje uzengijama (10.4.2 (2))	
Armiranje uzengijama za preuzimanje torzije (10.4.2 (3))	Uzengije iz naprezanja torzijom
Podužna armatura za preuzimanje torzije (10.4.2 (4))	Podužna armatura iz naprezanja torzijom
Podužna armatura (10.4.2 (4) / 10.3.4 (9))	Armatura za preuzimanje zatežućih sila
Armatura za preuzimanje probijanja (10.5.3 (6) (7) / 10.5.4 / 10.5.5)	Armatura za sprječavanje probijanja

Oznake i terminologija

## Pravila za armiranje prema standardu DIN 1045-1

### Terminologija

Minimalna armatura (11.2.2)	Armatura za ograničenje širine naprslina
Armatura (11.2.2 (5))	Armatura u zategnutoj zoni
Poprečna armatura (12.8.3)	Armatura u području nastavljanja armature preklopom
Podužna armatura (12.8.4)	Glavna nosiva armatura kod armaturnih mreža
Maksimalna armatura (13.1.1 (4))	Maksimalna armatura u jednom poprečnom presjeku
Najmanja armatura uzengijama (13.1.1 (5))	Armatura za obuhvatanje pritisnute zone usljed savijanja
Površinska armatura (13.1.2)	Armatura kod prednapregnutih elemenata
Armatura pritisnutog pojasa (13.2.2 (4))	Armatura pritisnutog pojasa npr. kod grede T presjeka
Površinska armatura (13.2.5)	Dodatna armatura kod armaturnih šipki velikih prečnika
Poprečna armatura (13.3.2 (2))	Minimalna armatura za jedno-osno napregnute ploče
Poprečna armatura kod stubova (15.5.3 (1))	Uzengije, petlje, spirala
Ugaona armatura (13.3.2 (6))	
Unakrsna armatura (13.3.2 (6))	
Armatura u polju (13.3.2 (6))	Posebna armatura kod punih ploča betoniranih na licu mjesta
Armatura za osiguranje prijanjanja (13.3.2 (6))	
Armatura za vješanje (13.11 (1))	Uzengije kod indirektnih oslonaca
Armatura za vješanje (13.11 (2))	Uzengije u području ukrštanja kod indirektnih oslonaca
Serklaž, zatega, zategnuti stub, zategnuto zidno platno, zategnuti elementi (13.12)	Armatura za ograničenje oštećenja i osiguranje stabilnosti za iznimna dejstva



## Vrste, oblici isporuke i osobine armaturnog čelika

### Opšti podaci o čeliku za armiranje

#### Čelik za armiranje čini beton armiranim betonom

Visoko-vrijedna armatura, koja je u računskom i konstruktivnom pogledu usvojena u dovoljnoj količini, daje armiranobetonskoj konstrukciji sigurnost na, u proračunu analizirana opterećenja kao i na incidentna opterećenja.

Kod troškova nije isplativo iskoristiti, posebno imajući u vidu visoke troškove rada inženjera, ~~zadnje~~, teoretski moguće uštede u armaturi, pošto bi taj proračun bio vremenski zahtjevan. Konstrukcija u kojoj je armatura pravilno oblikovana, je isplativa jer je trajna i ima mogućnost aktiviranja dodatne rezerve sigurnosti u slučaju katastrofe, koja se ne može isključiti.

Potencijalna ušteda se ne nalazi u armaturi, nego u načinu gradnje.

Pregledno konstruisana armatura olakšava rad u armiračnici, olakšava rad na njenom polaganju i sprječava zabune. Preporučuje se manji broj pozicija na planovima armature. Sve ovo doprinosi smanjenju troškova.

Troškovi armature su relativno mali u odnosu na druge stavke. Po pravilu su to 3 do 5%, samo izuzetno ca. 10% grubih građevinskih radova.

#### Nova generacija propisa

Radni listovi Instituta za armaturu armiranog-betona (ISB) su izrađeni na osnovu novih propisa za dimenzionisanje i konstruisanje, DIN 1045-1:2001-07. Zbog opšte želje za duktilnim konstrukcijama i promijenjenim postupcima proračuna presječnih sila, bilo je nužno, radi primjene DIN 1045-1, nanovo definirati duktilnost čelika za armiranje. U definiciji duktilnosti čelika za armiranje koriste se dva parametra:

Odnos čvrstoće na zatezanje i granice istezanja  $f_t / f_y$  ( $R_m / R_e$ )

Dilatacija pri najvećoj sili  $\epsilon_{su}$  ( $A_{gt}$ )

Formirane su dvije klase koje se koriste u zavisnosti od propisanih zahtjeva:

Kategorija	$f_t / f_y$ ( $R_m / R_e$ ) [ - ]	$\epsilon_{su}$ ( $A_{gt}$ ) [%]
Normalna duktilnost (A)	1,05	2,5
Visoka duktilnost (B)	1,08	5,0

Oba parametra su definisana kao 10%-ni fraktil.

## Pravila za armiranje prema standardu DIN 1045-1

### Prelazne odredbe

Zahjevi vezano za osobinu duktilnosti nisu dati u DIN-u 488, nego samo u novim opštim građevinskim atestima. Pošto uz to, ni u evropskoj normi za armaturni čelik EN 10080 neće biti sadržane vrste čelika, moralo se naći prelazno rješenje, koje glasi:

Čelik za armaturne šipke, prema DIN 488:	Visok duktilitet (B)
Čelik za mrežastu armaturu, prema DIN 488:	Nejasne osobine duktilnosti: ili $R_m/R_e \geq 1,03$ ili $R_m/R_e \geq 1,05$
Duboko-orebrene armaturne mreže, prema opštim građevinskim atestima Z-1.3-152:	Normalni duktilitet (A)
Armatura u koturovima	WR: Visok duktilitet (B) KR: Normalni duktilitet (A)
Armaturni čelik prema opštim građevinskim atestima:	Klasa duktiliteta data u atestu. Ukoliko nema podataka onda: <b>normalni duktilitet (A)</b>
Rešetkasti armaturni nosači:	Normalni duktilitet (A)

### Oblici isporuke

#### A. Armatura u šipkama i armatura u koturovima

Armatura se isporučuje u pravim šipkama ili u koturovima. Pravi štapovi se po pravilu proizvode valjanjem u toplom stanju postupkom po Tempcore (Thermex). Armatura u koturovima se proizvodi valjanjem u toplom stanju te istezanjem i navijanjem na koturove ili valjanjem u hladnom stanju i navlačenjem.

Armatura iz koturova dobija svoj konačni oblik pravog štapa ispravljanjem (uređaj za ispravljanje) ili kao uzengija (automat za uzengije). Materijal u koturovima se namotaje standardno do  $d_s=14\text{mm}$ . Postoji tendencija, posebno kod vruće-valjanih čelika, da se namotavaju i veći prečnici.

#### A.1 Nazivni prečnik

Nazivni prečnik $d_s$	[mm]	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	20,0	25,0	28,0	32,0	40,0
Nazivna površina poprečnog presjeka $A_s$	[cm <sup>2</sup> ]	0,283	0,503	0,785	1,131	1,54	2,01	3,14	4,91	6,16	8,04	12,57
Nazivna masa g	[kg/m]	0,222	0,395	0,617	0,888	1,21	1,58	2,47	3,85	4,83	6,31	9,86

Područje prečnika za armaturu u šipkama

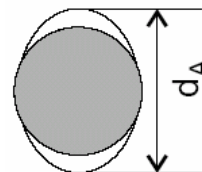
Područje prečnika za armaturu u koturovima

Dužina armaturnih šipki: 12 do 15m, posebne dužine na zahtjev (6 do 31m)

Masa zbijenog kotura: 0,5 do 3,0 t

#### Napomena:

Za različite svrhe je potreban vanjski prečnik armature  $d_A$  koji se mjeri preko rebra. Ovaj prečnik iznosi cca.  $d_A \approx 1,15 d_s$



Pravila za armiranje  
prema standardu DIN 1045-1

7

A.2 Površina poprečnog presjeka površinske armature (npr. za zidove) $A_s$ [cm <sup>2</sup> /m]												
Osovinski razmak štapova [cm]	Prečnik $d_s$ [mm]											Broj šipki po m'
	6	8	10	12	14	16	20	25	28	32	40	
5,0	5,65	10,05	15,71	22,62	30,79	40,21	62,83	98,17	-	-	-	20,00
5,5	5,14	9,14	14,28	20,56	27,99	36,56	27,12	89,25	-	-	-	18,18
6,0	4,71	8,38	13,09	18,85	25,66	33,51	52,36	81,81	102,63	-	-	16,67
6,5	4,35	7,73	12,08	17,40	23,68	30,93	48,33	75,52	94,73	123,72	-	15,38
7,0	4,04	7,18	11,22	16,16	21,99	28,72	44,88	70,12	87,96	114,89	-	14,29
7,5	3,77	6,70	10,47	15,08	20,53	26,81	41,89	65,45	82,10	107,23	-	13,33
8,0	3,53	6,28	9,82	14,14	19,24	25,13	39,27	61,36	76,97	100,53	157,10	12,50
8,5	3,33	5,91	9,24	13,31	18,11	23,65	36,96	57,75	72,44	94,61	147,83	11,76
9,0	3,14	5,59	8,73	12,57	17,10	22,34	34,91	54,54	68,42	89,36	139,61	11,11
9,5	2,98	5,29	8,27	11,9	16,20	21,16	33,07	51,67	64,82	84,65	132,27	10,53
10,0	2,83	5,03	7,85	11,31	15,39	20,11	31,42	49,09	61,58	80,42	125,66	10,00
10,5	2,69	4,79	7,48	10,77	14,66	19,15	29,92	46,75	58,64	76,59	119,68	9,52
11,0	2,57	4,57	7,14	10,28	13,99	18,28	28,56	44,62	55,98	73,11	114,24	9,09
11,5	2,46	4,37	6,83	9,83	13,39	17,48	27,32	42,68	53,54	69,93	109,27	8,70
12,0	2,36	4,19	6,54	9,42	12,83	16,76	26,18	40,91	51,31	67,02	104,72	8,33
12,5	2,26	4,02	6,28	9,05	12,32	16,08	25,13	39,27	49,26	64,34	100,53	8,00
13,0	2,17	3,87	6,04	8,70	11,84	15,47	24,17	37,76	47,37	61,86	96,66	7,69
13,5	2,09	3,72	5,82	8,38	11,40	14,89	23,27	36,36	45,61	59,57	93,08	7,41
14,0	2,02	3,59	5,61	8,08	11,00	14,36	22,44	35,06	43,98	57,44	89,76	7,14
14,5	1,95	3,47	5,42	7,80	10,62	13,87	21,67	33,85	42,47	55,46	86,66	6,90
15,0	1,88	3,35	5,24	7,54	10,26	13,40	20,94	32,72	41,05	53,62	83,82	6,67
16,0	1,77	3,14	4,91	7,07	9,62	12,57	19,63	30,68	38,48	50,26	78,54	6,25
17,0	1,66	2,96	4,62	6,65	9,06	11,83	18,48	28,87	36,22	47,31	73,92	5,88
18,0	1,57	2,79	4,36	6,28	8,55	11,17	17,45	27,27	34,21	44,68	69,81	5,56
19,0	1,49	2,65	4,13	5,95	8,10	10,58	16,53	25,84	32,41	42,33	66,14	5,26
20,0	1,41	2,51	3,93	5,65	7,70	10,05	15,71	24,54	30,79	40,21	62,83	5,00
21,0	1,35	2,39	3,74	5,39	7,33	9,57	14,96	23,37	29,32	38,30	59,84	4,76
22,0	1,29	2,28	3,57	5,14	7,00	9,14	14,28	22,31	27,99	36,55	57,12	4,55
23,0	1,23	2,19	3,41	4,92	6,69	8,74	13,66	21,34	26,77	34,97	54,63	4,35
24,0	1,18	2,09	3,27	4,71	6,41	8,38	13,09	20,45	25,66	33,51	52,36	4,17
25,0	1,13	2,01	3,14	4,52	6,16	8,04	12,57	19,63	24,63	32,17	50,26	4,00

Vrste, oblici isporuke, osobine

## Pravila za armiranje prema standardu DIN 1045-1

A.3 Površina poprečnog presjeka armature greda $A_s$ [cm <sup>2</sup> /m]										
Prečnik šipki $d_s$ [mm]	Broj šipki									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	0,28	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	2,83
8	0,50	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	5,03
10	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85
12	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,2	11,3
14	1,54	3,08	4,62	6,16	7,7	9,24	10,8	12,3	13,9	15,4
16	2,01	4,02	6,03	8,04	10,1	12,1	14,1	16,1	18,1	20,1
20	3,14	6,28	9,42	12,6	15,7	18,8	22,0	25,1	28,3	31,4
25	4,91	9,82	14,7	19,6	24,5	29,5	34,4	39,3	44,2	49,1
28	6,16	12,3	18,5	24,6	30,8	36,9	43,1	49,3	55,4	61,6
32	8,04	16,1	24,1	32,2	40,2	48,3	56,3	64,3	72,4	80,4
40	12,57	25,1	37,7	50,3	62,8	75,4	88,0	100,5	113,1	125,7

A.4 Dvosječne uzengije: površina poprečnog presjeka za obje strane [cm <sup>2</sup> /m]								
	Osovinski razmak $S_{bu}$ [cm]	Prečnik uzengija $d_s$ [mm]						Broj uzengija po m
		6	8	10	12	14	16	
Maksimalni osovinski razmak uzengija za grede, prema DIN 1045-1, Tablica 31, kolone 1 i 2	6,0	9,42	16,76	26,18	37,70	51,31	67,02	16,7
	7,0	8,08	14,36	22,44	32,31	43,98	57,45	14,3
	7,5	7,54	13,40	20,94	30,16	41,05	53,62	13,3
	8,0	7,07	12,57	19,63	28,27	38,48	50,27	12,5
	9,0	6,28	11,17	17,45	25,13	34,21	44,68	11,1
	10,0	5,65	10,05	15,71	22,62	30,79	40,21	10,0
	11,0	5,14	9,14	14,28	20,56	27,99	36,56	9,1
	12,0	4,71	8,38	13,09	18,85	25,66	33,51	8,3
	12,5	4,52	8,04	12,57	18,10	24,63	32,17	8,0
	15,0	3,77	6,70	10,47	15,08	20,53	26,81	6,7
	20,0	2,83	5,03	7,85	11,31	15,39	20,11	5,0
	25,0	2,26	4,02	6,28	9,05	12,32	16,08	4,0
	30,0	1,86	3,35	5,24	7,54	10,26	13,40	3,3

A.5 Najveći broj (n) šipki u jednom redu u gredi	
	Napomena: Rubne šipke u uglu uzengije
Proračun najvećeg broja (n) šipki u jednom redu u gredi:	
Slučaj a: Razmak štapova $s=d_s$ ; $d_{br,bü}=4$ ili $7 \cdot d_{s,bü}$	Slučaj b: Razmak štapova $s=20$ mm; $d_{br,bü}=4$ ili $7 \cdot d_{s,bü}$
$x = \frac{b - 2 \cdot c_{nom} - 2d_{s,bü} - \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot 4(7) \cdot d_{s,bü} + d_s \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} (2 \cdot \sqrt{2} + 1)}{2 \cdot d_s}$	$x = \frac{b - 2 \cdot c_{nom} - 2d_{s,bü} - \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot 4(7) \cdot d_{s,bü} + d_s \cdot \left( \frac{1}{\sqrt{2}} + 1 \right) + 20}{(d_s + 20)}$
$n = \text{int } x$	

Pravila za armiranje  
prema standardu DIN 1045-1

9

Najveći broj (n) šipki u jednom redu u gredi za  $c_{nom}=20\text{mm}$

Širina grede b [cm]	Zaštitni sloj betona $c_{nom}$ [mm]	Prečnik podužnih šipki $d_s$ [mm]								
		10	12	14	16	20	25	28	32	40
		Prečnik uzengija $d_{s,bu}$ [mm]								
		8				10	12		16	
10	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15		3	3	3	3	2	2	1	1	1
20		5	5	4	4	4	3	2	2	2
25		6	6	6	6	5	4	3	3	3
30		8	8	7	7	6	5	4	4	3
35		10	9	9	8	7	6	5	4	4
40		11	11	10	10	9	7	6	5	4
45		13	12	12	11	10	8	7	6	5
50		15	14	13	13	11	9	8	7	6
55		16	15	15	14	12	10	9	8	8
60		18	17	16	15	14	11	9	8	7

Najveći broj (n) šipki u jednom redu u gredi za  $c_{nom}=35\text{mm}$

Širina grede b [cm]	Zaštitni sloj betona $c_{nom}$ [mm]	Prečnik podužnih šipki $d_s$ [mm]								
		10	12	14	16	20	25	28	32	40
		Prečnik uzengija $d_{s,bu}$ [mm]								
		8				10	12		16	
10	35	-	-	1	1	-	-	-	-	-
15		2	2	2	2	2	1	1	1	1
20		4	4	3	3	3	2	2	2	2
25		5	5	5	5	4	3	3	2	2
30		7	7	6	6	5	4	4	3	3
35		9	8	8	8	7	5	4	4	3
40		10	10	9	9	8	6	5	5	4
45		12	11	11	10	9	7	6	6	5
50		14	13	12	12	10	8	7	6	5
55		15	15	14	13	12	9	8	7	6
60		17	16	15	14	13	10	9	8	7

Najveći broj (n) šipki u jednom redu u gredi za  $c_{nom}=40\text{mm}$

Širina grede b [cm]	Zaštitni sloj betona $c_{nom}$ [mm]	Prečnik podužnih šipki $d_s$ [mm]								
		10	12	14	16	20	25	28	32	40
		Prečnik uzengija $d_{s,bu}$ [mm]								
		8				10	12		16	
10	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15		2	2	2	2	1	1	1	1	1
20		3	3	3	3	3	2	2	2	1
25		5	5	5	4	4	3	3	2	2
30		7	6	6	6	5	4	3	3	3
35		8	8	8	7	6	5	4	4	3
40		10	10	9	9	8	6	5	5	4
45		12	11	11	10	9	7	6	5	5
50		13	13	12	11	10	8	7	6	5
55		15	14	13	13	11	9	8	7	6
60		17	16	15	14	13	10	9	8	6

Napomena: Tabele su rađene kao dopunska pomoć uz poglavlje A.5. Za sve slučajeve koji nisu dati tabelarno, proračun najvećeg broja šipki (n) u jednom redu, izvršiti prema jednačinama datim u poglavlju A.5..

