

OPĆI TEHNIČKI UVJETI

ZA RADOVE U VODNOM GOSPODARSTVU

KNJIGA 2

Gradnja i održavanje komunalnih vodnih građevina

6. POGLAVLJE

ARMIRAČKI RADOVI

NARUČITELJ: HRVATSKE VODE

IZRADILI: GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
INSTITUT IGH d.d., Zagreb

Koordinatori: prof. dr. sc. Vjeran Mlinarić, dipl. ing. građ.
Srećko Milić, dipl. ing. građ.

Voditelj izrade: mr. sc. Krunoslav Mavar, dipl. ing. građ.

Suradnici: prof. dr. sc. Jovo Beslać, dipl. ing. građ.

Zagreb, 2012.

6. POGLAVLJE
ARMIRAČKI RADOVI

SADRŽAJ

6-00	OPĆE NAPOMENE	6-1
6-00.1	DEFINICIJE	6-2
6-00.2	ČELIK ZA ARMIRANJE I PREDNAPINJANJE	6-3
6-00.2.1	Općenito	6-3
6-00.2.2	Svojstva čelika za armiranje	6-4
6-00.2.3	Svojstva čelika za prednapinjanje	6-9
6-01	IZRADA I UGRADNJA ARMATURE	6-11
6-02	PREDNAPINJANJE	6-14
6-03	NORME I TEHNIČKI PROPISI	6-20

6. POGLAVLJE

ARMIRAČKI RADOVI

6-00 OPĆE NAPOMENE

U ovom 6. poglavlju OTU-a propisuju se minimalni zahtjevi postavljeni na kakvoću materijala, proizvoda i radova koji se koriste kod izvođenja armiračkih radova. OTU su pisani na način da su dio ugovora, a da se uvjeti koji se odnose na posebne radove uključe u ugovor kao Posebni tehnički uvjeti (PTU).

Ovi Opći tehnički uvjeti za betonske radove u vodnom gospodarstvu (u daljnjem tekstu Tehnički uvjeti ili OTU-i) propisuju zahtjeve postavljene na svojstva materijala, načine osiguranja i kontrole kakvoće proizvodnje betona te izvođenja i održavanja betonskih i armiranobetonskih konstrukcija, uključujući i obračun radova. Vrijede za sve armiračke radove u vodnom gospodarstvu predviđene projektnim troškovnicima i za radove koji se naknadno pojave na gradilištu, a potrebni su za potpuno dovršenje ugovorenih radova. Za pojedine armiračke radove mogu se izraditi i posebni, stroži uvjeti, kojima se utvrđuju dodatni zahtjevi na kakvoću takvih građevina.

Izrađeni su prema važećim hrvatskim normama (HRN) i normama na koje te norme upućuju. Usklađeni su s važećim hrvatskim propisima i obvezni u primjeni za sve radove u vodnom gospodarstvu.

Materijali, proizvodi, oprema i radovi moraju biti izrađeni u skladu s normama i tehničkim propisima navedenim u projektnoj dokumentaciji. Ako nije navedena niti jedna norma obvezna je primjena odgovarajućih europskih normi (EN). Ako se u međuvremenu neka norma ili propis stavi van snage, važit će zamjenjujuća norma ili propis.

Izvođač može predložiti primjenu priznatih tehničkih pravila (normi) neke inozemne normizacijske ustanove (ISO, EN, DIN, ASTM, ...) uz uvjet pisanog obrazloženja i odobrenja nadzornog inženjera. Tu promjenu nadzorni inženjer odobrava uz suglasnost projektanta. Izvođač je dužan promjenu unijeti u izvedbeni projekt.

Ovi se Opći tehnički uvjeti primjenjuju na armaturu ugrađenu u armirane i prednapete betonske konstrukcije na gradilištu (monolitne), predgotovljene konstrukcije ili predgotovljene konstrukcijske elemente i na njihovu izvedbu.

Armatura može biti proizvedena na gradilištu, u centralnoj savijačnici (tvornici armature) ili u pogonu za proizvodnju predgotovljenih elemenata.

Opći tehnički uvjeti uvjetuju potrebe za:

- uvjete kakvoće čelika za armiranje betona;
- uvjete kakvoće materijala za prednapinjanje;
- uvjete kakvoće izvedbe betonskih i armiranobetonskih građevina;
- uvjete zaštite ugrađenog betona;
- nadzor nad izvedbom betonskih građevina;
- postupke i aktivnosti potrebne u slučaju nesukladnosti upotrijebljenih građevnih proizvoda ili izvedenih betonskih radova;

- opće uvjete održavanja betonskih građevina u uporabi i nužnih popravaka oštećenja nastalih tijekom uporabe.

6-00.1 DEFINICIJE

Definicije općih pojmova za radove u vodnom gospodarstvu dane su u poglavlju 0 (Opći pojmovi) knjige Tehničkih uvjeta. U ovom poglavlju Tehničkih uvjeta daju se definicije, oznake i kratice u području armiračkih radova i armirano betonskih građevina.

Armatura je građevni proizvod izrađen od čelika za armiranje ili od čelika za prednapinjanje i čelika za armiranje, proizvedena u centralnoj armiračnici (tvornici armature), u armiračnici pogona za predgotovljene betonske elemente ili u armiračnici na gradilištu.

6-00.2 ČELIK ZA ARMIRANJE I PREDNAPINJANJE**6-00.2.1 Općenito**

HRN EN 1992-1-1 daje principe i pravila za armaturu u obliku šipki, povijenih šipki, zavarenih mreža i rešetkastih armaturnih nosača. Ograničenja za karakteristike armature odnose se na materijal unutar očvrnulog betona. Ako radovi na gradilištu mogu utjecati na karakteristike armature tada se te karakteristike trebaju provjeriti nakon tih radova. U slučaju primjene čelika koji nije u skladu s HRN EN 10080 karakteristike se trebaju provjeriti u skladu s odredbama 3.2.2. do 3.2.6. i Dodatkom C iz HRN EN 1992-1-1.

Zahtijevane karakteristike armature potrebno je provjeriti u skladu s HRN EN 10080. Ovdje je bitno napomenuti da se HRN EN 10080 odnosi na granicu popuštanja R_e , koja je u skladu s karakterističnim, min i max vrijednostima temeljenim na dugoročnoj razini kvalitete proizvodnje. U odnosu na R_e , f_{yk} je karakteristična granica popuštanja temeljena jedino na korištenoj armaturi u posebnim konstrukcijama. Nema direktnog odnosa između f_{yk} i R_e , međutim, metode procjene i provjere granice popuštanja dane u EN 10080 daju dostatnu razinu za dobivanje f_{yk} . Rešetkaste armaturne mreže prema EN 10080 mogu biti izrađene samo od rebrastih šipki.

