

IMPRESUM:**IZDAVAČ****Hrvatske ceste d.o.o.**

za upravljanje, građenje i održavanje državnih cesta

Vončinina ulica 3, 10 000 Zagreb – Hrvatska

www.hrvatske-ceste.hr

UREDNIŠTVO**Voditelj projektnog tima**

Tomislav Dragovan

Pomoćnik voditelja projektnog tima

Marko Šimac

Voditelj izrade knjige

Danijel Tenžera

Suradnici

Ozren Gverić

Davor Trlaja

Grafički prijelom i tisak

Q-concept d.o.o.

Zagreb, 2024.

HRVATSKE CESTE d.o.o.

OPĆI TEHNIČKI UVJETI
ZA RADOVE NA CESTAMA

KNJIGA VIII – BETONSKI RADOVI

Zagreb, 2024.

Informacije o dokumentu

Naziv projekta	Izrada Općih tehničkih uvjeta za radove na cestama		
Naručitelj	Hrvatske ceste d.o.o. Vončinina 3, 10000 Zagreb		
Izvršitelj	Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet Kačićeva 26, 10000 Zagreb		
	INSTITUT IGH, d.d. Janka Rakuša 1, 10000 Zagreb		
	ZG-PROJEKT d.o.o. I. Đorđića 24, 10000 Zagreb		
	TPA održavanje kvaliteta i inovacija d.o.o. Ulica Petra Hektorovića 2, 10000 Zagreb		
	R2 & tunnel design d.o.o., Gruška 20, 10000 Zagreb,		
Oznaka knjige	KNJIGA VIII – BETONSKI RADOVI		
Voditelj izrade OTU	Prof. dr. sc. Vesna Dragčević, dipl. ing. građ.		
Voditelji izrade knjige	Goran Vrhovac, dipl. ing. građ		
Stručni tim	Mr. sc. Krunoslav Mavar, dipl. ing. građ. Mate Pezer, dipl. ing. građ.		
Verzija	OTU_08-Betonski radovi_Rev F-P-2023.docx		
Datum	prosinac, 2023.		

Sadržaj

8-01.	Općenito	1
8-02.	Pojmovi	2
8-03.	Dokumentacija	5
8-03.1.	Projektne specifikacije	5
8-03.2.	Plan kvalitete izvedbe betonske konstrukcije	6
8-03.3.	Izvedbena dokumentacija	6
8-03.4.	Posebni zapisi	6
8-04.	Proizvodnja betona	7
8-05.	Isporuka, preuzimanje i gradilišni prijevoz svježeg betona	8
8-05.1.	Isporuka svježeg betona	8
8-05.2.	Preuzimanje svježeg betona	8
8-05.3.	Gradilišni prijevoz svježeg betona	10
8-06.	Ugradnja i zbijanje	11
8-06.1.	Mjere i radnje prije betoniranja	11
8-06.2.	Ugradnja i zbijanje	12
8-06.3.	Ugradnja i zbijanje u ekstremnim vremenskim uvjetima	12
8-07.	Njega i zaštita betona	14
8-07.	Njega i zaštita betona u normalnim vremenskim uvjetima	14
8-08.	Njega i zaštita betona u toplim vremenskim uvjetima	15
8-09.	Njega i zaštita betona u hladnim vremenskim uvjetima	15
8-08.	Geometrijske tolerancije	17
8-09.	Kontrola izvedbe	18
8-10.	Posebni postupci izvedbe	20
8-10.	Ugradnja i zbijanje u vodi	20
8-11.	Izvedba mlaznim betonom	21
8-12.	Smjesa za injektiranje	22
8-13.	Skele i oplata	25
8-13.1.	Osnovni zahtjevi	25
8-13.2.	Skele	29
8-13.3.	Oplata	30
8-14.	Armirački radovi	32