Vrste, oblici isporuke, osobine

10

Pravila za armiranje  
prema standardu DIN 1045-1

## E Karakteristike materijala za armaturni čelik, za sve oblike isporuke

Vrste, oblici isporuke, osobine

Granica razvlačenja	500 N/mm <sup>2</sup>		
E modul	200.000 N/mm <sup>2</sup>		
Prionljivost	Svi armaturni čelici (izuzetak je žica za armiranje) su čelici sa visokim stepenom prionljivosti		
Savitljivost	Svi armaturni čelici imaju savitljivost prema DIN 1045-1, 13.2 (vidi ISB radni list 8)		
Zavarljivost	Svi armaturni čelici su zavarljivi (vidi ISB radni list 10)		
Otpornost na zamor materijala	Svi armaturni čelici se mogu dimenzionirati na zamor (vidi DIN 1045-1, poglavlje 9.8 i ISB radni list 9)		
Duktilnost			
Normalna duktilnost	(A):	$R_m/R_e \geq 1,05 [-]$	$A_{gt} \geq 2,5\%$
Visoka duktilnost	(B):	$R_m/R_e \geq 1,08 [-]$	$A_{gt} \geq 5,0\%$
Gustina	7,85 t/m <sup>3</sup>		
Koeficijent termičke dilatacije (približno)	$10 \cdot 10^{-6} 1/K$		
Specifična toplota (približno)	600 J/kgK		
Termička provodljivost (približno)	45 W/mK		

## Osiguranje trajnosti

### Trajnost, uslovi okoline (DIN 1045-1, 6)

Armiranobetonske i prednapregnute konstrukcije moraju dugoročno biti otporne na hemijska i fizikalna dejstva. Ovo je klasificirano u uslovima okoline i podijeljeno u dvije glavne grupe:

- uticaji koji izazivaju koroziju armature
- uticaji koji prouzrokuju oštećenje betona

Da bi se obezbijedila trajnost određene su minimalne čvrstoće betona i minimalne debljine zaštitnog sloja, u zavisnosti od klase izloženosti.

### Zaštitni sloj betona

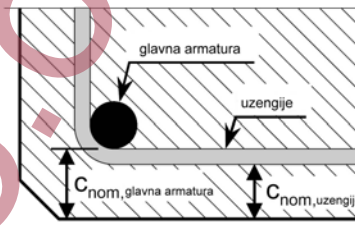
Odgovarajući zaštitni sloj betona osigurava zaštitu od korozije, kapacitet prionjivosti i zaštitu od požara (ovo zadnje samo ako su uzeta u obzir posebna pravila koja regulišu ovu oblast).

Za svaki pojedinačni element armature je potrebno izračunati i obezbijediti nominalnu debljinu zaštitnog sloja kako slijedi

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c$$

gdje je  $c_{min}$  minimalni zaštitni sloj, a

$\Delta c$  tolerancija, kojom se uzimaju u obzir neplanska odstupanja



Zaštitni sloj betona za gradilište  $c_v$  treba tako da se odredi, da nominalna debljina zaštitnog sloja betona  $c_{nom}$  bude zadovoljena za svaki element armature ( $c_v \geq c_{nom}$ ).

Za proračun statičke visine koristi se  $c_v$ .

Na planovima armature, naznačuje se  $c_v$  i  $\Delta c$

### Čelik za armiranje

Trajnost čelika za armiranje obezbijedena je izborom odgovarajućeg zaštitnog sloja. Zahtjevi u pogledu veličine zaštitnog sloja su dati u tabeli na sljedećoj stranici. Ova tabela je sastavljena iz tabele 3 i 4 iz DIN-a 1045-1.

### Čelik za prednaprezanje

Za čelik za prednaprezanje treba vrijednosti minimalnog zaštitnog sloja betona, koje su date u tabeli na sljedećoj stranici, povećati za 10mm; inače ostali podaci vrijede kako je primjenjivo. Osim ovoga potrebno je obratiti pažnju na sljedeće:

- zaštitni sloj betona se mjeri od vanjske površine zaštitne cijevi
- kod prednaprezanja sa trenutnim spojem zbog osiguranja prionjivosti vrijedi užad:  $c_{min} \geq 2,5 \cdot d_{p,uze}$  ( $d_{p,uze}$  - nazivni prečnik užadi)  
rebraste šipke:  $c_{min} \geq 3,0 \cdot d_{p,rsipke}$  ( $d_{p,rsipke}$  - nazivni prečnik rebrastih šipki)
- kod prenaprezanja sa naknadnim spojem vrijedi  $c_{min} \geq 1,0 \cdot d_{HR}$  ( $d_{HR}$  vanjski prečnik zaštitne cijevi)

## Pravila za armiranje prema standardu DIN 1045-1

### Trajnost kod armiranja čelikom

Vrsta korozije	Klasa izloženosti		Primjer	Zaštitni sloj betona <sup>4),5),6),7),8)</sup> [mm]			Najmanja klasa čvrstoće betona <sup>9)</sup>
				$C_{min}$	$\Delta c$	$C_{nom}$	
1	2	3	4	5	6	7	8
Korozija armature uzrokovana karbonizacijom <sup>1)</sup>	XC 1	Suho ili trajno vlažno	Unutrašnje prostorije sa normalnom vlažnošću; elementi stalno pod vodom	10	10	20	C 16/20 LC 16/18
	XC 2	Vlažno, rijetko suho	Dijelovi spremnika za vodu; temelji	20	15	35	
	XC 3	Umjerena vlažnost	Otvorene hale, garaže, unutrašnje prostorije s većom vlažnošću zraka				
	XC 4	Ciklično vlažno i suho	Vanjski betonski elementi stalno izloženi kiši, elementi u području kvašenja vodom	25	40	C 20/25 LC 20/22	C 25/30 LC 25/28
Korozija armature uzrokovana hloridima <sup>1)</sup>	XD 1	Umjerena vlažnost	Područja prskanja vode s prometnih površina; privatne garaže	40	15	55	C 30/37 LC 30/33
	XD 2	Vlažno, rijetko suho	Bazeni za plivanje i kupališta sa slanom vodom; elementi izloženi industrijskim vodama koje sadrže kloride				
	XD 3	Ciklično vlažno i suho	Elementi izloženi prskanju vode s prometnih površina na koje se nanose sredstva za odleđivanje; parkirališne ploče bez zaštitnog sloja <sup>3)</sup>				C 35/45 LC 35/38
Korozija armature uzrokovana hloridima iz mora <sup>1)</sup>	XS 1	Izloženost soli iz zraka, bez direktnog kontakta s morskom vodom	Vanjski elementi u blizini obale	40	15	55	C 30/37 LC 30/33
	XS 2	Ispod vode	Stalno uronjeni elementi u lukama				
	XS 3	U zonama plime i prskanja vode	Zidovi lukobrana				C 35/45 LC 35/38
<sup>1)</sup> Za istovremenu izloženost betona habanju (bez tehničkih mjera za beton)	XM 1	Umjereno habanje	Prometne površine s umjerenim prometom	povećanje $C_{min}$ za 5 mm			C 30/37 LC 30/33
	XM 2	Znatno habanje	Prometne površine izložene prometu teških viljuškara; elementi industrijskih konstrukcija direktno izloženi habanju, silos	povećanje $C_{min}$ za 10 mm			
	XM 3	Ekstremno habanje	Površine često izložene prometu gusjeničara	povećanje $C_{min}$ za 15 mm			C 35/45 LC 35/38

<sup>2)</sup> Za zaštitni sloj betona i najmanju čvrstoću betona mjerodavna je klasa izloženosti sa najvećim zahtjevima.

<sup>3)</sup> Potrebna dodatna zaštita gornje površine parkirališnih ploča direktno izloženih saobraćaju, npr. zaštita u slojevima

<sup>4)</sup>  $C_{min}$  se smije smanjiti za 5 mm ako je klasa čvrstoće betona za 2 klase veća od najmanje klase čvrstoće betona; za elemente koji se nalaze u klasi izloženosti XC1 ovo smanjivanje nije dozvoljeno.

<sup>5)</sup> Za osiguranje prionljivosti važi:  $C_{min} \geq d_s$  odnosno  $d_{sv}$  ( $d_{sv}$  – zamjenjujući prečnik jednog snopa armature)

<sup>6)</sup> Kod jakih spajanja betona i montažnih elemenata za minimalnu vrijednost  $C_{min}$  kod fuga važi: beton  $C_{min} = 10$  mm; montažni elementi  $C_{min} = 5$  mm. Kod iskorištenosti armature u stanju izgradnje, uzeti u obzir uslove za osiguranje prionljivosti po tački <sup>5)</sup>.

<sup>7)</sup> Kod lakog betona dodatno važi – osim za klasu izloženosti XC1:  $C_{min} \geq d_{gl} + 5$  mm ( $d_{gl}$  – maksimalno zmo agregata kod laganog granularisanja). Uzeti u obzir uslove po tački <sup>5)</sup>.

<sup>8)</sup> Kod betoniranja na neravnim površinama se  $\Delta c$  poveća za razliku neravnine, ali najmanje za 20 mm; kod betoniranja izravno na tlo za 50 mm.

<sup>9)</sup> Ukoliko se na osnovu klasa izloženosti ne dobiju veće vrijednosti za habanje betona.



# Pravila za armiranje prema standardu DIN 1045-1

13


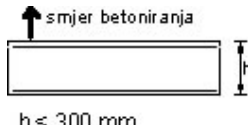
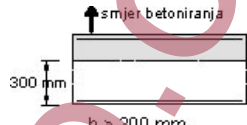
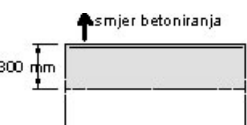
## 1 Prionljivost (DIN 1045-1, 12.4)

Kvalitet prionljivosti zavisi od:

- površinske strukture armaturnog čelika
- dimenzije elementa
- položaja i nagiba armature u toku betoniranja (uslovi prionljivosti)

### 1.1 Uslovi prionljivosti (DIN 1045-1, 12.4)

#### 1.1.1 Dobri uslovi prionljivosti - područje prionljivosti I (VB I)

Šipke sa $\alpha \geq 45^\circ$	Šipke sa $\alpha < 45^\circ$ u toku betoniranja elemenata		
	$h \leq 300$ mm sve šipke	$300 < h \leq 600$ mm Šipke najviše 300 mm iznad donje ivice	$h \geq 600$ mm Šipke najmanje 300 mm ispod gornje ivice
			
	$h \leq 300$ mm	$h > 300$ mm	$h > 600$ mm

Položeni betonirani elementi kod zbijanja vanjskim vibriranjem i  $h \leq 500$  mm

#### 1.1.2 Umjereni uslovi prionljivosti - područje prionljivosti II (VB II)

- U svim slučajevima koji ne pripadaju dobrim uslovima prionljivosti (zatamljena područja na slikama u tabeli 1.1.1)
- Kod korištenja klizne oplata, za sve šipke

### 1.2 Računska vrijednosti napona prijanjanja $f_{bd}$ [N/mm<sup>2</sup>] za šipke sa $d_s \leq 32$ mm<sup>1), 2)</sup>

Beton C <sup>3)</sup>	12/15	16/20	20/25	25/30	30/37	35/45	40/50	45/55	50/60	55/67	60/75	70/85	80/95	90/105	100/115
$\gamma_c$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,52	1,53	1,56	1,60	1,63	1,67
$f_{bd}$ (VB I)	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3	4,4	4,5	4,7	4,8	4,9	4,9
$f_{bd}$ (VB II) <sup>4)</sup>	1,1	1,4	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,4	3,4

<sup>1)</sup> za  $d_s > 32$  mm, vrijednosti  $f_{bd}$  se umanjuju množenjem faktorom  $(132 - d_s) / 100$  ( $d_s$  u mm)

$$d_s = 40 \text{ mm: } (132 - 40) / 100 = 0,92$$

$$d_s = 50 \text{ mm: } (132 - 50) / 100 = 0,82$$

<sup>2)</sup> povećanje  $f_{bd}$  vrijednosti moguće je na jedan od sljedeća dva načina:

- kod poprečnog pritiska okomito na ravan armature, množenjem faktorom  $1 / (1 - 0,04 \cdot p) \leq 1,5$ ;  $p$  u N/mm<sup>2</sup>
- ako je zaštitni sloj, na svim stranama osiguran armaturom  $\geq 10 \cdot d_s$ : povećanje za 50%

<sup>3)</sup> kod lakog betona LC,  $f_{bd}$  se smanjuje za faktor  $\eta_1 = 0,4 + 0,6 \cdot \rho / 2200$

$$(\rho - \text{gustoća lakog betona u kg/m}^3)$$

<sup>4)</sup> kod VB II, računске vrijednosti napona prijanjanja iznose 70% od vrijednosti za VB I

Prionljivost

## Pravila za armiranje prema standardu DIN 1045-1

### 2 Sidrenje armature (DIN 1045-1, 12.6)

#### 2.1 Osnovne vrijednosti dužine sidrenja $l_b$ (DIN 1045-1, 12.6.2 (2)) ( $d_s \leq 32\text{mm}$ )

$$l_b = \frac{d_s}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{bd}}$$

gdje je:

 $d_s$  prečnik armature $f_{yd}$  računski granica velikih izduženja armaturnog čelika $f_{bd}$  računski vrijednost napona prijanjanja (vidi 1.2)

#### Osnovne vrijednosti dužine sidrenja u odnosu na prečnik armature: $l_b / d_s$ ( $d_s \leq 32\text{mm}$ )

Beton C	12/15	16/20	20/25	25/30	30/37	35/45	40/50	45/55	50/60	55/67	60/75	70/85	80/95	90/105	100/115
$l_b / d_s$ (VBI)	66	54	47	40	36	32	30	27	25	25	24	23	23	22	22
$l_b / d_s$ (VBII)	94	78	67	58	51	46	42	39	36	35	35	33	33	32	31