Materijali i elementi koji se ugrađuju moraju biti novi - neupotrebljavani i u skladu s hrvatskim propisima i normama.

Materijali za koje ne postoje hrvatske norme moraju posjedovati certifikate o sukladnosti da odgovaraju predviđenoj namjeni.

Materijali moraju odgovarati sljedećim normama:

HRN 1130-1:2008	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 1. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda A
HRN 1130-2:2008	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda B
HRN 1130-3:2008	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 3. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda C
HRN 1130-4:2008	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih mreža
HRN 1130-5:2008	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 5. dio: Tehnički uvjeti isporuke rešetkastih nosača
HRN EN 10080:2005	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – Općenito (EN 10080:2005)
HRN EN 10020:2008	Definicije i razradba vrsta čelika (EN 10020:2000)
HRN EN 10025: 2002	Toplo valjani proizvodi od nelegiranih konstrukcijskih čelika – Tehnički uvjeti isporuke (EN 10025:1990 + A1:1993)
HRN EN 10027-1:2007	Sustavi označivanja čelika – 1. dio: Nazivi čelika (EN 10027:2005)
HRN EN 10027-2:1999	Sustavi označivanja čelika – 2. dio: Brojčani sustav (EN 10027:1992)
HRN EN 10079:2008	Definicija čeličnih proizvoda (EN 10079:2007)

6-00.2.2 Svojstva čelika za armiranje

Prema nizu normi HRN 1130-1 do -5:2008, čelik za armiranje svrstava se u tri razreda duktilnosti: A, B i C, a isporučuje se u obliku:

- šipki i namota za direktnu upotrebu ili za proizvodnju zavarenih armaturnih mreža i zavarenih rešetki za gredice;
- tvornički proizvedenih zavarenih armaturnih mreža;
- zavarenih rešetki za gredice.

Čelik za armiranje označava se na otpremnici i na oznaci prema normama niza HRN 1130 -1 do -5:2008 i HRN EN 10080:2005.

Nazivi čelika dodijeljeni su u skladu s normama niza HRN 1130 -1 do -5:2008 i HRN EN 10080:2005 te HRN EN 10027-1.

Proizvodi obuhvaćeni normama niza HRN 1130 -1 do -5:2008 i HRN EN 10080-1:2005 moraju se označiti ovim redoslijedom podataka:

- oznaka oblika proizvoda (npr.: šipka, namot, mreža ili rešetkasti nosač);
- oznaka odgovarajuće norme za vrstu proizvoda;
- naziv ili oznaka (broj) čelika;
- nazivne izmjere proizvoda (u milimetrima);
- određene dopunske obavijesti prema normama HRN 1130 -1 do -5:2008.

Kod čelika za armiranje označava se površinski izgled na sljedeći način: glatki -P, profilirani - I, rebrasti - R.

Primjer: šipka promjera 20 mm i nominalne duljine 12000 mm označava se kao:

- šipka HRN 1130-2-B500B –20×12000 ili
- šipka HRN 1130-2-1.0439 –20×12000

Tablica 6-00.2.2-1 Promjer trna pri ispitivanju povratnim savijanjem (Rebend test)

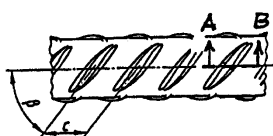
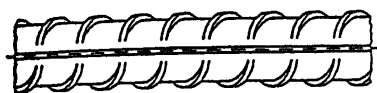
Razred čelika	Nazivni promjer, d (mm)	Promjer trna (najviše)
A, B i C	≤ 16	5d
	>16 ≤ 25	8d
	>25 ≤ 40	10d

Oznaka f_R , iz tablice 6-00.2.2-2 predstavlja projekciju ploštine svih rebara na ravninu okomitu na uzdužnu os šipke ili žice, podijeljenu s duljinom žice i nazivnim opsegom.

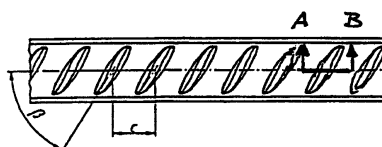
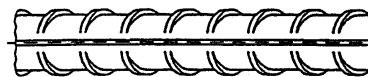
Tablica 6-00.2.2-2 Svedena ploština rebra, f_R

Nazivni promjer, mm	5-6	6,5-8,5	9-10,5	11-40
f_R , min	0,039	0,045	0,052	0,056

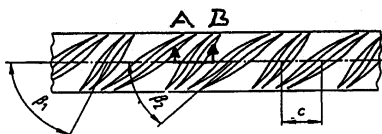
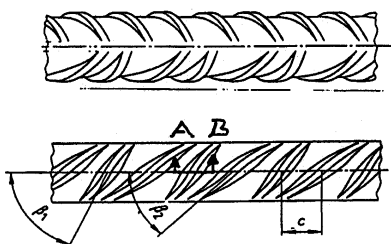
Proizvodi trebaju imati 2 ili više reda paralelnih poprečnih rebara koja su po opsegu jednolično raspoređena i imaju po cijeloj duljini jednolični razmak (Slika 6-00.2.2-1), uz eventualna uzdužna rebra čija visina ne smije prijeći 0,15 d (d: nazivni promjer). Visina poprečnih rebara mora biti 0,03 d do 0,15 d; kut $\alpha \geq 45^\circ$, a kut $\beta = 35-75^\circ$, a razmak c između 0,4 d i 1,2 d.



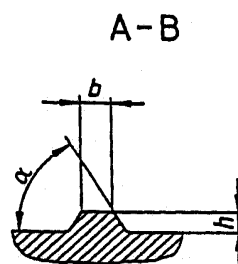
a) B500A (3 reda poprečnih rebara)



b) B500B (2 reda poprečnih rebara)



c) B450 C (2 reda poprečnih rebara)

d) kut nagiba kosine rebra α i visine rebra h (presjeci A-B prema slikama a) do c)

Slika 6-00.2.2-1 Primjer površinskog izgleda pojedinih razreda armature

Zavarene mreže

Zavarene mreže označavaju se na sljedeći način:

- oznaka oblika proizvoda (zavarena mreža);
- oznaka odgovarajuće norme za vrstu proizvoda (HRN 1130 -4:2008);
- naziv ili oznaka (broj) čelika;
- nazivne izmjere proizvoda (izmjere mreže, izmjere žica, osni razmaci žica, prijepusti).