8-15. Prednapinjanje	38
8-15.1. Uvjeti za prednapinjanje	38
8-15.2. Prethodno prednapinjanje.....	39
8-15.3. Naknadno prednapinjanje.....	39
8-16. Sanacije betonskih konstrukcija	41
8-17. Završni i ostali radovi	48
8-18. Popis normi i tehničkih propisa.....	52
8-18.1. Norme	52

Popis kratica

ASTM	Američko društvo za ispitivanje i materijale, engl. <i>American Society for Testing Materials</i>
DIN	Njemački institut za standardizaciju, njem. <i>Deutsches Institut für Normung</i> (engl. <i>German Institute for Standardization</i>)
EN	Europska norma
ETA	Europska tehnička ocjena
HRN	Hrvatska norma
HTO	Hrvatska tehnička ocjena
ISO	Međunarodna organizacija za standardizaciju, engl. <i>International Organization for Standardization</i>
OTU	Opći tehnički uvjeti
PKOK	Program kontrole i osiguranja kvalitete
POG	Projekt organizacije građenja
PTU	Posebni tehnički uvjeti
PKIBK	Plan kvalitete izvedbe betonske konstrukcije

BETONSKI RADOVI

8-01. OPĆENITO

U ovoj knjizi Općih tehničkih uvjeta (OTU) propisani su minimalni zahtjevi izvođenja, uvjeti kvalitete te načini mjerenja i obračuna betonskih radova koji se uobičajeno provode pri građenju, sanaciji, rekonstrukciji, održavanju i uklanjanju cesta i cestovnih građevina. Svojstva, metode ispitivanja i uvjeti kvalitete, kao i kontrola i potvrđivanje sukladnosti materijala i proizvoda koji se koriste kod izvođenja betonskih radova propisani su u Knjizi XIV – Građevinski materijali i proizvodi, ovih OTU-a.

OTU-i 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). Kada se u ugovoru, tehničkoj dokumentaciji ili troškovniku propisuje obveza rada u skladu s bilo kojom odredbom u određenom poglavlju ove knjige, ugovaratelj je dužan radove izvoditi u skladu sa svim relevantnim odredbama OTU-a.

Radovi moraju biti obavljani u skladu s projektom, važećim propisima, normama, programom kontrole i osiguranja kvalitete (PKOK), projektom organizacije građenja (POG), zahtjevima nadzornog inženjera i ovim OTU-ima.

Radovi se prvenstveno provode u skladu s odredbama važećih tehničkih propisa i hrvatskih normi. Ako za pojedini rad hrvatska norma ne postoji, ili niti jedna norma nije navedena, obvezna je primjena odgovarajućih EN-i (europska norma). Ako se neki propis ili norma u međuvremenu stave van snage, važit će zamjenski propis ili norma.

Izvođač može predložiti i primjenu priznatih tehničkih pravila (normi) neke druge inozemne normizacijske ustanove (ISO, DIN, ASTM, ...) odnosno jednakovrijedne tehničke specifikacije kojom se postižu najmanje jednaki zahtjevi kao propisani ili stroži. Svaka takva izmjena mora biti obrazložena pisanim putem te odobrena od strane nadzornog inženjera uz suglasnost projektanta i suglasnost naručitelja. U tom slučaju izvođač je dužan takvu promjenu unijeti u izvedbeni projekt.

8-02. POJMOVI

Agitirajuća oprema – stroj na pokretnom postolju sposoban za održavanje izmiješanog betona u intenzivno izmiješanom i homogenom stanju tijekom transporta.

Agregat – zrnati materijal koji se koristi u gradnji. Agregat može biti prirodni, industrijski proizveden ili reciklirani. Prirodni agregat – agregat iz mineralnog nalazišta podvrgnut isključivo mehaničkoj obradi. Industrijski proizveden agregat – agregat mineralnog porijekla dobiven industrijskim procesom koji uključujuću termičku ili drugu obradu. Reciklirani agregat – agregat dobiven obradom anorganskih materijala prethodno korištenih u građenju.