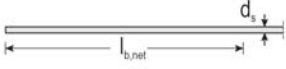
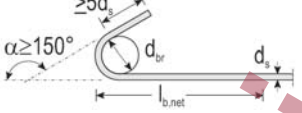
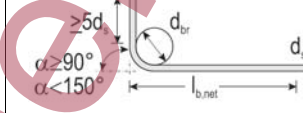
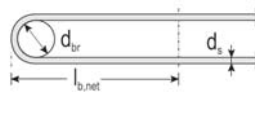
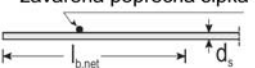
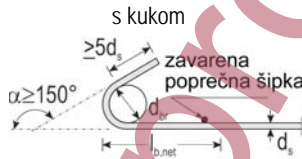
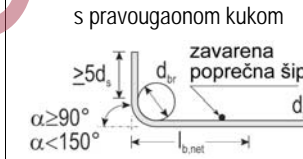
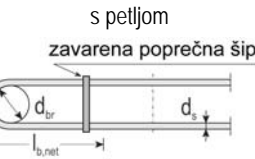

#### 2.2 Potrebna dužina sidrenja $l_{b,net}$ (DIN 1045-1, 12.6.2 (3))

$$l_{b,net} = \alpha_a \cdot l_b \cdot \frac{A_{s,pot}}{A_{s,usv}} \geq l_{b,min}$$

gdje je:

 $\alpha_a$  koeficijent kojim uzima u obzir način sidrenja (vidi 2.3) $l_b$  osnovna vrijednost dužine sidrenja $A_{s,pot}$  proračunski potrebna površina armature $A_{s,usv}$  usvojena površina armature $l_{b,min}$  najmanja vrijednost dužine sidrenja:=  $0,3 \cdot \alpha_a \cdot l_b \geq 10 \cdot d_s$  za sidrenje zategnutih šipki=  $0,6 \cdot l_b \geq 10 \cdot d_s$  za sidrenje pritisnutih šipki

#### 2.3 Dopuštene vrste i načini sidrenja sa pripadajućim koeficijentima $\alpha_a$ (DIN 1045-1, Tabela 26)

Način sidrenja		koeficijent $\alpha_a$	
		zategnute šipke <sup>1)</sup>	pritisnute šipke
1	Ravna šipka 	1,0	1,0
2	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>s kukom</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>s pravougaonom kukom</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>s petljom</p>  </div> </div>	0,7 <sup>2)</sup> (1,0)	-
3	Ravna šipka s najmanje jednom poprečno zavarenom šipkom u području $l_{b,net}$ 	0,7	0,7
4	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>s kukom</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>s pravougaonom kukom</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>s petljom</p>  </div> </div> <p>najmanje s jednom poprečno zavarenom šipkom u području <math>l_{b,net}</math></p>	0,5 (0,7)	-
5	Ravna šipka s najmanje dvije poprečno zavarene šipke u području $l_{b,net}$ Dozvoljeno samo kod pojedinačnih šipki $d_s \leq 16\text{ mm}$ i duplih šipki $d_s \leq 12\text{ mm}$ 	0,5	0,5

<sup>1)</sup> Vrijednosti u zgradama vrijede u slučajevima:

- kada je u području povijanja šipke, debljina zaštitnog sloja, okomito na ravan povijanja  $< 3 \cdot d_s$  ili
- kada nema poprečnog pritiska, ili
- kada nema gustog pokrivanja uzengijama

<sup>2)</sup> kod sidrenja petljom, kada je prečnik savijanja  $d_{br} \geq 15 \cdot d_s$ ,  $\alpha_a$  se smije smanjiti na 0,5

## 2.4 Potrebna poprečna armatura u području sidrenja (DIN 1045-1, 12.6.3)

U području sidrenja armature moraju se preuzeti lokalni poprečni naponi zatezanja, da bi se spriječilo cijepanje betona uslijed pucanja. Smatra se da je ovo ispunjeno kada:

- konstrukcijske mjere ili drugi povoljni uticaji (npr. poprečni pritisak) onemogućavaju cijepanje betona
- su kod greda i stubova ugrađene uzengije a kod ploča poprečna armatura, prema DIN 1045-1, 13

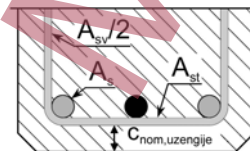
Kod šipki prečnika  $d_s > 32$  mm bez poprečnog pritiska u području sidrenja potrebna je najmanje sljedeća dodatna poprečna armatura:

- paralelno s površinom betona:  $A_{st} = n_1 \cdot 0,25 \cdot A_s$
- okomito na površinu betona:  $A_{sv} = n_2 \cdot 0,25 \cdot A_s$

gdje je:

- $A_s$  površina poprečnog presjeka jedne usidrene šipke
- $n_1$  broj slojeva armature koje treba usidriti u istom presjeku
- $n_2$  broj šipki armature koju treba usidriti, u svakom sloju

- Poprečna armatura razmješta se ravnomjerno u području sidrenja na razmacima koji iznose približno peterostruku vrijednost prečnika armature koju treba usidriti



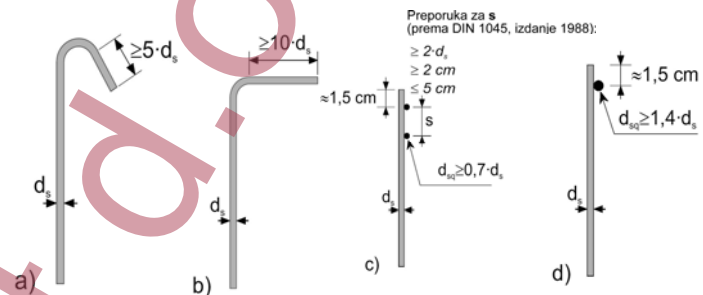
- usidrena armatura
- armatura koja prolazi

## 2.5 Sidrenje uzengija i poprečne armature (DIN 1045-1, 12.7)

Sidrenje uzengija i poprečne armature izvodi se sa:

- Kukom (a)
- Pravougaonom kukom (b)
- Zavarenom poprečnom šipkom (c, d)

Sidrenje (a, b, c, d), u području pritiska izvodi se između težišta površine pritisnute zone i pritisnutog ruba; smatra se da je ovo pravilo ispunjeno kada je poprečna armatura postavljena čitavom visinom



Preporuka za s  
(prema DIN 1045, izdanje 1988):

- $\geq 2 \cdot d_s$
- $\geq 2$  cm
- $\leq 5$  cm

Raspored armature za sidrenje, u području zatezanja izvodi se što je moguće bliže rubu zatezanja.

Uzengije moraju obaviti zategnutu armaturu.

Kod armatura za sidrenje sa zavarenom poprečnom šipkom (c, d) potreban je još jedan bočni zaštitni sloj betona:

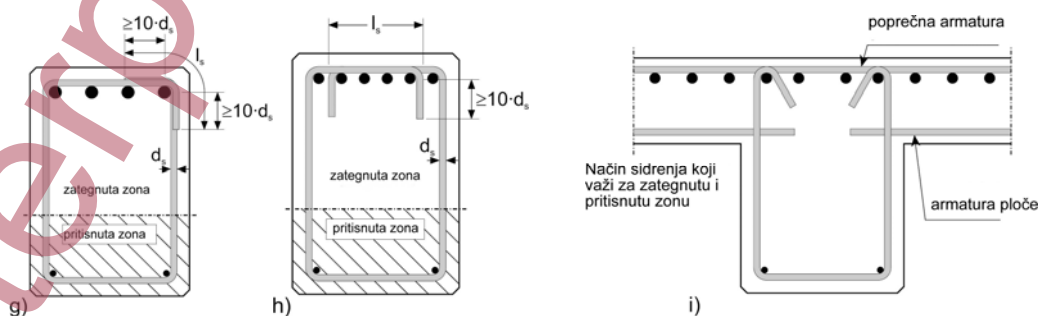
$$C_{min} \geq 3 \cdot d_s \quad (d_s - \text{prečnik uzengije})$$

$$\geq 5 \text{ cm}$$

Kod greda se uzengije zatvaraju na sljedeći način:

- Pritisnuta zona: prema slikama e i f
- Zategnuta zona: prema slikama g i h

Kod greda u sklopu ploče, uzengije se zatvaraju poprečnom armaturom prema slici i, ukoliko je  $V_{Ed} \leq 2/3 \cdot V_{Rd,max}$



Način sidrenja koji važi za zategnutu i pritisnutu zonu

armatura ploče

## Pravila za armiranje prema standardu DIN 1045-1

### 3 Preklop (DIN 1045-1, 12.8)

Preklopom se mora obezbijediti

- prenošenje sila sa jedne šipke na drugu
- da ne dođe do odlamanja betona u blizini preklopa
- preklapanje armature  $d_s > 32$  mm dopušteno je samo u elementima koji su pretežno opterećeni savijanjem

Mehanički preklopi su regulisani atestima.

Zavareni preklopi se izvode prema DIN 4099-1; vidjeti također ISB-radni list br.10

#### 3.1 Preklop armature

- puni preklopi ne treba da se nalaze u područjima velikih napona
- kod proračuna presječnih sila prema teoriji plastičnosti (DIN 1045-1, 8.4) i nelinearnim postupkom (DIN 1045-1, 8.5), nisu dopušteni nastavci u plastičnim područjima
- Preklop šipki treba po mogućnosti izvoditi sa podužnim smicanjem, s tim da dužina pomaka iznosi  $\geq 1,3 \cdot l_s$ . Potrebne mjere su prikazane na slici desno



#### 3.1.1 Dužina preklopa $l_s$ (DIN 1045-1, 12.8.2)

$$l_s = l_{b,net} \cdot \alpha_1 \geq l_{s,min}$$

$$l_{b,net} = \alpha_a \cdot l_b \cdot \frac{A_{s,pot}}{A_{s,usv}} \geq l_{b,min}$$

$l_{b,net}$  dužina sidrenja prema 2.2

$l_{s,min}$  min. dužina nastavljanja

$$= 0,3 \cdot \alpha_a \cdot \alpha_1 \cdot l_b \geq 15 \cdot d_s \text{ i } \geq 200 \text{ mm}$$

$\alpha_1$  koeficijent udjela preklopa prema 3.1.2

$\alpha_a$  koeficijent načina sidrenja prema 2.3, ali ne smije se uzeti u obzir uticaj poprečne zavarene šipke

$l_b$  osnovna vrijednost dužine sidrenja prema 2.1

$A_{s,pot}$  potrebna površina armature koja se sidri

$A_{s,usv}$  usvojena površina armature koja se sidri

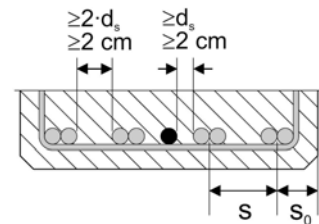
Ukoliko je svijetli razmak šipki koje se preklapaju  $\geq 4 \cdot d_s$  (vidi sliku 3.1), onda dužinu preklopa treba povećati proporcionalno prekoračenju.

#### 3.1.2 Koeficijent udjela preklopa $\alpha_1$ (DIN 1045-1, tablica 27)

		koeficijent $\alpha_1$	
		$\leq 33 \%$	$> 33 \%$
1	Udio nastavljenih šipki u jednom sloju, koje nisu smaknute	$\leq 33 \%$	$> 33 \%$
2	nastavljanje u području zatezanja	$d_s < 16 \text{ mm}$ 1,2 <sup>1)</sup>	$d_s < 16 \text{ mm}$ 1,4 <sup>1)</sup>
3		$d_s \geq 16 \text{ mm}$ 1,4 <sup>1)</sup>	$d_s \geq 16 \text{ mm}$ 2,0 <sup>2)</sup>
4	nastavljanje u području pritiska	1,0	1,0

<sup>1)</sup> kada je  $s \geq 10 \cdot d_s$  i  $s_0 \geq 5 \cdot d_s$  onda je  $\alpha_1 = 1,0$

<sup>2)</sup> kada je  $s \geq 10 \cdot d_s$  i  $s_0 \geq 5 \cdot d_s$  onda je  $\alpha_1 = 1,4$



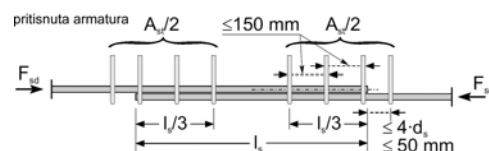
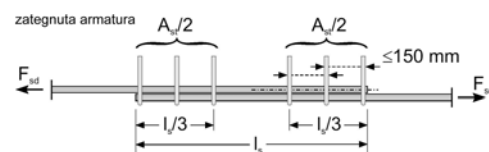
○ preklapljen armatura

● armatura koja prolazi

#### 3.1.3 Poprečna armatura $A_{st}$ kod preklopa (DIN 1045-1, 12.8.3)

- potrebna poprečna armatura:  $A_{st} \geq 1,0 \cdot A_s$  gdje je  $A_s$  površina jedne preklapljenih šipke, mjerodavna je najveća vrijednost
- poprečna armatura mora obuhvatiti uzdužnu; ukoliko je:
  - $s < 12 \cdot d_s$  onda su potrebne uzengije
  - $s \geq 12 \cdot d_s$  onda poprečna armatura može biti ravna šipka
- poprečna armatura prema DIN 1045-1,13 zadovoljava, ukoliko je:
  - $d_s < 16 \text{ mm}$  za marke betona do C 55/67 i LC 45/50
  - $d_s < 12 \text{ mm}$  za marke betona od C 60/75 i LC 50/55
  - je broj preklapljenih šipki  $< 20\%$
- za marke betona od C 70/85 odnosno kod višeslojne armature i udjela preklapljenih šipki  $> 50\%$  po sloju, važi: potrebna poprečna armatura uzengijama  $A_{st} \geq \sum A_s$ , gdje je  $\sum A_s$  površina svih preklapljenih šipki

\*Napomena: Misli se na poprečnu armaturu u istoj ravni!



Pravila za armiranje  
prema standardu DIN 1045-1

17

3.1.4 Dužine preklopa  $l_s$  za sve vrste betona i prečnike armature3.1.4 a Dužine preklopa  $l_s$  za betone C12/15, C16/20, C20/25 i C25/30

U tablicama poglavlja 3.1.4 važi:  $\frac{a_{s,pot}}{a_{s,usv}} = 1,0$

obratiti pažnju na  $l_{s,min}$  (vidi 3.1.1)!

Marka betona	Prečnik $d_s$ [mm]	Potrebna dužina preklopa $l_s$ armature [cm]							
		Udio preklopljenih šipki $\leq 33\%$				Udio preklopljenih šipki $> 33\%$			
		$s \geq 10 d_s$ i $s_0 \geq 5 d_s$		$s < 10 d_s$ ili $s_0 < 5 d_s$		$s \geq 10 d_s$ i $s_0 \geq 5 d_s$		$s < 10 d_s$ ili $s_0 < 5 d_s$	
		VB I	VB II	VB I	VB II	VB I	VB II	VB I	VB II
C 12/15	6	41	59	49	71	41	59	57	83
	8	54	79	65	95	54	79	76	111
	10	68	99	82	119	68	99	95	138
	12	82	119	98	142	82	119	114	166
	14	95	138	114	166	95	138	133	194
	16	109	158	152	221	152	221	217	316
	20	136	198	190	277	190	277	272	395
	25	170	247	238	346	238	346	340	494
	28	190	277	266	387	266	387	380	553
	32	217	316	304	443	304	443	435	632
	40	295	430	414	602	414	602	591	859
50	414	603	580	844	580	844	829	1205	
C 16/20	6	33	47	39	56	33	47	46	65
	8	43	62	52	75	43	62	61	87
	10	54	78	65	93	54	78	76	109
	12	65	93	78	112	65	93	91	130
	14	76	109	91	130	76	109	107	152
	16	87	124	122	174	122	174	174	248
	20	109	155	152	217	152	217	217	311
	25	136	194	190	272	190	272	272	388
	28	152	217	213	304	213	304	304	435
	32	174	248	243	348	243	348	348	497
	40	236	338	331	473	331	473	473	675
50	331	473	464	663	464	663	663	947	
C 20/25	6	28	41	34	49	28	41	40	57
	8	38	54	45	65	38	54	53	76
	10	47	68	57	82	47	68	66	95
	12	57	82	68	98	57	82	79	114
	14	66	95	79	114	66	95	93	133
	16	76	109	106	152	106	152	151	217
	20	95	136	132	190	132	190	189	272
	25	118	170	165	238	165	238	236	340
	28	132	190	185	266	185	266	265	380
	32	151	217	212	304	212	304	302	435
	40	205	295	288	414	288	414	411	591
50	288	414	403	580	403	580	576	829	
C 25/30	6	24	34	29	41	24	34	34	48
	8	32	46	39	55	32	46	45	64
	10	40	57	48	69	40	57	56	80
	12	48	69	58	82	48	69	68	96
	14	56	80	68	96	56	80	79	112
	16	64	92	90	128	90	128	129	183
	20	81	114	113	160	113	160	161	229
	25	101	143	141	200	141	200	201	286
	28	113	160	158	224	158	224	225	320
	32	129	183	180	256	180	256	258	366
	40	175	249	245	348	245	348	350	497
50	245	349	344	488	344	488	491	698	

Preklop šipki

Bewehren von Stahlbetontragwerken nach DIN 1045-1:2001-07, Arbeitsblätter, Institut für Stahlbetonbewehrung e.V.