Mreže se, također, mogu označavati pomoću sljedećih oznaka:

- N_L – broj uzdužnih šipki
- P_L – osni razmak uzdužnih šipki
- d_L – promjer uzdužnih šipki
- N_C – broj poprečnih šipki
- P_C – osni razmak poprečnih šipki
- d_C – promjer poprečnih šipki
- L – duljina uzdužnih šipki
- B – duljina poprečnih šipki
- u_1, u_2 – prijepust uzdužnih šipki
- u_3, u_4 – prijepust poprečnih šipki

Zavareni rešetkasti nosači

Zavareni rešetkasti nosači označavaju se na sljedeći način:

- oznaka oblika proizvoda (zavareni rešetkasti nosač);
- oznaka odgovarajuće norme za ovu vrstu proizvoda (HRN EN 1130 -5:2008);
- projektirana visina rešetkastog nosača;
- nazivne izmjere gornjega pojasa, dijagonale i donjega pojasa;
- naziv ili broj čelika gornjega pojasa, dijagonale i donjega pojasa.

Gornji pojas, dijagonale i donji pojas proizvode se od čelika za armiranje prema normama HRN 1130-1, HRN 1130-2 i HRN 1130-3.

Ponašanje čelika za armiranje je određeno sljedećim svojstvima:

- granica popuštanja (f_{yk} ili $f_{0,2k}$);
- maksimum trenutne (stvarne) granice popuštanja ($f_{y,max}$);
- čvrstoća (f_t);
- duktilnost (ϵ_{uk} i f_t/f_{yk});
- savitljivost;
- prionjivost (f_R);
- veličine presjeka i tolerancije;
- čvrstoća umaranja;
- zavarljivost;
- posmična čvrstoća i čvrstoća zavara za tvornički zavarene i rešetkaste armaturne nosače.

U tablici 6-00.2.2-3 dane su zahtijevane karakteristike armature. Ove karakteristike vrijede za temperature između -40°C do 100°C za armaturu unutar gotove konstrukcije. Svako savijanje i zavarivanje armature provedeno na gradilištu trebalo bi biti ograničeno na raspon temperature kako je dopušteno u HRN EN 13670.

Tablica 6-00.2.2-3 Svojstva armature

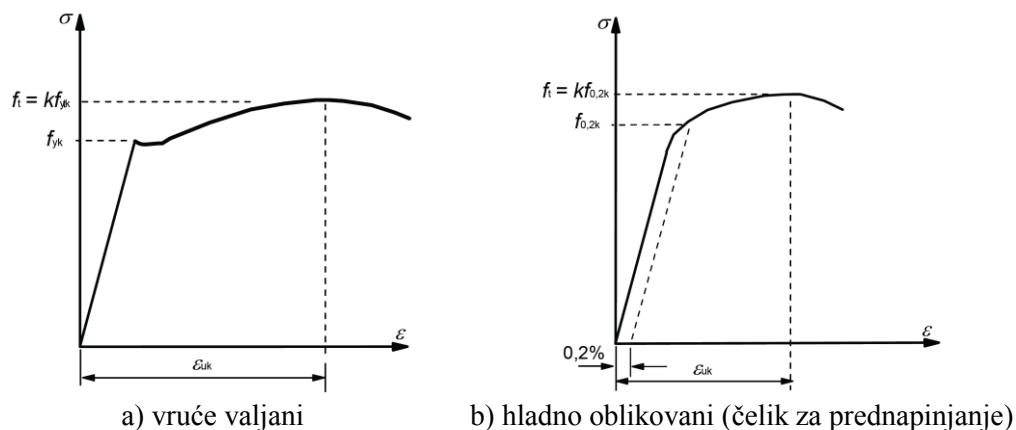
Oblik proizvoda	Šipke i povijene šipke			Žičani proizvodi			Zahtjev za kvantilnu vrijednost (%)	
	Razred	A	B	C	A	B		C
Karakteristična granica popuštanja f_{yk} ili $f_{0,2k}$ (MPa)				400 do 600				5,0
Minimalna vrijednost $k=(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	$\geq 1,08$	$\geq 1,15$ $< 1,35$		$\geq 1,05$	$\geq 1,08$	$\geq 1,15$ $< 1,35$	10,0
Karakteristično relativno izduženje kod maksimalne sile, ϵ_{uk} (%)	$\geq 2,5$	$\geq 5,0$	$\geq 7,5$		$\geq 2,5$	$\geq 5,0$	$\geq 7,5$	10,0
Savitljivost	Ispitivanje previjanjem			-				
Posmična otpornost	-			0,3A f_{yk} (A je površina žice)			Minimalno	
Maksimalno odstupanje od nominalne mase (pojedina šipka ili žica) (%)	Nominalni promjer šipke (mm)	≤ 8	> 8		$\pm 6,0$	$\pm 4,5$		5,0

Granica popuštanja $f_{y,k}$ (ili 0,2% ispitnog napona, $f_{0,2,k}$) i čvrstoća f_{tk} definirane su kao karakteristične vrijednosti opterećenja popuštanja i karakterističnog maksimalnog opterećenja u direktnom uzdužnom vlaklu te je svaka pridružena nominalnoj površini poprečnog presjeka.

Radi jednostavnosti norma dopušta da se za modul elastičnosti armature usvoji vrijednost $E = 210 \text{ kN/mm}^2$ kao i za konstrukcijski čelik umjesto vrijednosti iz HRN EN 1992-1-1 koji predviđa $E = 200 \text{ kN/mm}^2$.

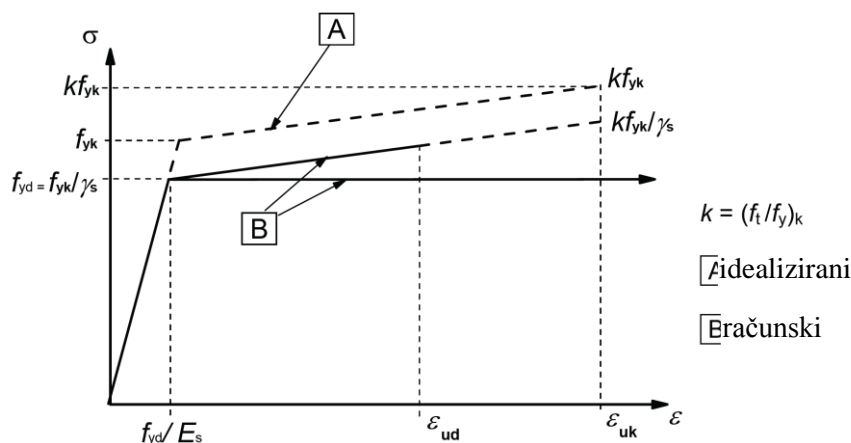
Duktilnost je definirana pomoću maksimalne relativne deformacije ϵ_{uk} i odnosa čvrstoće i granice popuštanja $(f_t/f_y)_k$. Armatura mora posjedovati dostatnu duktilnost i rastezljivost pri maksimalnoj sili.