Beton – Beton je građevni materijal dobiven stvrdnjavanjem smjese nekog veziva (npr. cementa, sadre, bitumena, asfalta), agregata (npr. pijeska, šljunka, drobljenca, tucanika, troske, drobljene opeke) i vode.

Beton normiranog zadanog sastava – beton čiji je sastav dan u važećoj normi.

Beton proizveden na gradilištu – beton koji je korisnik proizveo na gradilištu za vlastitu uporabu.

Beton zadanog sastava – beton čiji su sastav i sastavni materijali koji će se koristiti uvjetovani proizvođaču koji je odgovoran za isporuku betona zadanog sastava, a za svojstva je odgovoran onaj koji ih uvjetuje.

Cement – hidraulično vezivo, tj. fino mljeveni anorganski materijal koji pomiješan s vodom tvori pastu, koja veže i očvršćava zbog reakcija i procesa hidratacije te koja nakon stvrdnjavanja zadržava svoju čvrstoću i postojanost i pod vodom.

Cementni mortovi ili betoni – hidraulični mortovi i hidraulični betoni. Mortovi i betoni zamiješani s frakcioniranim agregatom, a moguće i primjesama i dodacima, koji pri miješanju s vodom očvršćuju hidrauličkom reakcijom.

Djelovanje okoliša – ona kemijska i fizikalna djelovanja kojima će beton biti izložen i čiji utjecaj rezultira posljedicama na betonu, armaturi ili ugrađenom metalu koje nisu predviđene kao opterećenje u projektu konstrukcije.

Dopušteno odstupanje – dopuštena algebarska razlika između granične veličine i odgovarajuće referentne veličine (prema ISO 1803-1 - Građenje - Tolerancije - Rječnik - dio 1 - Opći pojmovi).

Gradilište – zemljište i/ili građevina, uključujući i privremeno zauzete površine, na kojima se izvodi građenje ili radovi potrebni za primjenu odgovarajuće tehnologije građenja i zaštite.

Ispitni laboratorij – laboratorij akreditiran u skladu s normom HRN EN ISO/IEC 17025.

Isporuka – proizvođačev postupak primopredaje svježeg betona.

Karakteristična čvrstoća – vrijednost čvrstoće pri starosti betona od 28 dana ispod koje se očekuje da će biti najviše 5 % svih rezultata ispitivanja.

Kemijski dodatak – materijal kojim se modificiraju svojstva svježeg i/ili očvrsnulog betona, a dodaje se za vrijeme miješanja betona u malim količinama u postotku na masu cementa.

Korisnik – osoba ili tijelo koje koristi svježi beton u izvedbi konstrukcija ili elemenata.

Kubični metar betona – količina svježeg betona koja je zbijena u skladu s postupkom danim u HRN EN 12350-6 i zauzima volumen od jednog kubičnog metra.

Lagani agregat – agregat mineralnog porijekla koji ima gustoću čestica u osušenom stanju utvrđenu prema HRN EN 1097-6 manju od 2000 kg/m³ ili nasipnu gustoću u osušenom stanju utvrđenu prema HRN EN 1097-3 manju od 1200 kg/m³.

Lagani beton – beton koji ima gustoću u suhom stanju veću od 800 kg/m³ i ne veću od 2000 kg/m³.

Mineralni dodaci – fino usitnjeni materijal koji se može dodati betonu radi poboljšanja nekih njegovih svojstava ili za dobivanje specijalnih svojstava betona.

Mješavina – količina betona izmiješana u jednom ciklusu miješanja ili količina isporučena tijekom jedne minute iz kontinuirane miješalice.

Mlazni beton – beton koji se ugrađuje u struji zraka pod tlakom kroz posebne mlaznice i velikom brzinom i energijom nanosi na podlogu, pri čemu se kompaktira i prijanja uz podlogu.

Neagitirajuća oprema – kamion kiper ili druga oprema koja se primjenjuje za transport betona bez agitiranja.