## Pravila za armiranje prema standardu DIN 1045-1

### 3.1.4 b Dužine preklopa $l_s$ za betone C30/37, C35/45, C40/50 i C45/55

U tablicama poglavlja 3.1.4 važi:  $\frac{a_{s,pot}}{a_{s,usv}} = 1,0$

obratiti pažnju na  $l_{s,min}$  (vidi 3.1.1)!

Marka betona	Prečnik $d_s$ [mm]	Potrebna dužina preklopa $l_s$ armature [cm]							
		Udio preklapljenih šipki $\leq 33\%$				Udio preklapljenih šipki $> 33\%$			
		$s \geq 10 d_s$ i $s_0 \geq 5 d_s$		$s < 10 d_s$ ili $s_0 < 5 d_s$		$s \geq 10 d_s$ i $s_0 \geq 5 d_s$		$s < 10 d_s$ ili $s_0 < 5 d_s$	
		VB I	VB II	VB I	VB II	VB I	VB II	VB I	VB II
C 30/37	6	22	31	26	37	22	31	30	43
	8	29	41	35	50	29	41	41	58
	10	36	52	43	62	36	52	51	72
	12	43	62	52	75	43	62	61	87
	14	51	72	61	87	51	72	71	101
	16	58	83	81	116	81	116	116	166
	20	72	104	101	145	101	145	145	207
	25	91	129	127	181	127	181	181	259
	28	101	145	142	203	142	203	203	290
	32	116	166	162	232	162	232	232	331
40	158	225	221	315	221	315	315	450	
50	221	316	309	442	309	442	442	631	
C 35/45	6	19	27	23	33	19	27	27	38
	8	26	36	31	43	26	36	36	51
	10	32	45	38	54	32	45	45	63
	12	38	54	46	65	38	54	54	76
	14	45	63	54	76	45	63	63	89
	16	51	72	72	101	72	101	102	145
	20	64	91	90	127	90	127	128	181
	25	80	113	112	159	112	159	160	226
	28	90	127	125	178	125	178	179	254
	32	102	145	143	203	143	203	205	290
40	139	197	195	276	195	276	278	394	
50	195	276	273	387	273	387	390	552	
C 40/50	6	18	25	21	30	18	25	25	35
	8	24	33	28	40	24	33	33	47
	10	29	42	35	50	29	42	41	59
	12	35	50	42	60	35	50	49	70
	14	41	59	49	70	41	59	58	82
	16	47	67	66	94	66	94	94	134
	20	59	84	82	117	82	117	118	167
	25	73	105	103	146	103	146	147	209
	28	82	117	115	164	115	164	165	234
	32	94	134	132	187	132	187	188	268
40	128	182	179	254	179	254	255	364	
50	179	255	251	357	251	357	358	510	
C 45/55	6	16	23	20	28	16	23	23	33
	8	22	31	26	37	22	31	30	43
	10	27	39	33	47	27	39	38	54
	12	33	47	39	56	33	47	46	65
	14	38	54	46	65	38	54	53	76
	16	43	62	61	87	61	87	87	124
	20	54	78	76	109	76	109	109	155
	25	68	97	95	136	95	136	136	194
	28	76	109	107	152	107	152	152	217
	32	87	124	122	174	122	174	174	248
40	118	169	165	236	165	236	236	338	
50	166	237	232	331	232	331	331	473	

Pravila za armiranje  
prema standardu DIN 1045-1

19

3.1.4 c Dužine preklopa  $l_s$  za betone C50/60, C55/67, C60/75 i C70/85

U tablicama poglavlja 3.1.4 važi:  $\frac{a_{s,pot}}{a_{s,usv}} = 1,0$

obratiti pažnju na  $l_{s,min}$  (vidi 3.1.1)!

Marka betona	Prečnik $d_s$ [mm]	Potrebna dužina preklopa $l_s$ armature [cm]							
		Količina preklapljenе armature $\leq 33\%$				Količina preklapljenе armature $> 33\%$			
		$s \geq 10 d_s$ i $s_0 \geq 5 d_s$		$s < 10 d_s$ ili $s_0 < 5 d_s$		$s \geq 10 d_s$ i $s_0 \geq 5 d_s$		$s < 10 d_s$ ili $s_0 < 5 d_s$	
		VB I	VB II	VB I	VB II	VB I	VB II	VB I	VB II
C 50/60	6	15	22	18	26	15	22	21	30
	8	20	29	24	35	20	29	28	41
	10	25	36	30	43	25	36	35	51
	12	30	43	36	52	30	43	42	61
	14	35	51	42	61	35	51	50	71
	16	40	58	57	81	57	81	81	116
	20	51	72	71	101	71	101	101	145
	25	63	91	88	127	88	127	126	181
	28	71	101	99	142	99	142	142	203
	32	81	116	113	162	113	162	162	232
	40	110	158	154	221	154	221	220	315
50	154	221	216	309	216	309	308	442	
C 55/67	6	15	21	18	25	15	21	21	29
	8	20	28	24	34	20	28	28	39
	10	25	35	30	42	25	35	35	49
	12	30	42	36	50	30	42	42	59
	14	35	49	42	59	35	49	48	69
	16	40	56	55	79	55	79	79	112
	20	49	70	69	98	69	98	99	140
	25	62	88	86	123	86	123	124	175
	28	69	98	97	137	97	137	138	196
	32	79	112	111	157	111	157	158	224
	40	107	152	150	213	150	213	215	305
50	151	214	211	299	211	299	301	428	
C 60/75	6	14	20	17	24	14	20	20	29
	8	19	27	23	33	19	27	27	38
	10	24	34	29	41	24	34	34	48
	12	29	41	35	49	29	41	41	57
	14	34	48	41	57	34	48	47	67
	16	39	54	54	76	54	76	77	109
	20	48	68	68	95	68	95	97	136
	25	60	85	85	119	85	119	121	170
	28	68	95	95	133	95	133	135	190
	32	77	109	108	152	108	152	15	217
	40	105	148	147	207	147	207	210	295
50	147	207	206	290	206	290	295	414	
C 70/85	6	14	20	17	24	14	20	19	28
	8	19	26	22	32	19	26	26	37
	10	23	33	28	40	23	33	32	46
	12	28	40	33	47	28	40	39	55
	14	32	46	39	55	32	46	45	65
	16	37	53	52	74	52	74	74	105
	20	46	66	65	92	65	92	93	132
	25	58	82	81	115	81	115	116	165
	28	65	92	91	129	91	129	130	184
	32	74	105	104	148	104	148	148	211
	40	101	143	141	201	141	201	201	286
50	141	201	197	281	197	281	282	402	

Preklop šipki

20

Pravila za armiranje  
prema standardu DIN 1045-1

3.1.4 d Dužine preklopa  $l_s$  za betone C80/95, C90/105 i C100/115

U tablicama poglavlja 3.1.4 važi:  $\frac{a_{s,pot}}{a_{s,usv}} = 1,0$

obratiti pažnju na  $l_{s,min}$  (vidi 3.1.1)!

Marka betona	Prečnik $d_s$ [mm]	Potrebna dužina preklopa $l_s$ armature [cm]							
		Udio preklopljenih šipki $\leq 33\%$				Udio preklopljenih šipki $> 33\%$			
		$s \geq 10 d_s$ i $s_0 \geq 5 d_s$		$s < 10 d_s$ ili $s_0 < 5 d_s$		$s \geq 10 d_s$ i $s_0 \geq 5 d_s$		$s < 10 d_s$ ili $s_0 < 5 d_s$	
		VB I	VB II	VB I	VB II	VB I	VB II	VB I	VB II
C 80/95	6	14	19	16	23	14	19	19	27
	8	18	26	22	31	18	26	25	36
	10	23	32	27	38	23	32	32	45
	12	27	38	33	46	27	38	38	54
	14	32	45	38	54	32	45	44	63
	16	36	51	51	72	51	72	72	102
	20	45	64	63	90	63	90	91	128
	25	57	80	79	112	79	112	113	160
	28	63	90	89	125	89	125	127	179
	32	72	102	101	143	101	143	145	205
	40	98	139	138	195	138	195	197	278
50	138	195	193	273	193	273	276	390	
C 90/105	6	13	19	16	23	13	19	19	27
	8	18	26	21	31	18	26	25	36
	10	22	32	27	38	22	32	31	45
	12	27	38	32	46	27	38	37	54
	14	31	45	37	54	31	45	43	63
	16	35	51	50	72	50	72	71	102
	20	44	64	62	90	62	90	89	128
	25	55	80	78	112	78	112	111	160
	28	62	90	87	125	87	125	124	179
	32	71	102	99	143	99	143	142	205
	40	96	139	135	195	135	195	193	278
50	135	195	189	273	189	273	271	390	
C 100/115	6	13	19	16	23	13	19	19	27
	8	18	26	21	31	18	26	25	36
	10	22	32	27	38	22	32	31	45
	12	27	38	32	46	27	38	37	54
	14	31	45	37	54	31	45	43	63
	16	35	51	50	72	50	72	71	102
	20	44	64	62	90	62	90	89	128
	25	55	80	78	112	78	112	111	160
	28	62	90	87	125	87	125	124	179
	32	71	102	99	143	99	143	142	205
	40	96	139	135	195	135	195	193	278
50	135	195	189	273	189	273	271	390	



## 3.1.5 Dužine preklopa snopa armature (DIN 1045-1, 12.9)

## Opšte odredbe

- a) dužina preklopa se računa sa  $d_{sv}$   
(zamjenski prečnik jedne šipke čija površina odgovara snopu):

$$d_{sv} = d_s \cdot \sqrt{n}$$

- b)  $d_{sv} \leq 36$  mm (konstrukcijski element opterećen pretežno na zatezanje)  
 $d_{sv} \leq 28$  mm (od C70/85)  
kod lakog betona:  $d_s$  (pojedinačna šipka)  $\leq 20$  mm

- c) kombinacije  $d_s$  (n istih prečnika šipki)

n = 2		n = 3	
$d_s$ mm	$d_{sv}$ mm	$d_s$ mm	$d_{sv}$ mm
28	39,6	28	48,5
25	35,4	25	43,3
20	28,3	20	34,6
16	22,6	16	27,7
14	19,8	14	24,2
12	17,0	12	20,8
10	14,1	10	17,3

- d) Snopovi armature od dvije šipke, sa  $d_{sv} \leq 28$  mm mogu se nastavljati bez podužnog smicanja pojedinačnih šipki; proračun dužine  $l_s$  se tada provodi sa  $d_{sv}$

- e) Kod snopova armature sa dvije šipke sa  $d_{sv} > 28$  mm i kod snopova sa tri šipke, pojedine šipke treba preklapati sa smicanjem od najmanje  $1,3 l_s$  u podužnom pravcu, pri čemu se u svakome presjeku nastavljanog snopa armature smiju nalaziti najviše četiri šipke; proračun dužine  $l_s$  se tada provodi sa prečnicima pojedinačnih šipki.

## Načini sidrenja

vidi DIN 1045-1, 12.9, slike 62 i 63

## Proračun dužine preklopa

Osnove:	Tablice 3.1.4 a, b, c, d
Način primjene:	a) Zavisno od marke betona, prionljivosti i udjela preklapljenih šipki, izabrati prvi manji prečnik šipke i izračunati $l_s$ b) Vrijednost $l_s$ podijeliti sa odgovarajućim prečnikom šipke i pomnožiti sa $d_{sv}$
Primjer:	<p>Snop armature od 2 · 16 mm <math>d_{sv} = 22,6</math> mm C40/50, VB I, preklapljeno <math>\leq 30\%</math>, <math>s &lt; 10 d_s</math> <math>l_{s20} = 82</math> cm (iz tablica) <math>l_{s22,6} = 82 \cdot \frac{22,6}{20} \approx 93</math> cm</p>

## Pravila za armiranje prema standardu DIN 1045-1

### 3.2 Preklop mrežaste armature (DIN 1045-1, 12.8.4)

#### 3.2.1 Vrste preklopa

DIN 1045-1, 12.8.4 obuhvata samo standardni preklop mreža za armiranje u dva nivoa.

#### Preklop u dva nivoa (standardni preklop)

- Puni preklopi za mrežastu armaturu: dozvoljen za  $a_s \leq 12 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Mrežasta armatura sa  $a_s > 12 \text{ cm}^2/\text{m}$  smije se preklopiti
  - samo ako čini unutrašnji sloj kod višeslojno složene armature
  - kada udio preklopljene mrežaste armature iznosi  $\leq 60\%$  potrebne armature
- Kod višeslojne mrežaste armature, moraju se preklopi pojedinačnih slojeva smaknuti najmanje za  $1,3 \cdot l_s$
- Nije potrebna dodatna poprečna armatura u području preklopa
- Ukoliko je na mjestu preklopa mrežaste armature potrebno provesti dokaz na naprsline, neophodno je zbog toga povećati napone u armaturi za 25%
- Dužina preklopa u pritisnutoj zoni iznosi:  $l_s \geq l_b$  ( $l_b$  prema 3.1.1)



U principu su mogući i drugi preklopi, s tim da se pri proračunu dužine preklopa koriste pravila koja vrijede za armaturene šipke, znači bez uzimanja u obzir činjenice da se u zoni preklopa nalazi zavareni poprečni štap. Radi se o sljedećim preklopima:

- Preklop u jednoj ravni sa primjenjenim mrežama (nosivi štapovi u jednoj ravni)
- Preklop u jednoj ravni sa nastavcima koji odgovaraju dužini  $l_s$  (posebno kod listnatih mreža)

Napomena:

Teoretski je također moguć preklop u dva nivoa sa uzengijama, kako je dato u DIN 1045, izdanje 1988.

#### 3.2.2 Dužina preklopa $l_s$ mrežaste armature kod preklopa u dva nivoa (DIN 1045-1, 12.8.4(2))

$$l_s = l_b \cdot \alpha_2 \cdot \frac{a_{s,pot}}{a_{s,usv}} \geq l_{s,min}$$

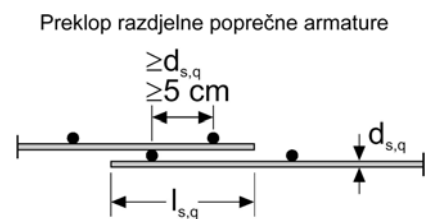
$l_b$	osnovna vrijednost dužine sidrenja prema 2.1
$\alpha_2$	koefficient kojim se uzima u obzir porečni presjek mreže $= 0,4 + a_{s,pot}/8 \geq 1,0$ $\leq 2,0$
$a_{s,pot}$	proračunski potrebna površina armature u $\text{cm}^2/\text{m}$
$a_{s,usv}$	usvojena (odabrana) površina armature u $\text{cm}^2/\text{m}$
$l_{s,min}$	min. dužina nastavljanja: $= 0,3 \cdot \alpha_2 \cdot l_b \geq s_q$ $\geq 200 \text{ mm}$
$s_q$	razmak (zavarenih) poprečnih štapova

#### 3.2.3 Dužina preklopa zavarenih poprečnih štapova (Preklop razdjelne armature; DIN 1045-1, 12.8.4(5))

- Ako poprečna armatura mreža statički nije potrebna, tada se ona kod ploča i zidova može preklopiti na jednom mjestu
- U području preklopa  $l_{s,q}$  moraju ležati najmanje dvije podužne šipke
- Minimalna dužina preklopa  $l_{s,q}$  zavisi od prečnika šipki:

$d_s \leq 6 \text{ mm}$ :	$l_{s,q} \geq 150 \text{ mm}$	$i \geq s_i$
$6 \text{ mm} < d_s \leq 8,5 \text{ mm}$ :	$l_{s,q} \geq 250 \text{ mm}$	$i \geq s_i$
$8,5 \text{ mm} < d_s \leq 12 \text{ mm}$ :	$l_{s,q} \geq 350 \text{ mm}$	$i \geq s_i$
$d_s > 12 \text{ mm}$ :	$l_{s,q} \geq 500 \text{ mm}$	$i \geq s_i$

$s_i$  - razmak podužnih šipki



**Pravila za armiranje  
prema standardu DIN 1045-1**

23

**3.2.4 a Dužine preklopa l\* za nosive preklape u dva nivoa za betone C12/15 do C30/37**

U tablicama poglavlja 3.2.4 važi:  $\frac{a_{s,pot}}{a_{s,msv}} = 1,0$

obratiti pažnju na  $l_{s,min}$  (vidi 3.1.1)!