Na slici 6-00.2.2-2 prikazan je dijagram napon-deformacija i to na slici 6-00.2.2-2. a) za vruće valjani čelik i slici 6-00.2.2-2. b) za hladno oblikovani čelik.



Slika 6-00.2.2-2 Dijagrami napon-deformacija tipičnog čelika za armiranje

Proračun bi se trebao temeljiti na nominalnoj površini poprečnog presjeka armature i računskoj vrijednosti dobivenoj iz karakteristične vrijednosti iz tablice 6-00.2.2-1.



Slika 6-00.2.2-3 Idealni i računski dijagrami napon-deformacija čelika za armaturu (za vlak i tlak)

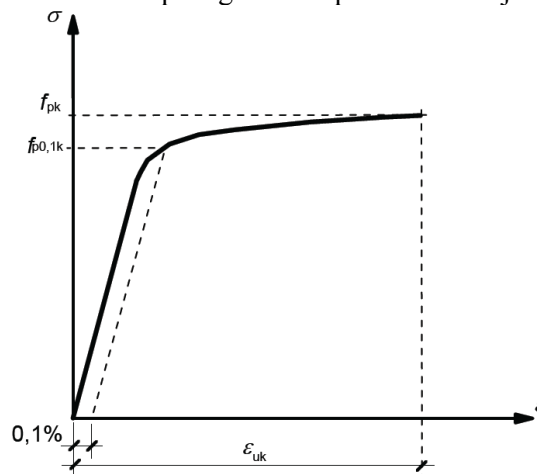
Kod uobičajenog proračuna potrebno je uzeti sljedeće pretpostavke koje su ilustrirane slikom 6-00.2.2-3:

- gornja nagnuta grana s graničnom deformacijom ϵ_{ud} i maksimalnim naponom $k f_{yk} / \gamma_s$ na ϵ_{uk} , gdje je $k = (f_t / f_y)_k$;
- horizontalna grana bez potrebne provjere granične deformacije.

Preporučena vrijednost ϵ_{ud} je $0,9 \epsilon_{uk}$, ako nije drukčije definirano nacionalnim dodatkom.

6-00.2.3 Svojstva čelika za prednapinjanje

Kvaliteta čelika za prednapinjanje može se opisati preko karakteristične vlačne čvrstoće f_{pk} i karakteristične granice popuštanja $f_{p0,1,k}$ koja odgovara naprezanju s nepovratnom deformacijom 0,1%. Dijagram naprezanje-deformacija dan je na slici 6-00.2.3-1. Duktilnost čelika ocjenjuje se preko minimalne postignute ukupne deformacije $\varepsilon_{pu,k}$ i odnosa $(f_p/f_{p0,1})_k$.



Slika 6-00.2.3-1 Dijagram napon-deformacija čelika za prednapinjanje

Svojstva pojedine vrste čelika za prednapinjanje (žice, užad, šipke) dane su u nHRN EN 10138, Dio 2 - 4. Zahtijeva se da čelik za prednapinjanje bude zavarljiv. Ako nema drugih podataka za modul elastičnosti čelika uzima se $195\ 000\ \text{N/mm}^2$.

Čelik za prednapinjanje dijeli se, ovisno o veličini relaksacije, na 3 klase:

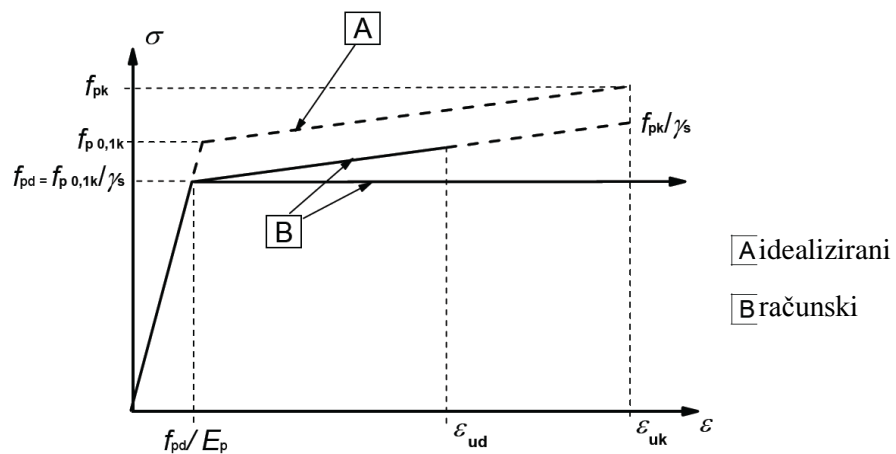
- klasa 1: žice i užad s visokom relaksacijom;
- klasa 2: žice i užad s niskom relaksacijom;
- klasa 3: šipke.

Zahtjevi na čelik za prednapinjanje:

- visoka čvrstoća;
- niska relaksacija;
- mogućnost oblikovanja savijanjem na hladno;
- zavarljivost;
- niska osjetljivost na koroziju (posebno naponsku);
- geometrijska pravilnost;
- velike dužine pri isporuci;
- ponekad dobra prionjivost;
- ponekad otpornost na zamor.

Kod uobičajenog proračuna potrebno je uzeti sljedeće pretpostavke koje su ilustrirane slikom 6-00.2.3-2.

Preporučena vrijednost ε_{ud} je $0,9\ \varepsilon_{uk}$, ako nije drukčije definirano nacionalnim dodatkom.



Slika 6-00.2.3-2

Idealni i računski dijagrami napon-deformacija čelika za prednapinjanje

6-01 IZRADA I UGRADNJA ARMATURE**Opis radova**

Armatura se izrađuje u tvornicama armature (armiračkim pogonima) prema projektu (armaturnim nacrtima) te adekvatnim prijevozom dostavlja na gradilište i ugrađuje.