Nedostatak (defekt) – neprihvatljiv uvjet koji može nastati pri ugradbi ili je posljedica pogoršanja ili oštećenja.

Normalne tolerancije – osnovne granice geometrijskih odstupanja koje osiguravaju da konstrukcija zadovolji projektne pretpostavke i dobije druge funkcionalne potrebe građenja (ovdje su to tolerancije klase 1).

Normalno teški (obični) agregat – agregat gustoće čestica u osušenom stanju između 2000 kg/m^3 i 3000 kg/m^3 , utvrđene prema HRN EN 1097-6.

Obični beton – beton koji ima gustoću u suhom stanju veću od 2000 kg/m^3 , ali ne veću od 2600 kg/m^3 .

Ocjena sukladnosti – ocjena usklađenosti proizvoda s uvjetovanim svojstvima.

Očvrsnuli beton – beton u očvrsnulom stanju koji je razvio određenu čvrstoću.

Održavanje – tekuće ili kontinuirane mjere koje osiguravaju zaštitu.

Podloga – površina na koju se nanosi ili će se nanijeti materijal za zaštitu ili popravak.

Posebne tolerancije – tolerancije strože od normalnih.

Potvrdba – potvrđivanje sukladnosti proizvoda/betona s uvjetovanim zahtjevima.

Površinska obrada betona – opis izgleda površine betona uključujući aspekte geometrije, teksture, boje i sl.

Predgotovljeni betonski element – element izbetoniran i njegovan na mjestu različitom od konačnog mjesta u građevini.

Predgotovljeni proizvod – predgotovljeni element proizveden u skladu s odgovarajućom europskom normom za proizvod.

Program kontrole i osiguranja kvalitete – program koji osigurava poduzimanje djelovanja i postupaka koji su u skladu s namjenom konstrukcije.

Proizvođač – osoba ili tijelo koje proizvodi beton ili građevni proizvod.

Projektirani beton – beton čija su zahtijevana svojstva uvjetovana proizvođaču koji je odgovoran za isporuku betona zadanih svojstava.

Projektirani uporabni vijek – predviđeno korisno uporabno razdoblje betonske konstrukcije uz očekivane uvjete uporabe.

Projektne specifikacije – dokumenti koji sadrže tehničke podatke i zahtjeve za pojedine projekte, pripremljeni da prate i potvrđuju uvjete odgovarajućih normi.

Radni vijek – razdoblje tijekom kojega će se svojstva betona u konstrukciji održavati na razini kompatibilnoj s ispunjenjem uvjetovanih svojstava konstrukcije uz osiguranje ispravnog održavanja.

Revibriranje – ponovno vibriranje betona nakon njegove ugradnje.

Svježi beton – potpuno izmiješani beton prikladan za transport, ugradbu i zbijanje odabranim postupkom.

Šarža betona – količina betona koja se transportira u vozilu koje sadrži jednu ili više mješavina.

Tehničko ocjena – dokument koji izdaje ovlaštena pravna osoba, a kojim se potvrđuje uporabljivost građevnih proizvoda za koje nisu donijete norme ili tehnički propisi ili koji odstupaju od važećih propisa.

Teški agregat – agregat gustoće čestica u osušenom stanju veće od 3000 kg/m^3 , utvrđene prema HRN EN 1097-6.

Teški beton – beton koji ima gustoću u suhom stanju veću od 2600 kg/m^3 .

Tolerancija – dopušteno odstupanje veličine (vidi ISO 1803-1 Građenje – Tolerancije – Rječnik – dio 1 – Opći pojmovi). Tolerancije predgotovljenih elemenata dijele se na proizvodne tolerancije, tj. geometrijske tolerancije kako su utvrđene normom proizvoda, zatim izvedbene tolerancije, tj. geometrijske tolerancije vezane uz lokaciju, vertikalnost, horizontalnost ili druge karakteristike građevinskog sklopa te na konstrukcijske tolerancije, tj. geometrijske tolerancije kombinirane od proizvodnih, gradilišno-konstrukcijskih i izvedbenih tolerancija.