Q – mreže	l* u području prionljivosti I										l* u području prionljivosti II									
	Nosivi preklap Podužni pravac					Nosivi preklap Poprečni pravac					Nosivi preklap Podužni pravac					Nosivi preklap Poprečni pravac				
	C12	C16	C20	C25	C30	C12	C16	C20	C25	C30	C12	C16	C20	C25	C30	C12	C16	C20	C25	C30
Q 188 A	40	33	29	25	22	40	33	29	25	22	57	47	41	35	31	57	47	41	35	31
Q 257 A	47	39	33	29	26	47	39	33	29	26	66	55	47	41	36	66	55	47	41	36
Q 335 A	53	44	38	33	29	53	44	38	33	29	76	63	54	47	41	76	63	54	47	41
Q 377 A	56	47	40	35	31	50	50	50	50	50	80	66	57	49	44	66	55	50	50	50
Q 513 A	68	57	49	42	37	55	50	50	50	50	97	80	69	60	53	78	64	56	50	50

R – mreže	l* u području prionljivosti I										l* u području prionljivosti II									
	Nosivi preklap Podužni pravac					Nosivi preklap Poprečni pravac					Nosivi preklap Podužni pravac					Nosivi preklap Poprečni pravac				
	C12	C16	C20	C25	C30	C12	C16	C20	C25	C30	C12	C16	C20	C25	C30	C12	C16	C20	C25	C30
R 188 A	40	33	29	25	22	40	33	29	25	22	57	47	41	35	31	57	47	41	35	31
R 257 A	47	39	33	29	26	40	33	29	25	22	66	55	47	41	36	57	47	41	35	31
R 335 A	53	44	38	33	29	40	33	29	25	22	76	63	54	47	41	57	47	41	35	31
R 377 A	56	47	40	35	31	40	33	29	25	22	80	66	57	49	44	57	47	41	35	31
R 513 A	68	57	49	42	37	40	33	29	25	22	97	80	69	60	53	57	47	41	35	31

**3.2.4 Preklap izražen preko polja, za preklape u dva nivoa (važi za neizrezane mreže prema programu isporuke)**

Q – mreže	Broj preklapljenih polja u području prionljivosti I										Broj preklapljenih polja u području prionljivosti II									
	Nosivi preklap Podužni pravac					Nosivi preklap Poprečni pravac					Nosivi preklap Podužni pravac					Nosivi preklap Poprečni pravac				
	C12	C16	C20	C25	C30	C12	C16	C20	C25	C30	C12	C16	C20	C25	C30	C12	C16	C20	C25	C30
Q 188 A	2	1	1	1	1	3	2	2	2	2	3	2	2	1	1	4	3	3	2	2
Q 257 A	2	2	1	1	1	3	3	2	2	2	3	3	2	2	1	4	4	3	3	3
Q 335 A	3	2	2	1	1	4	3	3	2	2	4	3	3	2	2	5	4	4	3	3
Q 377 A	4	3	2	2	1	3	3	3	3	3	6	5	4	3	3	4	4	3	3	3
Q 513 A	5	4	3	3	2	4	3	3	3	3	8	6	5	4	4	5	4	4	3	3

R – mreže	Broj preklapljenih polja u području prionljivosti I										Broj preklapljenih polja u području prionljivosti II									
	Nosivi preklap Podužni pravac					Preklap razdjelne armature Poprečni pravac					Nosivi preklap Podužni pravac					Preklap razdjelne armature Poprečni pravac				
	C12	C16	C20	C25	C30	C12	C16	C20	C25	C30	C12	C16	C20	C25	C30	C12	C16	C20	C25	C30
R 188 A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R 257 A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
R 335 A	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
R 377 A	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1
R 513 A	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1

## Pravila za armiranje prema standardu DIN 1045-1

### 3.2.4 b Dužine preklopa $l^*$ za nosive prekele u dva nivoa za betone C35/45 do C55/67

U tablicama poglavlja 3.2.4 važi:  $\frac{a_{s,pot}}{a_{s,usv}} = 1,0$

obratiti pažnju na  $l_{s,min}$  (vidi 3.1.1)!

Q – mreže	$l^*$ u području prionljivosti I										$l^*$ u području prionljivosti II									
	Nosivi preklop Podužni pravac					Nosivi preklop Poprečni pravac					Nosivi preklop Podužni pravac					Nosivi preklop Poprečni pravac				
	C35	C40	C45	C50	C55	C35	C40	C45	C50	C55	C35	C40	C45	C50	C55	C35	C40	C45	C50	C55
Q 188 A	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	28	26	24	22	22	28	26	24	22	22
Q 257 A	23	21	20	20	20	23	21	20	20	20	33	30	28	26	25	33	30	28	26	25
Q 335 A	26	24	22	21	20	26	24	22	21	20	37	34	32	30	29	37	34	32	30	29
Q 377 A	28	26	24	22	22	50	50	50	50	50	40	36	34	31	31	50	50	50	50	50
Q 513 A	34	31	29	27	26	50	50	50	50	50	48	44	41	38	37	50	50	50	50	50

R – mreže	$l^*$ u području prionljivosti I										$l^*$ u području prionljivosti II									
	Nosivi preklop Podužni pravac					Nosivi preklop Poprečni pravac					Nosivi preklop Podužni pravac					Nosivi preklop Poprečni pravac				
	C35	C40	C45	C50	C55	C35	C40	C45	C50	C55	C35	C40	C45	C50	C55	C35	C40	C45	C50	C55
R 188 A	25	25	25	25	25	20	20	20	20	20	28	26	25	25	25	28	26	24	22	22
R 257 A	25	25	25	25	25	20	20	20	20	20	33	30	28	26	25	28	26	24	22	22
R 335 A	26	25	25	25	25	20	20	20	20	20	37	34	32	30	29	28	26	24	22	22
R 377 A	28	26	25	25	25	20	20	20	20	20	40	36	34	31	31	28	26	24	22	22
R 513 A	34	31	29	27	26	20	20	20	20	20	48	44	41	38	37	28	26	24	22	22

### 3.2.4 Preklop izražen preko polja, za prekele u dva nivoa (važi za neizrezane mreže prema programu isporuke)

Q – mreže	Broj preklopljenih polja u području prionljivosti I										Broj preklopljenih polja u području prionljivosti II									
	Nosivi preklop Podužni pravac					Nosivi preklop Poprečni pravac					Nosivi preklop Podužni pravac					Nosivi preklop Poprečni pravac				
	C35	C40	C45	C50	C55	C35	C40	C45	C50	C55	C35	C40	C45	C50	C55	C35	C40	C45	C50	C55
Q 188 A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
Q 257 A	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
Q 335 A	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	3	2	2	2	2
Q 377 A	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	3	3	3	3	3
Q 513 A	2	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3

R – mreže	Broj preklopljenih polja u području prionljivosti I										Broj preklopljenih polja u području prionljivosti II									
	Nosivi preklop Podužni pravac					Preklop razdjelne armature Poprečni pravac					Nosivi preklop Podužni pravac					Preklop razdjelne armature Poprečni pravac				
	C35	C40	C45	C50	C55	C35	C40	C45	C50	C55	C35	C40	C45	C50	C55	C35	C40	C45	C50	C55
R 188 A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R 257 A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R 335 A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R 377 A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R 513 A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

**Pravila za armiranje  
prema standardu DIN 1045-1**

25

**3.2.4 c Dužine preklopa l\* za nosive preklape u dva nivoa za betone C60/75 do C100/115**

U tablicama poglavlja 3.2.4 važi:  $\frac{a_{s,pot}}{a_{s,msv}} = 1,0$

obratiti pažnju na  $l_{s,min}$  (vidi 3.1.1)!

Q – mreže	l* u području prionljivosti I										l* u području prionljivosti II									
	Nosivi preklap Podužni pravac					Nosivi preklap Poprečni pravac					Nosivi preklap Podužni pravac					Nosivi preklap Poprečni pravac				
	C60	C70	C80	C90	C100	C60	C70	C80	C90	C100	C60	C70	C80	C90	C100	C60	C70	C80	C90	C100
Q 188 A	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	21	21	20	20	21	21	20	20	20	
Q 257 A	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	25	24	23	23	22	25	24	23	23	22
Q 335 A	20	20	20	20	21	20	20	20	20	20	28	27	27	26	26	28	27	27	26	26
Q 377 A	21	20	20	20	22	50	50	50	50	50	30	29	28	28	27	50	50	50	50	50
Q 513 A	26	25	24	23	23	50	50	50	50	50	36	35	34	33	33	50	50	50	50	50

R – mreže	l* u području prionljivosti I										l* u području prionljivosti II									
	Nosivi preklap Podužni pravac					Nosivi preklap Poprečni pravac					Nosivi preklap Podužni pravac					Nosivi preklap Poprečni pravac				
	C60	C70	C80	C90	C100	C60	C70	C80	C90	C100	C60	C70	C80	C90	C100	C60	C70	C80	C90	C100
R 188 A	25	25	25	25	25	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	21	21	20	20	20
R 257 A	25	25	25	25	25	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	21	21	20	20	20
R 335 A	25	25	25	25	25	20	20	20	20	20	28	27	27	26	26	21	21	20	20	20
R 377 A	25	25	25	25	25	20	20	20	20	20	30	29	28	28	27	21	21	20	20	20
R 513 A	26	25	25	25	25	20	20	20	20	20	36	35	34	33	33	21	21	20	20	20

**3.2.4 Preklap izražen preko polja, za preklape u dva nivoa (važi za neizrezane mreže prema programu isporuke)**

Q – mreže	Broj preklopljenih polja u području prionljivosti I										Broj preklopljenih polja u području prionljivosti II									
	Nosivi preklap Podužni pravac					Nosivi preklap Poprečni pravac					Nosivi preklap Podužni pravac					Nosivi preklap Poprečni pravac				
	C60	C70	C80	C90	C100	C60	C70	C80	C90	C100	C60	C70	C80	C90	C100	C60	C70	C80	C90	C100
Q 188 A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q 257 A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1
Q 335 A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
Q 377 A	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3
Q 513 A	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3

R – mreže	Broj preklopljenih polja u području prionljivosti I										Broj preklopljenih polja u području prionljivosti II									
	Nosivi preklap Podužni pravac					Preklap razdjelne armature Poprečni pravac					Nosivi preklap Podužni pravac					Preklap razdjelne armature Poprečni pravac				
	C60	C70	C80	C90	C100	C60	C70	C80	C90	C100	C60	C70	C80	C90	C100	C60	C70	C80	C90	C100
R 188 A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R 257 A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R 335 A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R 377 A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R 513 A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

## Pravila za armiranje prema standardu DIN 1045-1

### Pravila za armiranje i oblikovanje

#### 1 Prethodne napomene

Da bi postigli prihvatljivu pouzdanost armirano-betonskih elementa potrebno ih je dokazati prema graničnim stanjima nosivosti i upotrebljivosti te ih oblikovati u skladu sa zahtjevima kojima se postiže trajnost. Pored ovoga prilikom oblikovanja armiranobetonskih elemenata potrebno je uzeti u obzir i razna specifična pravila za armiranje i konstruisanje pojedinih elemenata.

U drugoj tački ovog radnog lista navedena su opšta pravila za armiranje povezana sa graničnim prečnikom šipke, minimalni svijetli razmak šipki i savijanje čelika za armiranje. Detaljan opis pravila vezanih za uslove prionljivosti, dužine sidrenja, preklopi i drugo dat je u prethodnom poglavlju.

Preostale tačke ovog radnog lista obuhvataju specifična konstruktorska pravila za elemente koji su pretežno napregnuti na savijanje (grede, T-grede i ploče), stubovi, zidovi i visokostijeni nosači. Primjena ovih konstruktorskih pravila i posebnih pravila datih u zadnjoj tački ovog radnog lista nužna je pored ostalog da se, kod pojave prve naprsline, ne bi desio lom elementa bez najave (kriterij duktilnosti), da se obezbijedi odgovarajuća trajnost elemenata i da se preuzmu lokalni poprečni naponi na zatezanje, koji računski nisu uzeti u obzir.

Isto kao i u standardu DIN 1045-1 i ovdje će se principi pisati vertikalno, a pravila za primjenu i napomene će se pisati kurzivom.

Principi obuhvataju opšte stavove i definicije za koje ne postoji alternativa, kao i zahtjeve i analitičke modele za koje se ne dozvoljava alternativa, ukoliko to nije posebno navedeno.

*Pravila za primjenu su opšte prihvaćena pravila koja proizlaze iz principa i zadovoljavaju njihove zahtjeve. Dozvoljeno je korištenje alternativnih pravila, pod uslovom da se dokaže da su ona u saglasnosti sa relevantnim principima.*

#### 2 Opšta pravila za armiranje (DIN 1045-1, 12)

##### 2.1 Granični prečnik šipke, $d_s$ i najmanji svijetli razmak, $a$ (horizontalni i vertikalni), između paralelnih pojedinačnih štapova ili između redova, van područja preklopa <sup>a)</sup>

	Armatura u šipkama	Mrežasta armatura <sup>b)</sup>		Armaturni snop <sup>c)</sup>
	Pojedinačni štapovi	Pojedinačni štapovi u podužnom i u poprečnom pravcu	Dupli štapovi samo u podužnom pravcu	Pojedinačni štapovi u snopu ( $n \leq 3$ )
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
$d_s$	$\geq 6$ $\leq 40$ $> 32$ : samo kod debljine elementa $\geq 15d_s$		$\geq 5$ $\leq 12$	$\leq 28$ (normalni beton) $\leq 20$ (laki beton)
$d_{sv} = d_s \sqrt{n}$				$\leq 36$ (kod pretežnog naprezanja na zatezanje) $\leq 28$ ( $\geq C70/85$ )
$a$	$\geq 20$ $\geq d_s$ ( $d_{sv}$ )	odnosno $d_g + 5\text{mm}$ (za $d_g \geq 16\text{mm}$ )		

<sup>a)</sup> Za najmanji svijetli razmak u području preklopa vidi prethodna poglavlja (ISB radni list broj 7)

<sup>b)</sup> U opštem slučaju se duple šipke u mrežama tretiraju kao armaturni snopovi. Kod ograničenja širine naprsline bez direktnog proračuna, treba uzeti u obzir pravila data u DIN-u 1045-1, stav 11.2.3(8).

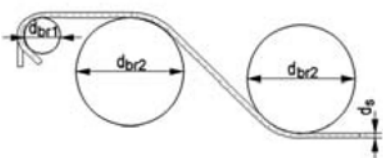
<sup>c)</sup> Kod lakog betona, armaturne snopove bi trebalo koristiti samo ako postoji odgovarajuće iskustvo ili rezultati istraživanja

## 2.2 Savijanje armaturnog čelika (DIN 1045-1, 12.3)

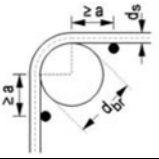
## 2.2.1 Opšte napomene / granični kriteriji

- *Armaturni čelik svih oblika isporuke je prilagođen za savijanje.*
- Savijanje armaturnog čelika treba vršiti odgovarajućim uređajima. Kod savijanja hladnim postupkom, čelik treba imati temperaturu najmanje 0°C (-5°C kod primjereno reducirane brzine savijanje).
- **Savijanje toplim postupkom** (temperatura  $\geq 500^\circ\text{C}$  ili užareno) smije se vršiti samo ako se kontroliše zagrijavanje (mjerenje temperature), ne smije se koristiti zagrijavanje autogenim aparatom i ne smije se dozvoliti mjestimično topljenje čelika. Rashlađivanje uvijek na zraku, nipošto tretman vodom.
- **Savijanje naprijed-nazad** predstavlja za čelik dodatno opterećenje. Pošto pri povratnom savijanju ne mogu biti zadržani isti uslovi, javljaju se jake hladne deformacije, eventualno čak naprsline u podnožju rebara. U svakom slučaju treba izbjeći izbočenja a pogotovo mehanička oštećenja.
- Potrebno je ograničenje prečnika savijanja, kako bi se isključilo odlamanje zaštitnog sloja betona ili njegovo oštećenje u području savijanja i naprsline u šipki zbog savijanja.