Materijali

Odredbe ovih uvjeta odnose se na čelik za armiranje betona i na gradilišno ili tvornički (radionički) proizvedenu armaturu.

Tehnička svojstva armature, čelika za armiranje i čelika za prednapinjanje specificiraju se u projektu betonske konstrukcije, odnosno u tehničkoj specifikaciji za taj proizvod.

Čelik za armiranje betona treba zadovoljavati uvjete HRN EN 10080 i uvjete projekta konstrukcije. Svaki proizvod treba biti jasno označen i prepoznatljiv.

Sidreni i spojni elementi trebaju zadovoljavati uvjete HRN EN 1992-1-1 i uvjete projekta.

Specificirana svojstva, dokazivanje uporabljivosti, potvrđivanje sukladnosti i označavanje čelika za armiranje provode se prema aktualnim Tehničkim propisima za betonske konstrukcije, NN 139/09, točki B.2.

Površina armature mora biti očišćena od slobodne hrđe i tvari koje mogu štetno djelovati na čelik, beton ili vezu između njih.

Galvanizirana armatura može se koristiti samo u betonu s cementom koji nema štetnog djelovanja na vezu s galvaniziranom armaturom.

Savijanje, rezanje, prijevoz i skladištenje

Čelik za armiranje betona treba rezati i savijati prema projektnim specifikacijama. Pri tome:

- savijanje treba izvoditi jednolikom brzinom;
- savijanje čelika pri temperaturi ispod $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, ako je dopušteno projektnim specifikacijama, treba izvoditi uz poduzimanje odgovarajućih posebnih mjera osiguranja;
- savijanje armature grijanjem smije se izvoditi samo uz posebno odobrenje u projektnim specifikacijama.


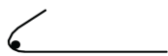
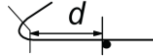
Promjer trna za savijanje šipki ne smije biti manji od veličina iskazanih u projektnim specifikacijama, odnosno u tablici 6-01-1.

Tablica 6-01-1 Najmanji promjer trna za šipke i žice

Promjer šipke	Minimalni promjer trna za kuke, pregibe, petlje
$\phi \leq 16\text{ mm}$	$4\ \phi$
$\phi > 16\text{ mm}$	$7\ \phi$

Za zavarenu armaturu i armaturne mreže nakon zavarivanja promjer trna mora odgovarati tipu armature i ne smije biti manji od veličina u tablici 6-01-2.

Tablica 6-01-2 Najmanji promjer trna za zavarenu povijenu armaturu i mrežu povijenu nakon zavarivanja

Minimalni promjer trna	
	
ili	ili
5ϕ	
	ili
	$d \geq 3 \phi: 5 \phi$
	$d < 3 \phi$ ili zavarivanje unutar povijene zone: 20ϕ
Napomena: Veličina trna kod zavarivanja unutar povijene zone može se smanjiti na 5ϕ gdje se zavarivanje obavlja u skladu s EN ISO 17660 Dodatkom B	

Šipke čelične armature, zavarene mreže i predgotovljeni armaturni koševi ne smiju se oštetiti tijekom prijevoza, skladištenja, rukovanja i postavljanja u projektiranu poziciju.

Ispravljanje savijene šipke armature može biti dopušteno samo ako se (je):

- koristi posebna oprema za ograničenje lokalnih napona;
- postupak ispravljanja odobren projektnim specifikacijama.

Armatura iz kolutova ne smije se upotrebljavati ako nije dostupna odgovarajuća oprema za izravnavanje i ako postupak nije odobren.

Za hladno savijanje čelične armature moraju biti zadovoljeni sljedeći uvjeti:

- projektne specifikacije trebaju utvrditi je li ponovno savijanje na istom mjestu dopušteno;
- sredstva za zaštitu armature za kasnije spajanje treba projektirati tako da ne djeluju štetno na nosivost toga betonskog sklopa ili antikorozijsku zaštitu armature.

Zavarivanje

Zavarivanje treba zadovoljiti projektne specifikacije. Postupci zavarivanja šipki za armiranje trebaju biti u skladu s tablicom 3.4. HRN EN 1992-1-1.

Zavarivanje je dopušteno jedino na armaturnom čeliku sukladnom HRN EN 10080 i armaturnom čeliku deklarirano zavarljivo. Zavarivanje se provodi u skladu s EN ISO 17760.

Za konstrukcijski važno i osjetljivo zavarivanje zavarivač mora imati odgovarajući certifikat. Zavarivanje se ne smije izvoditi na prijevoju šipke ili blizu njega. Treba primijeniti ograničenja iz tablice 6-01-2.

Točkasto zavarivanje dopušteno je za povezivanje armature, ako nije ograničeno projektnim specifikacijama.

Nastavljanje

Armatura od čelika za armiranje ima nastavke u obliku preklopa, zavara ili mehaničkog spoja prema uvjetima HRN EN 1992-1-1 ili projektnih specifikacija.

Vlačnu čvrstoću i žilavost (otpornost na previjanje) čeonu zavarenih spojeva glavne vlačne armature treba povremeno kontrolirati i tu kontrolu planirati programom kontrole izvedbe radova.

Povezivanje i ugradnja

Armaturu treba ugraditi u projektirane pozicije. Posebnu pažnju treba posvetiti armaturi i zaštitnom sloju betona na mjestu malih otvora koji nisu tretirani u projektu.

Pretpostavlja se da projektne specifikacije daju detaljne informacije o postavljanju i razmaku šipki armature te o mjerama koje treba poduzeti na mjestima zgusnutih šipki armature.

Armaturu treba učvrstiti i osigurati njezinu poziciju tako da se zadovolje tolerancije ovih Tehničkih uvjeta. Armatura se može povezivati tankom žicom ili točkastim varenjem prema točki 6-01 ove knjige Tehničkih uvjeta.

Uvjetovani zaštitni sloj betona treba osigurati pogodnim podmetačima ili ulošcima. Čelični držači u dodiru s površinom dopušteni su samo u suhoj okolini, tj. klasi izloženosti X0 prema HRN EN 206-1.

Zahtjev za zaštitni sloj betona treba uzeti kao nominalnu vrijednost, C_n , i računati do površine bilo koje armature, uključivo i vezne.

Kontrola armature prije betoniranja

Armatura izrađena prema projektu betonske konstrukcije smije se ugraditi u betonsku konstrukciju ako je sukladnost čelika, zavara, mehaničkih spojeva, spojki, cijevi za natege i morta za injektiranje potvrđena ili ispitana na način određen aktualnim Tehničkim propisima za betonske konstrukcije, NN 139/09.