Tvornički proizvedeni beton – beton koji je u svježem stanju isporučila osoba ili netko tko nije korisnik. Tvornički proizveden beton u smislu ovih Općih tehničkih uvjeta je beton koji je proizveo korisnik izvan gradilišta ili beton proizveden na gradilištu, ali ga nije proizveo korisnik.

Uklanjanje – uklanjanje zagađenih, oštećenih ili zdravih dijelova podloge.

Uporabni vijek – razdoblje u kojem je postignuto predviđeno ponašanje/svojstvo.

Uvučeni zrak – mikroskopski zračni mjehurići namjerno uvučeni u beton tijekom miješanja, obično uporabom površinski aktivnih tvari, promjera tipično između 10 mikrona i 300 mikrona i loptastog ili približno loptastog oblika.

v/c omjer – omjer između mase efektivne količine vode i mase cementa u svježem betonu.

Vrijeme očvršćivanja – vrijeme izvan kojeg nema svojstva obradivosti hidrauličkog ili polimerima izmijenjenog hidrauličkog betona ili morta za popravak.

Zaglađivanje – glađenje površine betona ili morta posebnim alatom .

Zahvaćeni zrak – makropore u betonu koje nisu namjerno uvučene.

Zaštita – mjera koja sprječava ili umanjuje razvoj nedostataka.

Zemljovlažan beton – beton polusuhe konzistencije koji se ugrađuje strojevima koji omogućavaju njegovo zbijanje.

8-03. Dokumentacija

Dokumentaciju izvedbe betonskih radova čine:

- sve dostupne projektne specifikacije bitne za dio ili cjelinu betonskih radova koji će se izvoditi
- Plan kvalitete izvedbe betonske konstrukcije
- izvedbena dokumentacija
- posebni zapisi.

Sva dokumentacija izvedbe betonskih radova mora biti u skladu s normom HRN EN 13670.

8-03.1. PROJEKTNE SPECIFIKACIJE

Prije početka izvedbe bilo kojeg dijela građevine projektna specifikacija koja se odnosi na taj dio građevine mora biti cjelovita i dostupna. Projektna specifikacija sadrži:

- sve potrebne podatke i tehničke zahtjeve za izvedbu građevine i suglasnosti dane tijekom izrade projektne specifikacije
- odgovarajuće hrvatske odnosno europske tehničke ocjene i odredbe koje vrijede za gradilište.

Napomena 1: Odredbe koje vrijede za gradilište jesu nacionalne norme i dokumenti koje su odobrila javnopravna tijela, a koji su navedeni u projektnoj specifikaciji.

- postupke izrade izmjena obzirom na prethodno dogovorene zahtjeve
- bilo koji zahtjev koji se odnosi na raspodjelu, ispunjavanje i izvještavanje o tehničkim dokumentima upotrijebljenim za građevinu.

Tehnički zahtjevi za izvedbu građevine uključuju:

- konstrukcijske nacрте koji daju sve potrebne informacije kao što su geometrija strukture, količina i pozicija armature i čelika za prednapinjanje i predgotovljenih betonskih elemenata, montažnih komada, umetaka i sl.
- opis svih proizvoda koji će se upotrijebiti sa svim uvjetima primjene danim u nacrtima i/ili opisu radova
- opis radova kao dokument koji opisuje razred nadzora koji će se primijeniti, sve specijalne tolerancije, zahtjeve za svojstva površinske obrade i sl.
- opis radova koji uključuje sve zahtjeve za izvedbu radova, tj. slijed operacija, privremene podupore, radne procedure i sl.
- specifikacije montaže odgovarajućih predgotovljenih betonskih elemenata.

Specifikacije montaže predgotovljenih betonskih elemenata sadrže:

- nacрте montiranja koji se sastoje od planova i dijelova pozicije i spojeva elemenata u izvedenom stanju
- montažne podatke sa svojstvima materijala u građevini i podatke o nadzoru
- montažne instrukcije s podacima potrebnim za rukovanje, skladištenje, postavljanje, uklapanje, povezivanje i završavanje radova.