## 2.2.2 Najmanje vrijednosti prečnika savijanja kod jednostrukog savijanja (DIN 1045-1, Tablica 23)

	Kuke, pravougaone kuke, petlje [d <sub>br1</sub> ]		Kose ili druge povijene šipke [d <sub>br2</sub> ]		
	Prečnik šipke d <sub>s</sub>		Najmanja veličina zaštitnog sloja betona okomito na ravan savijanja		
	< 20 mm	≥ 20 mm	> 100 mm > 7 d <sub>s</sub>	> 50 mm > 3 d <sub>s</sub>	≤ 50 mm ≤ 3 d <sub>s</sub>
Normalni beton	4 d <sub>s</sub>	7 d <sub>s</sub>	10 d <sub>s</sub>	15 d <sub>s</sub>	20 d <sub>s</sub>
Laki beton	5 d <sub>s</sub>	9 d <sub>s</sub>	13 d <sub>s</sub>	20 d <sub>s</sub>	26 d <sub>s</sub>

2.2.3 Najmanje vrijednosti prečnika savijanja d<sub>br</sub> za armaturu savijenu nakon zavarivanja, kod jednostrukog savijanja (DIN 1045-1, Tablica 24)

	Pretežno miran uticaj		Uticaj koji nije pretežno miran	
	Zavarivanje van područja savijanja	Zavarivanje unutar područja savijanja	Zavarivanje na vanjskoj strani savijanja	Zavarivanje na unutrašnjoj strani savijanja
za a < 4 d <sub>s</sub>	20 d <sub>s</sub>	20 d <sub>s</sub>	100 d <sub>s</sub>	500 d <sub>s</sub>
za a ≥ 4 d <sub>s</sub>	Vrijednosti prema tabeli 2.2.2			

2.2.4 Savijanje naprijed-nazad armaturnih šipki i armaturnih mreža <sup>a)</sup>

Uslovi / parametri	Savijanje hladnim postupkom		Savijanje toplim postupkom
	Savijanje naprijed-nazad	Višekratno savijanje na istom mjestu	Savijanje naprijed-nazad
Pretežno miran uticaj	d <sub>s</sub>	≤ 14 mm	-
	d <sub>br</sub>	≥ 6 d <sub>s</sub>	
	f <sub>yd</sub>	≤ 0,8 f <sub>yk</sub> / γ <sub>s</sub> <sup>b)</sup>	
	V <sub>Ed</sub>	≤ 0,6 V <sub>Rd,max</sub>	
Uticaj koji nije pretežno miran	d <sub>s</sub>	≤ 14 mm	-
	d <sub>br</sub>	≥ 15 d <sub>s</sub>	
	f <sub>yd</sub>	≤ 0,8 f <sub>yk</sub> / γ <sub>s</sub> <sup>b)</sup>	
	V <sub>Ed</sub>	≤ 0,6 V <sub>Rd,max</sub>	
		<b>Nije dozvoljeno !</b>	
			≤ 220 N/mm <sup>2</sup>
			≤ 50 N/mm <sup>2</sup>
			-

<sup>a)</sup> *Pojedinosti o tehničkim detaljima se mogu preuzeti npr. iz DBV-Merkblatt „Savijanje naprijed-nazad čelika za armiranje i radionički uslovi“.*

<sup>b)</sup> *Važi za slučaj linearno-elastičnog proračuna presječnih sila prema DIN 1045-1, 8.2 i 8.3. Za slučaj nelinearnog postupka proračuna presječnih sila važi f<sub>yd</sub> ≤ 0,8 f<sub>yR</sub>/γ<sub>R</sub>, prema DIN 1045-1, 8.5.1.*

## Pravila za armiranje prema standardu DIN 1045-1

### 3. Konstrukciona pravila za grede i T-grede (DIN 1045-1, 13.2)

#### 3.1 Opšte napomene / ograničavajući kriteriji

- Široke grede pravougaonog presjeka  $b > 4h$ , smiju se tretirati kao pune ploče (DIN 1045-1, 13.3)
- Kod indirektnog oslanjanja treba uvijek predvidjeti armaturu za izdizanje odnosno vješanje (vidi DIN 1045-1, 13.11)
- Konstrukciona pravila obezbjeđuju oblikovanje konstrukcije tako da su pokriveni i uticaji uklještenja krajnih oslonaca što inače nije računski uzeto u obzir

#### 3.2 Armatura greda / najmanje i najveće vrijednosti

	Konstrukciona pravila	Najmanja vrijednost	Najveća vrijednost
Podužna armatura / armatura za preuzimanje zatezanja od savijanja	Vidi poglavlje 3.3	$A_{sl} \geq f_{ctm} W_c / (f_{yk} z)^a$	$A_{sl} \leq 0,08 A_c^b$
Armatura za preuzimanje poprečnih sila	Vidi poglavlje 3.4	$A_{sw} \geq \rho s_w b_w \sin \alpha^c$	-
Armatura za preuzimanje torzionih naprezanja	Vidi poglavlje 3.5	-	-
Površinska armatura	Vidi poglavlje 3.6	1,88 cm <sup>2</sup> /m	-

<sup>a)</sup>  $W_c$  = otporni moment neispucalog presjeka

<sup>b)</sup> Mjerodavno također u području presjeka sa preklopima

<sup>c)</sup> Za grede sa visokim stepenom armiranja vidi DIN 1045-1, 13.1.1 (5)

#### 3.2.1 Osnovne vrijednosti za proračun najmanje potrebne armature

$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	100
$\rho$ [%] <sup>a)</sup>	0,51	0,61	0,70	0,83	0,93	1,02	1,12	1,21	1,31	1,34	1,41	1,47	1,54	1,60	1,66

<sup>a)</sup> Vrijednosti su dobijene iz  $\rho = 0,16 f_{ctm} / f_{yk}$ . Za lake betone, vrijednosti se množe koeficijentom  $\eta_1$ , prema DIN 1045-1, tablica 10.

#### 3.3 Podužna armatura / armatura za preuzimanje zatezanja od savijanja

- Najmanja potrebna armatura u donjoj zoni polja, vodi se sa oslonca na oslonac. Najmanja potrebna armatura iznad unutrašnjeg oslonca, polaže se u susjedna polja u dužini od najmanje četvrtine polja. Kod prepusta se ova armatura poliježe po čitavoj dužini prepusta. Najmanju potrebnu armaturu treba ravnomjerno rasporediti po širini presjeka i srazmjerno po visini zategnute zone.
- Pokrivanje linije zatežućih sila treba dokazati za granična stanja upotrebljivosti i nosivosti. Kod proračuna presječnih sila linearno-elastičnim postupkom i ako se ne vrši preraspodjela momenata nije potrebno provoditi dokaz pokrivanja za granično stanje upotrebljivosti.
- Ukoliko se usvoji pretpostavka da su rubni oslonci zglobno oslonjeni tada presjek na rubnom osloncu treba dimenzionisati na moment uklještenja  $M_s \geq 0,25 M_r$ . Ta armatura, mjereno od oslonca, treba da pokrije najmanje četvrtinu polja.

#### 3.3.1 Postavljanje podužne armature duž osovine elementa (pokrivanje linije zatežućih sila)

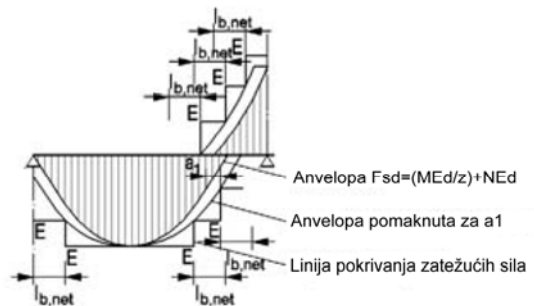
- Linija zatežućih sila se može iznaći tako što se  $F_{sd}$ -linija, dobijena iz savijanja i normalne sile pomakne za pomak  $a_1$

$$a_1 = \frac{z}{2} (\cot \theta - \cot \alpha) \geq 0$$

$\theta$  ugao između pritisnute dijagonale i osovine nosača

$\alpha$  ugao između smičuće armature i osovine nosača

- Kod T-greda i sličnih greda, armatura na zatezanje u ploči se može postaviti najviše na širinu koja odgovara polovini sudjelujuće širine izračunate prema DIN-u 1045-1, 7.3.1. Ukoliko se armatura na zatezanje postavlja izvan područja rebra, tada se faktor  $a_1$  povećava za vrijednost odstojanja pojedinačne šipke od presjeka rebra.


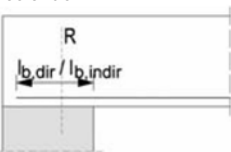
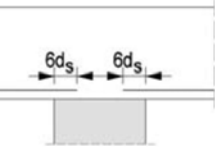


Linija pokrivanja zatežućih sila



## 3.3.2 Dužine sidrenja

- Dužine sidrenja na rubnom i srednjem osloncu, vrijede također i za minimalnu armaturu. Preklope minimalne armature treba oblikovati za punu silu zatezanja

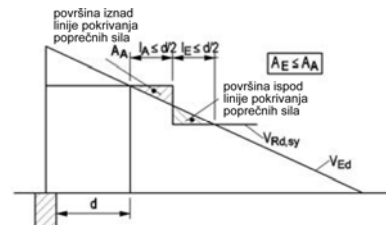
polje		$l_b \geq l_{b,net}$	$l_{b,net}$ prema DIN 1045-1, 12.6.2
rubni oslonac		$l_{b,dir} \geq 2/3 l_{b,net}$ $\geq 6 d_s$	Na rubnom osloncu treba usidriti silu $F_{sd} = V_{Ed} \cdot a_1 / z + N_{Ed} \geq V_{Ed} / 2$
srednji oslonac		$l_b \geq 6 d_s$	ali najmanje 1/4 maksimalne armature u polju. U svakom slučaju armaturu treba voditi preko računске linije oslonca R.  Dodatno, donja armatura treba da bude tako izvedena da može preuzeti pozitivne momente uključujući i momente od incidentnih dejstava (pomjeranje oslonaca, eksplozija itd.)
Dodatno obratiti pažnju na pokrivanje zatežućih sila dato u Heft 525 DAfStb, str.114			

## 3.4 Armatura za preuzimanje poprečnih sila

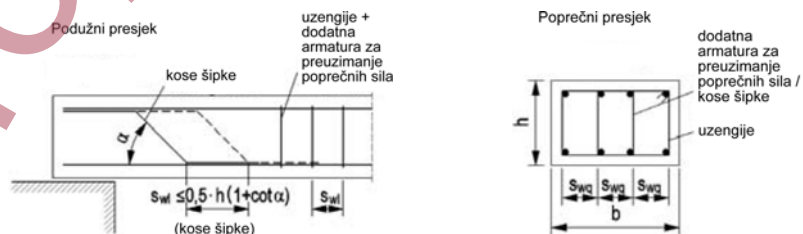
- Armatura za pokrivanje poprečnih sila treba graditi ugao  $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$  prema težisnoj osi elementa i smije se izvesti kao kombinacija uzengija (koje obuhvataju podužnu zategnutu armaturu i pritisnutu zonu), kosih šipki i dodatne armature za preuzimanje poprečnih sila. Dodatna armatura u vidu korpa, mreža i sl. ne mora obuhvatiti podužnu armaturu (vidi DIN 1045-1, slika 67)
- Kose šipke i dodatna armatura smiju se, kao armatura za preuzimanje poprečnih sila, primijeniti samo istovremeno sa uzengijama. Najmanje 50% poprečne sile koju treba preuzeti, mora se pokriti uzengijama.

## 3.4.1 Postavljanje armature za preuzimanje poprečnih sila, duž osovine elementa (linija pokrivanja poprečnih sila)

- Armaturu za preuzimanje poprečnih sila treba postaviti duž osovine elementa tako da na svakom mjestu bude pokrivena računska sila
- Za nosive konstrukcije standardne visokogradnje smije se linija pokrivanja poprečnih sila pokriti zasjecanjem prema desno prikazanoj slici



## 3.4.2 Najveći podužni i poprečni razmak uzengija, dodatne armature za preuzimanje poprečnih sila i kosih štapova



Iskorištenost poprečne sile	Podužni razmak <sup>a)</sup> [mm]		Poprečni razmak [mm]	
	$\leq C 50/60$ $\leq LC 50/55$	$> C 50/60$ $> LC 50/55$	$\leq C 50/60$ $\leq LC 50/55$	$> C 50/60$ $> LC 50/55$
$V_{Ed} \leq 0,30 V_{Rd,max}$	0,7 h odnosno 300	0,7 h odnosno 200	h odnosno 800	h odnosno 600
$0,30 V_{Rd,max} < V_{Ed} \leq 0,60 V_{Rd,max}$	0,5 h odnosno 300	0,5 h odnosno 200	h odnosno 600	h odnosno 400
$V_{Ed} > 0,60 V_{Rd,max}$	0,25 h odnosno 200			

<sup>a)</sup>  $V_{Ed}$  i  $V_{Rd,max}$  prema DIN 1045-1, 10.3.2 i 10.3.4.  $V_{Rd,max}$  se smije približno proračunati sa  $\Theta = 40^\circ$ .

## Pravila za armiranje prema standardu DIN 1045-1

### 3.5 Torziona armatura

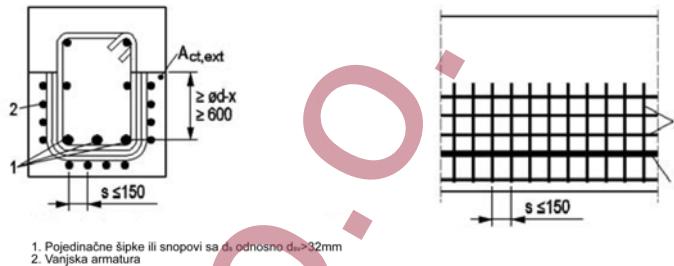
- Kao torzionu armaturu treba predvidjeti pravouganu mrežastu armaturu sastavljenu od uzengija i podužnih šipki. Uzengije u gredama i rebrima T-greda treba zatvoriti prema DIN 1045-1, slike 56 g) i h). Podužne šipke treba, u opštem slučaju, ravnomjerno raspodijeliti po unutrašnjem obimu uzengija.

#### 3.5.1 Gornje granične vrijednosti razmaka uzengija ( $s_w$ ) i podužnih štapova ( $s_l$ )

$s_w$	$\leq$ vrijednost iz tabele 3.4.2 $\leq u_k/8$	$s_l$	$\leq 35$ cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uz to za pravougaone (u opštem slučaju) i poligonarne poprečne presjeke treba postaviti najmanje po jednu podužnu šipku u svaki ugao</li> </ul>
-------	---	-------	--------------	--

### 3.6 Površinska armatura kod velikih prečnika šipki ( $d_s$ odnosno $d_{sv} \geq 32$ mm)

- Kako bi se spriječilo odvajanje betona i radi ograničenja širine naprslina kod elemenata sa prečnicima šipki  $d_s$  odnosno  $d_{sv} \geq 32$ mm, potrebna je površinska armatura
- Površinska armatura se postavlja izvan uzengija unakrsno u vidu savijenih armaturnih mreža ili unakrsnih šipki prečnika  $d_s \leq 10$ mm (vidi sliku desno)
- Za najmanji zaštitni sloj betona vidi DIN 1045-1, 6.3.
- Mrežasta armatura može biti uračunata u statički potrebnu armaturu, ako su zadovoljena pravila za postavljanje i sidrenje ove armature.