Armatura proizvedena prema tehničkoj specifikaciji za koju je sukladnost potvrđena na način određen aktualnim Tehničkim propisima za betonske konstrukcije, NN 139/09, smije se ugraditi u betonsku konstrukciju, ako ispunjava zahtjeve projekta te betonske konstrukcije.

Prije ugradnje armature provode se odgovarajuće nadzorne radnje određene normom HRN EN 13670, te druge kontrolne radnje određene Prilogom »J« Tehničkih propisa za betonske konstrukcije, NN 139/09.

Nadzor armature prije betoniranja

Prije početka betoniranja, u skladu s odgovarajućim razredom nadzora, mora se potvrditi da je:

- armatura prikazana u nacrtima na svom mjestu i na specificiranim razmacima;
- zaštitni sloj u skladu sa specifikacijama;
- armatura nezagađena uljem, mašću, bojom ili drugim štetnim tvarima;
- armatura ispravno učvršćena i osigurana od pomaka tijekom betoniranja;
- razmak između šipki dovoljan za ugradnju i zbijanje betona.

Obračun radova

Radovi se obračunavaju u kg ili t, ovisno o ugovorj dokumentaciji, ugrađene armature prema projektu.

6-02 PREDNAPINJANJE

Postupci prednapinjanja betona su sljedeći:

- prethodno (adhezijsko) prednapinjanje;
- naknadno (neadhezijsko) prednapinjanje, unutarnje ili vanjsko.

Posebnu pažnju treba posvetiti mjerama sigurnosti.

Prednapete betonske konstrukcije treba izvoditi s materijalima potvrđene sukladnosti.

Dijelovi sustava za prednapinjanje*Sustavi naknadnog napinjanja*

Sustav naknadnog napinjanja treba zadovoljavati uvjete tehničkog dopuštenja ili uvjete projektnih specifikacija.

Svi dijelovi primijenjenog sustava prednapinjanja moraju biti kompatibilni, tj. iz istog sustava prednapinjanja potvrđene sukladnosti.

Zaštitne cijevi

Čelične zaštitne cijevi prednapetih kabela trebaju biti sukladne normi HRN EN 523.

Zaštita kabela od nečeličnih materijala mora imati odgovarajuće tehničko dopuštenje za uporabu, kao i zaštita neadhezijski prednapetih žica.

Čelik za prednapinjanje ili zamjenjujući materijal

Tehnička svojstva armature, čelika za armiranje i čelika za prednapinjanje specificiraju se u projektu betonske konstrukcije, odnosno u tehničkoj specifikaciji za taj proizvod.

Kotve i čelik za prednapinjanje (žice, užad i šipke) trebaju biti sukladni uvjetima HRN EN 1992-1-1 ili nHRN EN 10138. Materijal kabela (unutarnjih ili vanjskih) treba biti sukladan uvjetima HRN EN 1992-1-1.

Specificirana svojstva, dokazivanje uporabljivosti, potvrđivanje sukladnosti i označavanje čelika za prednapinjanje provodi se prema Tehničkim propisima za betonske konstrukcije, NN 139/09, točki B.2.

Nečelični materijali koji se rabe za prednapinjanje kao što su ugljična, staklena ili aramidna vlakna trebaju imati odgovarajuće tehničko dopuštenje za uporabu.

Čelik za prednapinjanje, sidrene elemente, vezne elemente i na gradilištu izrađene kabele treba prevoziti u čistim vozilima u kojima nema kemijskih tvari agresivnih za čelik. Svaki dodir sa štetnim tvarima treba izbjeći posebnim pakiranjem u tvornici ili podupiranjem čelika na način koji će spriječiti dodir s površinom vozila. Prijevoz vodom nije dopušten bez odgovarajućeg pakiranja.

Promjer šipki koje se mogu prevoziti i skladištiti u kolutovima treba biti odobren.

Čelik za prednapinjanje ne smije se skladištiti u dodiru s tlom niti izložiti kiši. Treba dati prednost skladištenju čelika za prednapinjanje u zatvorenim prostorijama relativne vlažnosti ispod 60 %.

Kabele izrađene na gradilištu u cijevima treba na krajevima zaštititi od prodora vlage, prije svega od kondenzacije, i poduprijeti na razmacima koji neće ugroziti stabilnost ni nepropusnost cijevi.

Sidreni elementi i pribor

Sidreni elementi i pribor sustava prednapinjanja moraju biti prepoznati kao oni koji su uvjetovani ili dopušteni.

Podupirači kabela

Podupirači kabela:

- ne smiju štetno djelovati na čelik ni beton;
- trebaju biti dovoljno čvrsti da osiguraju stabilni položaj kabela u projektiranoj poziciji;
- ne smiju oštetiti zaštitu.

Razmak podupirača kabela treba biti takav da osigura sukladnost s traženom linijom i nivoom.

Cementna injekcijska smjesa

Cementna smjesa za injektiranje kabela treba biti sukladna uvjetima HRN EN 447.

Ulje, vosak ili drugi proizvodi

Ulje, vosak ili drugi slični proizvodi za zapunjavanje kabelskih cijevi i ankera trebaju biti sukladni uvjetima HRN EN 1992-1-1.

Dokumentacija

Projektne specifikacije i izvedbena dokumentacija koja se odnosi na prednapinjanje, identifikacijska dokumentacija i dokumentacija odobravanja materijala i/ili kabela treba biti dostupna na gradilištu.

Materijali isporučeni gradilištu trebaju biti isporučeni s otpremnim dokumentom. Materijale bez ispravnog otpremnog dokumenta treba zabraniti.

Otpremne dokumente, izvještaje ispitivanja i nesukladnosti treba uključiti u izvještaj ispitivanja.

Prijevoz i skladištenje

Materijale osjetljive na koroziju, kao npr. prednapeti čelik, zaštitne cijevi, sidrene elemente, spojne elemente, prednapete kabele i kabele proizvedene na gradilištu treba zaštititi od štetnih utjecaja tijekom prijevoza i skladištenja kao i ugrađene u konstrukciju do izvedbe stalne zaštite. Značajno korodirale materijale treba zamijeniti sukladnim materijalima.

Cement i suhe mineralne i kemijske dodatke za injekcijsku smjesu treba zaštititi od vode i vlage tijekom prijevoza i skladištenja.

Izrada kabela za prednapinjanje

Kabele za prednapinjanje treba opremiti u skladu s odgovarajućim tehničkim dopuštenjem primijenjenog sustava prednapinjanja.