Projektne specifikacije trebaju sadržavati sve informacije i tehničke zahtjeve nužne za izvedbu radova i suglasnosti te odobrenja dana tijekom izvedbe, kao i sve norme i tehničke ocjene. Prije početka izvedbe bilo kojeg dijela radova projektne specifikacije za taj dio radova trebaju biti kompletirane i dostupne.

8-03.2. PLAN KVALITETE IZVEDBE BETONSKE KONSTRUKCIJE

Ako je izrada Plana kvalitete izvedbe betonske konstrukcije zahtijevana projektnom specifikacijom, izvođač je dužan izraditi Plan prije početka izvođenja betonskih radova. Izrada Plana kvalitete izvedbe betonske konstrukcije je obavezna za razrede nadzora 2 i 3, dok je za razred nadzora 1 obavezna samo ako je zahtijevana projektom, a sve u skladu s normom HRN EN 13670. Plan mora biti kompletan i dostupan na gradilištu te mora sadržavati sljedeće podatke:

- a) opće podatke o građevini (investitor, građevina, projekt)
- b) podatke o izvođaču radova
- c) opis sustava upravljanja tijekom građenja – s definiranim odgovornostima
- d) specifikacije proizvoda i količine iz projekta
- e) odabrani proizvodi (podaci o proizvodu, dobavljaču/proizvođaču, certifikati, izjave o svojstvima)
- f) Plan proizvodnje i kontrole građevnog proizvoda koji se izrađuje na gradilištu ili u proizvodnom pogonu izvođača izvan gradilišta, u svrhu ugradnje u konkretnu građevinu
- g) projekt skela sa statičkim proračunom (nosive skele) i oplata, uključujući raspored otpuštanja i uklanjanja
- h) opis postupka izvedbe armiranja
- i) opis postupka izvedbe prednapinjanja
- j) opis postupaka izvedbe betonskih radova: preuzimanje i gradilišni transport svježeg betona, redoslijed, prekidi i nastavci betoniranja, ugradnja, zbijanje, njega i zaštita betona i završna obrada betona
- k) za masivne betone potrebno je izraditi temperaturni proračun kojim se dokazuje da su zadovoljene projektne specifikacije te prema njemu definirati debljine slojeva betona
- l) opis postupka montaže predgotovljenih elemenata
- m) opis postupaka izvedbe drugih radova
- n) opis postupaka kontrole izvedbe prema vrstama kontrole i razredima izvedbe (tablica 3 norme HRN EN 13670)
- o) opis kontrole materijala i proizvoda i kriteriji za ocjenu rezultata
- p) podatke o laboratoriju
- q) plan i program kontrole materijala i proizvoda
- r) zapise koje izrađuje izvođač tijekom postupaka kontrole izvedbe i kontrole materijala i radova
- s) tehničku dokumentaciju, npr. projekt skele, izjave o svojstvima, upute i sigurnosne obavijesti, tehničke upute, dinamika izvođenja radova i drugo.

8-03.3. IZVEDBENA DOKUMENTACIJA

Sva izvedbena dokumentacija mora biti u skladu s normom HRN EN 13670.

Dokumentiranje izvedbene dokumentacije mora biti u skladu s vrstom i opsegom zahtijevanog razreda nadzora (1, 2 ili 3), u skladu s normom HRN EN 13670.

8-03.4. POSEBNI ZAPISI

Ako se traži bilo koja druga posebna dokumentacija, njezin tip i opseg treba utvrditi projektnom specifikacijom.

8-04. PROIZVODNJA BETONA

Proizvodnja betona obuhvaća proizvodnju betona u skladu s normama HRNE EN 206 i HRN 1128. Proizvodnja betona mora biti u skladu sa svim relevantnim zakonima i tehničkim propisima, a primarno s normom HRN EN 206 te normom HRN 1128.