## 4. Konstrukciona pravila za pune ploče betonirane na licu mjesta (DIN 1045-1, 13.3)

### 4.1 Opšte napomene / ograničavajući kriteriji

- Kod indirektnog oslanjanja potrebno je uvijek postaviti armaturu za vješanje (vidi DIN 1045-1, 13.11)
- Konstruktivna pravila uzimaju u obzir naprezanja na rubnim osloncima usljed uklještenja, koja računski nisu obuhvaćena

#### 4.1.1 Najmanja debljina punih ploča betoniranih na licu mjesta

Bez armature za preuzimanje poprečnih sila	Sa armaturom za pokrivanje poprečnih sila (povijena armatura)	Sa uzengijama i armaturom protiv probijanja
$\geq 70$ mm	$\geq 160$ mm	$\geq 200$ mm

4.2 Armatura ploča / najmanje i najveće vrijednosti				
		Konstrukciona pravila	Najmanje vrijednosti	Najveće vrijednosti
Podužna (glavna) armatura		Vidi poglavlje 4.3	$A_{sl} \geq f_{ctm} W_c / (f_{yk} z)$	$A_{sl} \leq 0,08 A_c$
Poprečna armatura			$A_{sq} \geq 0,2 \rho A_{sl}^a)$	-
Armatura za preuzimanje poprečnih sila	$V_{Ed} \leq V_{Rd,ct}$ i $b/h > 5$	Nije potrebna armatura za preuzimanje poprečnih sila !		
	$V_{Ed} \leq V_{Rd,ct}$ i $5 \geq b/h \geq 4$	Vidi poglavlje 4.4	$A_{sw} \geq 0$ $\leq \rho S_w b_w \sin \alpha^b)$	-
	$V_{Ed} > V_{Rd,ct}$ i $5 \geq b/h \geq 4$		$A_{sw} \geq 0,6 \rho S_w b_w \sin \alpha$ $\leq \rho S_w b_w \sin \alpha^b)$	-
Torziona armatura u uglovima		Vidi poglavlje 4.5	-	-
Probijanje	$V_{Ed} \leq V_{Rd,ct}$	Nije potrebna armatura za preuzimanje poprečnih sila !		
	$V_{Ed} > V_{Rd,ct}$	Vidi poglavlje 4.6	-	-

a) Kod dvo-osno napregnutih ploča, armatura u manje napregnutom pravcu ne smije iznositi manje od 20% statički potrebne armature za više napregnut pravac  
b) Međuvrijednosti se smiju linearno interpolirati

4.3 Podužna i poprečna armatura	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Principi i pravila za primjenu, navedeni u poglavlju 3.3 vrijede analogno za jedno- i dvo-osno napregnute ploče kao i za tačkasto oslonjene ploče, ako u nastavku nije drugačije određeno.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Duž slobodnog (neoslonjenog) ruba potrebno je postaviti podužnu i poprečnu armaturu (vidi sliku desno). Ova armatura se može izostaviti kod temelja i unutrašnjih elemenata standardne visokogradnje.</li> </ul>	

4.3.1 Postavljanje podužne armature duž ose elementa (linija pokrivanja zatežućih sila)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pomak linije pokrivanja zatežućih sila kod ploča bez armature za preuzimanje poprečnih sila, uvijek iznosi <math>a_1 = 1,0 d</math></li> </ul>	

4.3.2 Dužine sidrenja	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Na krajnjem osloncu mora se usidriti najmanje 50% maksimalne armature u polju</li> <li>Kod tačkasto oslonjene ploče mora se u području unutrašnjih i rubnih stubova, osloniti odnosno usidriti dio armature iz polja. Potrebna površina te armature iznosi <math>A_s = V_{Ed}/f_{yk}</math></li> </ul>	

4.3.3 Najveći razmak šipki podužne i poprečne armature		
Debljina ploče	Podužna armatura $S_{l,max}$ [mm] <sup>a)</sup>	Poprečna armatura $S_{q,max}$ [mm]
$h \geq 250$ mm	250	250
$h \leq 150$ mm	150	

a) Međuvrijednosti linearno interpolirati.

## Pravila za armiranje prema standardu DIN 1045-1

### 4.4 Armatura za preuzimanje poprečnih sila

- Principi i pravila primjene dati u poglavlju 3.4 važe analogno za jedno- i dvo-osno napregnute i tačkasto oslonjene ploče, ukoliko nije drugačije određeno u sljedećim pravilima
- Kod ploča sa  $V_{Ed} < 0,3V_{Rd,max}$  smiju se koristiti kose šipke i dodatna poprečna armatura, bez uzengija

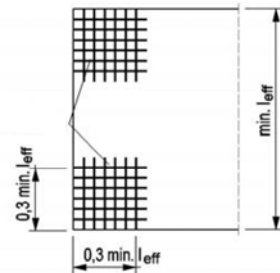
#### 4.4.1 Najveći podužni i poprečni razmak uzengija, dodatne armature za preuzimanje poprečnih sila i kosih šipki

Iskorištenost poprečne sile	Podužni razmak uzengija $s_{w,max}$ [mm] <sup>a)</sup>	Poprečni razmak $s_{wq,max}$ [mm]
$V_{Ed} \leq 0,30 V_{Rd,max}$	0,7 h	h
$0,30 V_{Rd,max} < V_{Ed} \leq 0,60 V_{Rd,max}$	0,5 h	
$V_{Ed} > 0,60 V_{Rd,max}$	0,25 h	

a) Podužni razmak kosih šipki ne smije prekoračiti h.

### 4.5 Torziona armatura u uglovima

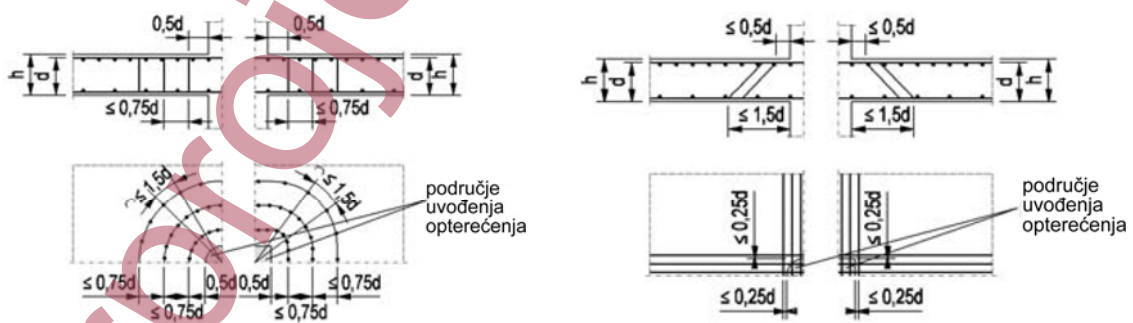
- Ukoliko se kod proračuna presječnih veličina ploče u obzir uzme njena torziona krutost, tada se prilikom dimenzionisanja armature u uglovima ploče treba uzeti u obzir dejstvo torzionog momenta.
- Torziona armatura se može zamijeniti unakrsnom armaturom u gornjoj i donjoj zoni u uglovima ploče, paralelno rubovima ploče. Ova armatura u oba ortogonalna pravca ima istu površinu kao armatura u polju i postavljena je u uglove ploče na širinu od najmanje po 0,3 min  $l_{eff}$  (vidi sliku pored).
- U uglovima ploče gdje se sastaju slobodan i uklješten rub, treba 50% navedene unakrsne armature postaviti okomito na slobodan rub.
- U uglovima ploča oslonjenih na četiri strane, koje su proračunate kao jedno-osno napregnute ili kada je torziona krutost zanemarena, treba predvidjeti 100% prethodno navedene unakrsne armature.
- Kod ploča sa rubnim gredama ili kod rubova koji su uklješteni u susjedno polje nije potrebno dokazivati torzione momente i nije potrebno polagati torzionu armaturu.



Ortogonalna ugaona armatura u gornjoj i donjoj zoni ploče

### 4.6 Armatura protiv probijanja

- Pravila za postavljanje armature protiv probijanja sa vertikalnim uzengijama i kosim šipkama se mogu preuzeti iz donjih slika



Armatura za probijanje sa vertikalnim uzengijama

Armatura za probijanje sa kosim šipkama

- Prečnik šipki armature protiv probijanja  $d_s$  treba utvrditi na osnovu DIN-a 1045-1, jednačina 154, tako da se u obzir uzme srednja statička visina  $d$  sa  $d_s \leq 0,05 d$ .
- Ako uzengije kao armaturu protiv probijanja računski treba postaviti samo u jednom redu, uvijek treba predvidjeti još jedan red minimalne armature prema DIN-u 1045-1, jednačina 114. Pri tome treba uzeti  $s_w = 0,75 d$ .

**5 Konstrukciona pravila za stubove (DIN 1045-1, 13.5)****5.1 Opšte napomene / ograničavajući kriteriji**

- U DIN-u 1045-1 nisu definisane minimalne dimenzije na osnovu kojih bi mogli razlikovati stubove od zidova i obrnuto. Ipak se, kao ograničavajući kriterij, preporučuje korištenje pravila iz DIN-a 1045 (07.88) po kojem su stubovi linijski pritisnuti elementi sa  $b \leq 5h$ , gdje je  $b \geq h$ .

**5.1.1 Najmanje dimenzije stubova punog poprečnog presjeka**

Vertikalni stubovi betonirani na licu mjesta	$h \geq 200 \text{ mm}$
Prefabrikovani stubovi betonirani u ležećem položaju	$h \geq 120 \text{ mm}$

**5.2 Armatura stubova / najmanje i najveće vrijednosti** preporučuje se min.  $A_{sl} \geq 0,003 A_c$ 

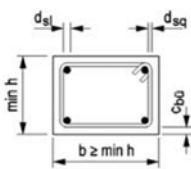
	Konstrukciona pravila	Najmanja vrijednost	Najveća vrijednost
Podužna armatura	Vidi poglavlje 5.3	$A_{sl} \geq 0,15 \left  \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} \right $	$A_{sl} \leq 0,09 A_c$ <sup>a)</sup>
Poprečna armatura			

a) Mjerodavno također u području preklopa

**5.3 Podužna i poprečna armatura**

- Podužna armatura u stubovima mora biti zatvorena pomoću poprečne armature. Poprečna armatura mora biti usidrena na odgovarajući način. Za uzengije važi DIN 1045-1, slika 56e.

**5.3.1 Granični prečnik šipki**

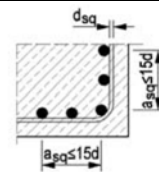
	Podužna armatura	Poprečna armatura (uzengije, petlje ili spirala)
	$\min d_{sl} \geq 12 \text{ mm}$	$\min d_{sq} \geq 5 \text{ mm}$

a) Ako se za uzengije koristi mrežasta armatura onda mora biti  $d_{sq} \geq 5 \text{ mm}$ , a kod korištenja snopova ( $d_{sv} \geq 28 \text{ mm}$ ) kao pritisnute armature, mora biti  $d_{sq} \geq 12 \text{ mm}$ .

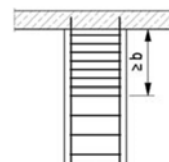
**5.3.2 Najveći razmak šipki**

Poprečni presjek stuba	Podužna armatura	Poprečna armatura (uzengije, petlje ili spirala)
Pravougaoni (u opštem slučaju) / poligonalni	$s \leq 300 \text{ mm}$ i najmanje 1 štap u svakom uglu	$\leq 12 \min d_{sl}$
Pravougaoni ( $b \leq 400 \text{ mm}$ )	najmanje 1 štap u svakom uglu	$s_w \leq h_{\min}$
Kružni presjek	$s \leq 300 \text{ mm}$ i najmanje 6 štapova	$\leq 300 \text{ mm}$

- U svakom uglu smije se jednom uzengijom, osigurati protiv izvijanja do 5 šipki (vidi sliku desno). Ostale šipke i one šipke čija je udaljenost od područja ugla  $\geq 15 d_{sq}$ , treba osigurati preko dodatne poprečne armature koju treba postaviti na najviše duplim razmacima od  $s_w$  standardnog područja.



- Neposredno iznad i ispod greda odnosno ploča treba u području jednakom dužoj stranici stuba ( $b \geq h$ ) postaviti uzengije sa razmakom  $0,6 s_w$ . Ovo isto vrijedi u području preklopa podužne armature ako je  $d_{sl} > 14 \text{ mm}$  (vidi sliku desno).



Pravila za armiranje  
prema standardu DIN 1045-1

**6 Konstrukciona pravila za nosive armiranobetonske zidove, nearmirane zidove, visokostijene nosače i sendvič-panele (DIN 1045-1, 13.6 i 13.7)**

**6.1 Opšte napomene / ograničavajući kriteriji**

- Konstrukciona pravila važe za **nosive armiranobetonske zidove** kod kojih je uzeto u obzir granično stanje nosivosti armature. U DIN-u 1045-1 nisu definisane minimalne dimenzije na osnovu kojih bi mogli razlikovati stubove i zidove. Ipak se, kao ograničavajući kriterij, preporučuje korištenje pravila iz DIN-a 1045 (07.88) po kojem su stubovi linijski pritisnuti elementi sa  $b \leq 5h$ , gdje je  $b \geq h$ . Za zidove koji su napregnuti pretežno na savijanje okomito na njihovu ravan vrijede pravila kao za ploče (DIN 1045-1, 13.3).
- Za **polu-prefabrikovane** elemente važe opšti građevinski atesti.
- Kod dimenzioniranja **sendvič-panela** moraju se uzeti u obzir vremenski ovisni uticaji temperature, vlažnosti, isušivanja i skupljanja. Kod sendvič-panela, za spojeve pojedinih dijelova koriste se isključivo atestirani materijali, otporni na koroziju.
- **Nearmirani zidovi** se dimenzioniraju prema DIN 1045-1, 10.2 (2). Niše, slicevi, prodori i šupljine moraju se uzeti u obzir kod dimenzioniranja zidova, uz izuzetak vertikalnih sliceva gdje su dovoljna pravila za njihovu izradu (vidi DIN 1045-1, 13.7.4(3)).

**6.1.1 Najmanja debljina zida [u centimetrima] (DIN 1045-1, tablica 32)**

Marka betona	Način izrade	Nearmirani beton		Armirani beton	
		Ploče preko zidova		Ploče preko zidova	
		Nisu kontinuirane	Kontinuirane	Nisu kontinuirane	Kontinuirane
C12/15 ili LC12/13	Na licu mjesta	20	14	-	-
od C16/20 ili LC 16/18	Na licu mjesta	14	12	12	10
	Prefabrikovano <sup>a)</sup>	12	10	10	8

<sup>a)</sup> Najmanja debljina nosivog i nenosivog dijela sendvič-panela  $\geq 7$  cm.

**6.2 Armatura zidova, visokostijjenih nosača i sendvič-panela / najmanje i najveće vrijednosti**

Vertikalna armatura	(vidi 6.3)	Najmanja vrijednost <sup>a)</sup>	Zidovi		Visokostijeni nosači	Sendvič-paneli (nosivi dio) <sup>b)</sup>
			Opšti slučaj	$ N_{Ed}  \geq 0,3 f_{cd} A_c$ odnosno vitki zidovi prema DIN 1045-1, 8.6.3		
			0,0015 $A_c$	0,003 $A_c$	1,5 $cm^2/m$ odnosno 0,00075 $A_c$	$\geq 1,3 cm^2/m$
		Najveća vrijednost <sup>a)</sup>	0,04 $A_c$		-	-
Horizontalna armatura <sup>2)</sup>		Najmanja vrijednost <sup>a)</sup>	0,2 $A_{st,min}$	0,5 $A_{st,min}$	1,5 $cm^2/m$ odnosno 0,00075 $A_c$	$\geq 1,3 cm^2/m$
Poprečna armatura (vidi 6.4)		$A_{sl} \leq 0,02 A_c$	Vezivanje vanjskih armaturnih šipki, npr. S-kukama			-
		$A_{sl} > 0,02 A_c$	Uzengije prema DIN 1045-1, 13.5.3			-
Rubna armatura		$A_{sl} < 0,003 A_c$	-			U opštem slučaju nije potrebna
		$A_{sl} \geq 0,003 A_c$	Na slobodnim rubovima, osiguranje ugaonih šipki kapama (ukosnicama)			

<sup>a)</sup> Površina poprečnog presjeka armature za jednu stranu zida

<sup>b)</sup> U nenosivom dijelu sendvič-panela smije se armatura postaviti u jednom sloju

**6.3 Vertikalna i horizontalna armatura**

- Horizontalna armatura bi trebala ležati s vanjske strane. Ovo isto vrijedi za armaturu koja je paralelna vanjskoj strani zida i slobodnim rubovima.