Tip i razred prednapetog čelika treba registrirati u izvještaju nadzornog inženjera.

Zavarivanje prednapetog čelika ili ankera, autogeno rezanje kisikom ili zavarivanje u blizini prednapetog čelika nije dopušteno. Nije dopušteno ni zavarivanje čeličnih spirala za raspodjelu tlaka, ni ankernih ploča ni točkasto zavarivanje perforiranih ploča, osim ako to nije drugačije utvrđeno projektnim specifikacijama.

Zaštitne cijevi i njihovi spojevi trebaju biti vodonepropusni.

Druge zaštite i njihovi spojevi trebaju zadovoljavati iste uvjete kao i zaštitne cijevi.

Sredstva za brtvljenje cijevi ne smiju sadržavati kloride.

Prednapeti čelik se može rezati disk-rezačima.

Ugradnja kabela za prednapinjanje

Općenito

Kabele za prednapinjanje treba postaviti i osigurati na način koji održava njihovu poziciju u ovdje dopuštenim granicama.

Kabeli trebaju imati ravan ulaz u sidrišta i spojeve.

Prethodno napeti kabeli

Nevezane dijelove prednapetog čelika (izvan betona) treba primjereno zaštititi od korozije.

Naknadno napeti kabeli

Otvore zaštitnih cijevi treba na oba kraja i na mjestima mogućeg prodora zraka ili vode zaštititi. Otvore treba ispravno označiti radi prepoznavanja kabela. Zaštitne cijevi treba osigurati od oštećenja ugradnjom i zbijanjem betona.

Otpornost zaštitnih cijevi na deformiranje može se postići uporabom dovoljno čvrstog lima ili privremenim podupiračima od polietilenskih ili sličnih cijevi.

Unutarnji i vanjski kabeli

Kabele i unutarnjeg i vanjskog prednapinjanja treba primjereno zaštititi od vlage.

Unošenje sile

Napinjanje treba biti u skladu s prethodno utvrđenim i odobrenim programom. Silu i izduženje treba registrirati izvještajem nadzornog inženjera.

Pisane instrukcije unošenja sile trebaju biti dostupne na gradilištu.

Elementi unošenja sile trebaju biti izabrani iz onih koji su dopušteni primjenjenim sustavom prednapinjanja.

Pravovaljani izvještaji kalibriranja elemenata, mjerenja sile, trebaju biti dostupni na gradilištu prije početka napinjanja.

Primjena i/ili prijenos prednapona na konstrukciju trebaju biti postupni i dopušteni su jedino kad je čvrstoća betona sukladna uvjetima HRN EN 1992-1-1 i jednaka je ili manja od najmanje tlačne čvrstoće tražene primijenjenim sustavom prednapinjanja.

Od posebne je važnosti odgovarajuća čvrstoća betona u području sidrenja.

Rezultate primijenjenog programa napinjanja i njegove sukladnosti ili nesukladnosti s uvjetima treba unijeti u izvještaj nadzornog inženjera.

Unošenje sile je složen postupak s velikim silama u sidrištima i prednapetim kabelima pa traži odgovarajuće mjere sigurnosti i kontrolu iskusnog osoblja.

Prethodno napeti kabeli

Ako se beton ne može ugraditi tijekom traženog vremena, nakon unošenja sile, treba poduzeti privremene mjere zaštite koje neće štetiti adheziji niti štetno djelovati na čelik i/ili beton.

Operativnu pogodnost ponovno uporabljenih elemenata sidrenja treba dokazati provjerom.

Naknadno napeti kabeli

Unošenje sile nije dopušteno pri temperaturi okoline ispod $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, osim ako to nije drugačije utvrđeno u projektu konstrukcije.

Unošenje sile nije dopušteno u beton temperature ispod $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$, osim ako je postupak sukladan posebnim uvjetima danim u projektu konstrukcije.

U slučaju odstupanja od planiranog ponašanja tijekom unošenja sile nije dopušteno otpuštanje ni injektiranje kabela. U tom slučaju ne smiju se poduzimati radovi koji mogu štetno djelovati na ponovno napinjanje. Sve te radove treba odgoditi dok se ne odobri revidirani izvještaj o napinjanju.

U izvještaju treba registrirati sljedeće:

- verifikaciju čvrstoće betona tražene za unošenje sile;
- tip uporabljene opreme za unošenje sile;
- izmjerenu silu na preši i izduženje kabela na svakom stadiju napinjanja;
- zapaženo popuštanje ankera;
- svaki značajniji otklon od računске sile ili izduženja;
- oslobađanje skele, ako je uvjetovano.

Unutarnji ili vanjski kabeli

Uvjeti iz prethodne točke vrijede i za unutarnje ili vanjsko napinjanje neadhezijskih kabela.

Zaštitne mjere (injektiranje, uljenje i betoniranje)

Za pripremu i primjenu zaštite moraju postojati pisane instrukcije (upute). Oprema za injektiranje treba biti sukladna uvjetima HRN EN 446 i odabrana iz one odobrene sustavom prednapinjanja.

Rezultati nadzora i potvrda sukladnosti sa zahtijevanom zaštitom trebaju biti registrirani u izvještaju nadzora. Sidrene glave i sidrenu zonu treba zaštititi od korozije kao i same kabele.

Prethodno napeti kabeli

Krajeve kabela treba zaštititi od korozije.

Naknadno napeti kabeli

Injektiranje naknadno napetih kabela treba biti sukladno uvjetima HRN EN 446 i HRN EN 447.

Ako se prodor vode ili prekomjerne vlage može spriječiti i ako to projektnim specifikacijama nije drugačije uvjetovano, preporučuju se sljedeća izvedbena razdoblja:

- najviše 12 tjedana između izrade kabela i injektiranja;
- najviše 4 tjedna u oplati prije betoniranja;
- približno 2 tjedna u napetom stanju prije zaštite.

Ako se prethodno razdoblje između napinjanja i injektiranja prijede, privremenu zaštitu treba održavati na odobreni način. Pogodnu zaštitu može pružiti propuhivanje kabela osušenim zrakom ili dušikom u odgovarajućim intervalima vremena.

Vanjski ili unutarnji kabeli

Injekcijska smjesa injektiranjem zaštićenih vanjskih kabela treba biti sukladna uvjetima iz točke 6-02 ove knjige Tehničkih uvjeta.

U drugim slučajevima zaštitne cijevi i ankerne glave kabela treba zapuniti uvjetovanim postupkom nekorozivnim uljem ili voskom sukladnim uvjetima HRN EN 1992-1-1.