**6.3.1 Granični prečnik šipki**

	Vertikalna armatura	Horizontalna armatura	
U opštem slučaju	-	min $d_{sq}$	$\geq 0,25 \max d_{sl}$

**6.3.2 Najveći razmak šipki**

	Vertikalna armatura	Horizontalna armatura	
Zidovi do C70/85	-	$\leq 350 \text{ mm}$	
Zidovi od C70/80	$\leq 2 h$ odnosno $\leq 300 \text{ mm}$	Preporučuje se da bude $\leq 250 \text{ mm}$ , ako se ne provodi dokaz na naprsline	
Visokostijeni nosači	$\leq 2 h$ odnosno $\leq 300 \text{ mm}$		

**6.4 Poprečna armatura**

- Šipke koje leže na vanjskim stranama zida moraju se međusobno povezati na najmanje četiri smaknuta mjesta po  $\text{m}^2$  površine zida, npr. S-kukama.
- Kod debelih zidova moraju se šipke koje leže na vanjskim stranama zida usidriti u unutrašnjost zida na najmanje četiri smaknuta mjesta po  $\text{m}^2$  površine zida. Pri ovome slobodni krajevi uzengija moraju biti sidreni sa  $0,5 l_b$  ( $l_b$  prema DIN-u 1045-1, 12.6.2).
- S-kuke se smiju izostaviti kod nosivih šipki  $d_s \leq 16 \text{ mm}$ , kada njihov zaštitni sloj betona iznosi najmanje  $2 d_s$ ; u ovom slučaju i uvijek kod mrežaste armature, smiju se šipke napregnute na pritisak postaviti s vanjske strane.

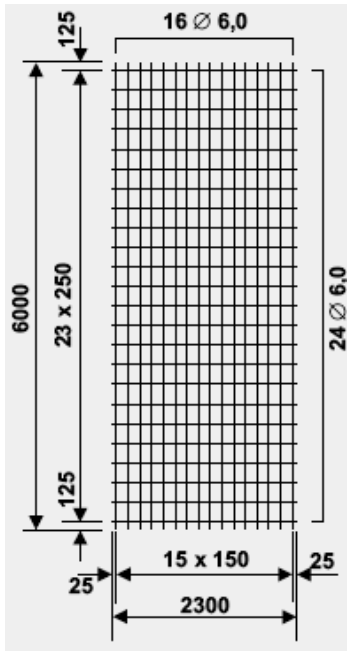
Pravila za armiranje  
prema standardu DIN 1045-1

Oblik novih standardnih armaturnih R-mreža (primjena od 1.1.2008.g.)

Prilog 1

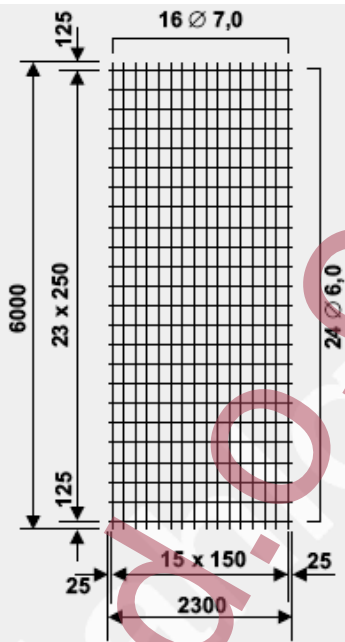
R188 A/B

Težina [kg]	
po mreži   po m <sup>2</sup>	
33,6	2,43



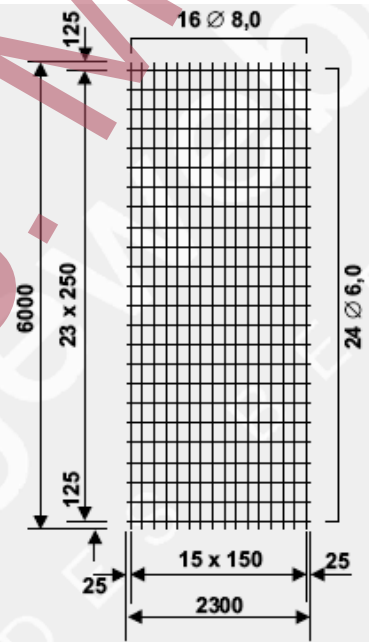
R257 A/B

Težina [kg]	
po mreži   po m <sup>2</sup>	
41,2	2,99



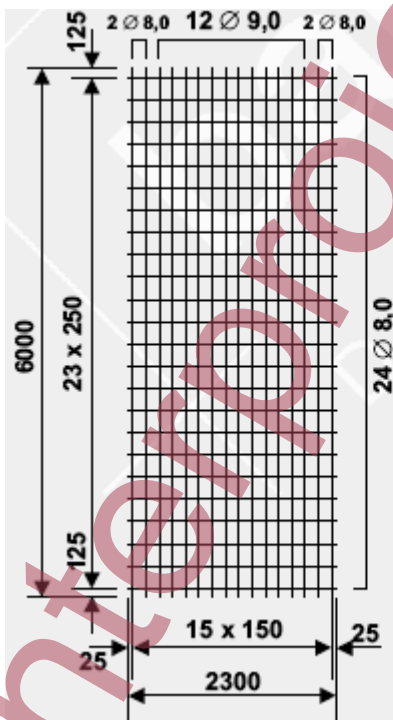
R335 A/B

Težina [kg]	
po mreži   po m <sup>2</sup>	
50,2	3,64



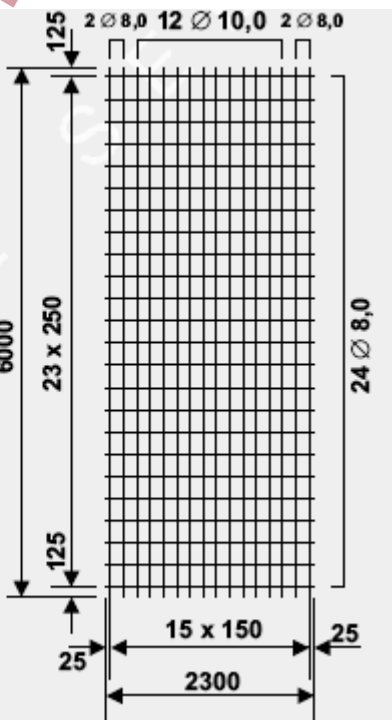
R424 A/B

Težina [kg]	
po mreži   po m <sup>2</sup>	
67,2	4,87



R524 A/B

Težina [kg]	
po mreži   po m <sup>2</sup>	
75,7	5,49



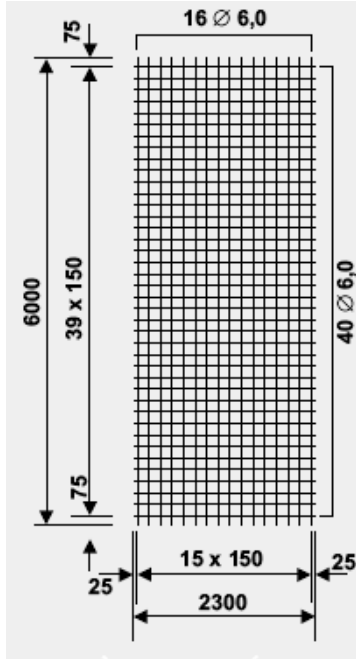


Pravila za armiranje  
prema standardu DIN 1045-1

Oblik novih standardnih armaturnih Q-mreža (primjena od 1.1.2008.g.)

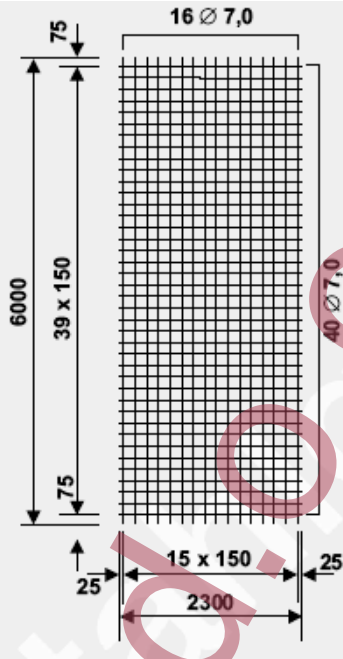
Q188 A/B

Težina [kg]	
po mreži   po m <sup>2</sup>	
41,7	3,02



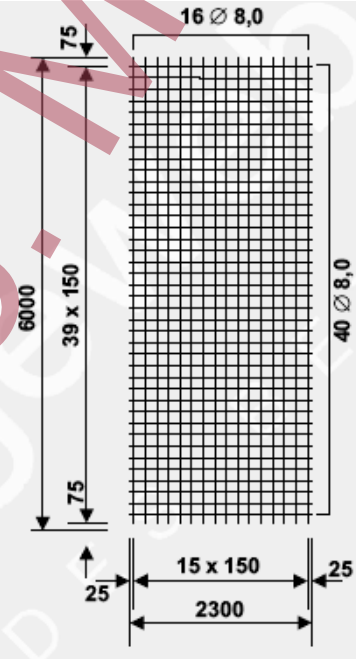
Q257 A/B

Težina [kg]	
po mreži   po m <sup>2</sup>	
56,8	4,12



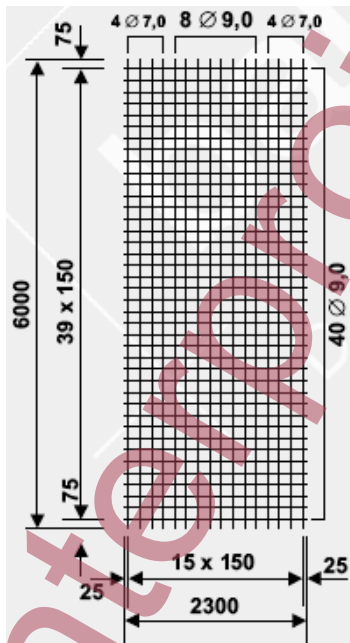
Q335 A/B

Težina [kg]	
po mreži   po m <sup>2</sup>	
74,3	5,38



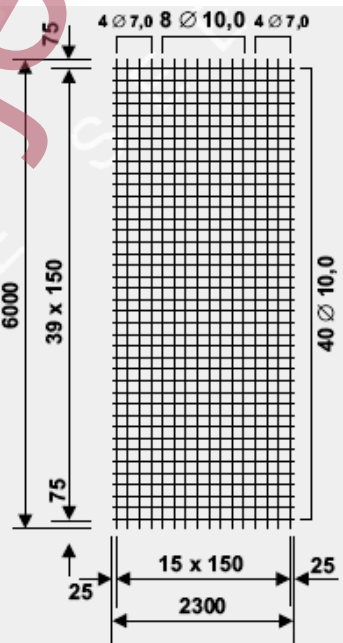
Q424 A/B

Težina [kg]	
po mreži   po m <sup>2</sup>	
84,4	6,12



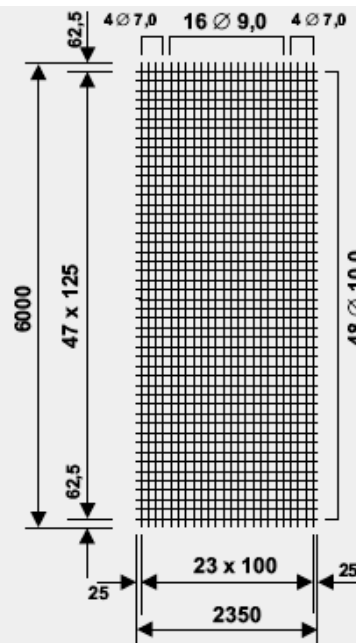
Q524 A/B

Težina [kg]	
po mreži   po m <sup>2</sup>	
100,9	7,31



Q636 A/B

Težina [kg]	
po mreži   po m <sup>2</sup>	
132,0	9,36



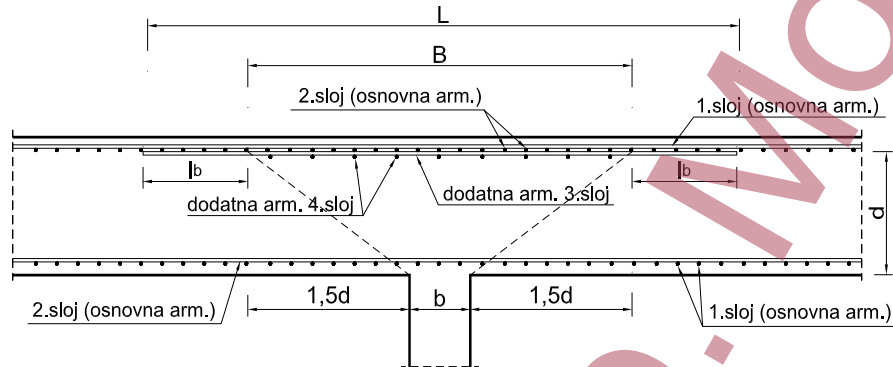
## Slučaj A: Armiranje bez kosih šipki i bez "Dübelleisten"

Dužina dodatnih šipki

$$L = b + 2 \times (1,5d + x \cdot l_b)$$

Širina područja

$$B = b + 3d$$



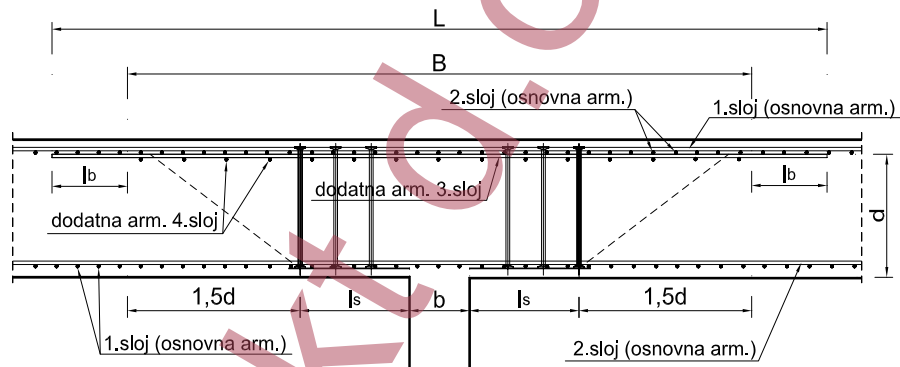
## Slučaj B: Amiranje sa "Dübelleisten"

Dužina dodatnih šipki u području "Dübelleisten"

$$L = b + 2 \times (l_s + 1,5d + l_b)$$

Širina područja

$$B = b + 2 \cdot l_s + 3d$$



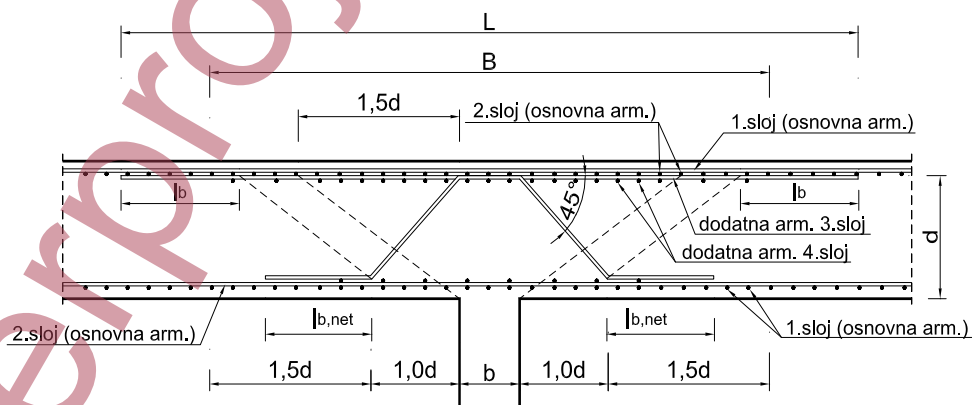
## Slučaj C: Primjer armiranja sa kosim šipkama (vidi str. 36, tačka 4.6.)

Dužina dodatnih šipki u području kosih šipki

$$L = b + 2 \times (2,5d + l_b)$$

Širina područja

$$B = b + 5d$$



Napomena : Obratiti pažnju na uslove prionljivosti!

Interprojekt d.o.o. Mostar

*Izdavanje ovog priručnika pomogli su:*

*Hidrogradnja d.d. Sarajevo*

*Integra d.o.o. Mostar*

*HP Investing d.o.o. Mostar*

*IGH d.o.o. Mostar*

**Interprojekt d.o.o.**

Šaćira Palate 4, 88104 Mostar,  
Bosna i Hercegovina

T: +387 36 555 131, F: +387 36 555 731

e-mail: [info@interprojekt.ba](mailto:info@interprojekt.ba)

[www.interprojekt.ba](http://www.interprojekt.ba)