Injektiranje

Proces miješanja (odmjeravanje, v/c faktor, postupak, vrijeme) treba osigurati zahtijevana svojstva sukladna HRN EN 446 i HRN EN 447 ili uvjete projektnih specifikacija.

Injektiranje treba biti sukladno uvjetima HRN EN 446 ili projektnim specifikacijama.

Uvjetovana svojstva injekcijske smjese treba ispitivanjima potvrditi, a vrstu i broj ispitivanja planirati programom kontrole kvalitete izvedbe radova.

Kada se zahtijeva naknadno injektiranje cijevi velikog promjera, vertikalnih ili kosih cijevi, ono se izvodi sukladno uvjetima HRN EN 446.

Injektirani volumen treba biti usporediv s teoretskim slobodnim volumenom cijevi. Svaku prazninu u cijevima treba vakumirati ili ponovo injektirati.

U slučaju vakumiranja slobodni volumen u cijevima treba mjeriti. Količina injektirane smjese treba biti usporediva s tim volumenom.

Uljenje

Uljenje treba provesti neprekinutom stalnom brzinom.

Volumen treba biti usporediv s teoretskim slobodnim volumenom cijevi. U obzir treba uzeti promjenu volumena ulja s temperaturom.

Po završetku uljenja, neželjeni gubitak ulja iz cijevi treba spriječiti brtvljenjem cijevi pod tlakom.

6-03 NORME I TEHNIČKI PROPISI

Ovdje je naveden samo dio normi i propisa koji se odnose na radove, građevinske proizvode i opremu u ovom poglavlju. Izvođači i projektanti su dužni uzeti u obzir i sve ostale važeće zakone, norme i propise koji nisu ovdje navedeni, a odnose se posredno ili neposredno na radove, građevinske proizvode i opremu iz ovog poglavlja.

NORME

HRN EN 1992-1-1:1998	Eurokod 2 - Projektiranje betonskih konstrukcija – 1. dio: Opća pravila i pravila za zgrade
HRN 1130-1:2008	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 1. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda A
HRN 1130-2:2008	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda B
HRN 1130-3:2008	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 3. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda C
HRN 1130-4:2008	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih mreža
HRN 1130-5:2008	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 5. dio: Tehnički uvjeti isporuke rešetkastih nosača
HRN EN 10080:2005	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – Općenito (EN 10080:2005)
nHRN EN 10138-1 do -4	Čelik za prednapinjanje
HRN EN 523	Čelične cijevi (bužiri) za kabele za prednapinjanje – Nazivlje, zahtjevi, kontrola kvalitete
HRN EN 10020:2008	Definicije i razredba vrsta čelika (EN 10020:2000)
HRN EN 10021:2008	Opći tehnički uvjeti isporuke za čelik i čelične proizvode (EN 10021:2006)
HRN EN 10025:2002	Toplo valjani proizvodi od nelegiranih konstrukcijskih čelika - Tehnički uvjeti isporuke (EN 10025:1990 + A1:1993)
HRN EN 10025-1:2006	Toplo valjani proizvodi od konstrukcijskih čelika - 1. dio: Opći tehnički uvjeti za isporuke (EN 10025-1:2004)
HRN EN 10025-2:2007	Toplo valjani proizvodi od konstrukcijskih čelika - 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke za nelegirane konstrukcijske čelike (EN 10025-2:2004)
HRN EN 10025-3:2007	Toplo valjani proizvodi od konstrukcijskih čelika - 3. dio: Tehnički uvjeti isporuke za normalizacijski žarene/normalizacijski valjane zavarljive sitnozrnate konstrukcijske čelike (EN 10025-3:2004)
HRN EN 10025-4:2007	Toplo valjani proizvodi od konstrukcijskih čelika - 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke za termomehanički valjane zavarljive sitnozrnate konstrukcijske čelike (EN 10025-4:2004)
HRN EN 10025-5:2007	Toplo valjani proizvodi od konstrukcijskih čelika - 6. dio: Tehnički uvjeti isporuke za konstrukcijske čelike otporne na atmosfersku koroziju (EN 10025-5:2004)

HRN EN 10025-6:2007	Toplo valjani proizvodi od konstrukcijskih čelika - 6. dio: Tehnički uvjeti isporuke za plosnate proizvode od konstrukcijskih čelika s visokom granicom razvlačenja u poboljšanom stanju (EN 10025-6:2004)
HRN EN 10027-1:2007	Sustavi označivanja za čelike – 1. dio: Nazivi čelika (EN 10027:2005)
HRN EN 10027-2:1999	Sustavi označivanja čelika – 2. dio: Brojčani sustav (EN 10027:1992)
HRN EN 10079:2008	Definicija čeličnih proizvoda (EN 10079:2007)
HRN EN 10204:2007	Metalni proizvodi – Vrste dokumenata o ispitivanju (EN 10204:2004)
HRN EN 13670:2010	Izvedba betonskih konstrukcija (EN 13670:2009)
HRN EN ISO 17660-1:2008	Zavarivanje – Zavarivanje čelika za armiranje – 1. dio: Nosivi zavareni spojevi (ISO 17660-1:2006; EN ISO 17660-1:2006)
HRN EN ISO 17660-2:2008	Zavarivanje – Zavarivanje čelika za armiranje – 2. dio: Nenosivi zavareni spojevi (ISO 17660-2:2006; EN ISO 17660-2:2006)
HRN EN 206-1:2006	Beton – 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost (uključuje amandmane A1:2004 i A2:2005) (EN 206-1:2000+A1:2004+A2:2005)
HRN EN 287-1:2004	Provjera osposobljenosti zavarivača – Zavarivanje taljenjem – 1. dio: Čelici (EN 287-1:2004)
HRN EN 287-1:2004/AC:2007	Provjera osposobljenosti zavarivača – Zavarivanje taljenjem – 1. dio: Čelici (EN 287-1:2004/AC:2004)
HRN EN 287-1:2004/A2:2008	Provjera osposobljenosti zavarivača – Zavarivanje taljenjem – 1. dio: Čelici (EN 287-1:2004/A2:2006)
HRN EN ISO 4063:2010	Zavarivanje i srodni postupci – Nomenklatura postupaka i referentni brojevi (ISO 4063:1998; EN ISO 4063:2000)

TEHNIČKI PROPISI

1.	Tehnički propis za betonske konstrukcije	139/09, 14/10, 125/10
----	--	-----------------------