Sustav ocjenjivanja i provjere stalnosti svojstava je 2+, u skladu s odlukom ministra o sustavima ocjenjivanja sukladnosti građevinskih proizvoda.

Detaljan opis betona kao građevinskog proizvoda dan je u Knjizi XIV – Građevinski materijali i proizvodi: poglavlje 14-8. Beton.

8-05. ISPORUKA, PREUZIMANJE I GRADILIŠNI PRIJEVOZ SVJEŽEG BETONA

Isporuka, preuzimanje i gradilišni prijevoz svježeg betona mora biti u skladu s normom HRN EN 13670.

8-05.1. ISPORUKA SVJEŽEG BETONA

Isporuku svježeg betona od tvornice betona ili gradilišne betonare do mjesta ugradnje.

INFORMACIJE KORISNIKA BETONA PROIZVOĐAČU

Korisnik treba usuglasiti s proizvođačem:

- vrstu betona
- datum isporuke, vrijeme, količinu i dinamiku isporuke

i kad je potrebno, informirati proizvođača o:

- posebnom transportu na gradilište
- posebnim postupcima ugradnje
- ograničenjima vozila isporuke, npr. tipa (agitirajuća ili neagitirajuća oprema), veličine, visine ili bruto težine.

INFORMACIJE PROIZVOĐAČA BETONA KORISNIKU

Kada naručuje beton, korisnik može zahtijevati informacije o sastavu mješavine betona radi primjene pravilne ugradnje i zaštite svježeg betona i utvrđivanja razvoja čvrstoće betona.

Te informacije mora, na zahtjev korisnika, dati proizvođač prije isporuke betona. Na zahtjev, treba za projektirani beton osigurati sljedeće informacije:

- tip i razred čvrstoće cementa i tip agregata
- tip kemijskog dodatka, tip i približnu količinu mineralnog dodatka, ako ga ima
- zadani v/c faktor
- rezultate prethodnih ispitivanja mješavine, npr. iz kontrole proizvodnje ili iz početnih ispitivanja
- razvoj čvrstoće
- izvor sastavnih materijala.

Kad je u pitanju tvornički proizvedeni beton, informacije, kad se zatraže, mogu također biti dane u referencama proizvođačeva kataloga sastava mješavina betona, u kojima su iskazane pojedinosti o razredima čvrstoće, razredima konzistencije, težinama mješavine i drugim mjerodavnim podacima.

8-05.2. PREUZIMANJE SVJEŽEG BETONA

Preuzimanje betona od strane korisnika nakon provjere otpremnice betona, vizualnog pregleda svježeg betona i, prema potrebi, ispitivanja svojstava betona u svježem stanju.

Prije preuzimanja svježeg betona, izvođač je dužan u skladu s normom HRN EN 13670 provjeriti odgovara li isporučeni svježi beton zahtjevima definiranim u PKIBK te je li tijekom transporta betona došlo do promjene njegovih svojstava koji bi mogli nepovoljno utjecati na njegova mehanička i trajnosna svojstva. U tu svrhu, potrebno je provjeriti odgovara li otpremnica betona naručenom betonu, provesti vizualni pregled mase svježeg betona te, prema potrebi, provesti ispitivanja svojstava betona u svježem stanju.

OTPREMNICA ZA GOTOV (TVORNIČKI PROIZVEDEN) BETON

Pri isporuci betona proizvođač mora dostaviti korisniku otpremnicu za svaku transportnim sredstvom isporučenu količinu betona na kojoj su otisnute, utisnute ili upisane najmanje sljedeće informacije:

- ime tvornice betona
- serijski broj otpremnice
- datum i vrijeme utovara, tj. vrijeme prvog kontakta cementa i vode
- broj vozila
- ime kupca
- ime i lokacija gradilišta
- detalji ili reference uvjeta, npr. kodni broj, redni broj
- količina betona u m³
- Izjava o svojstvima s referentnim uvjetima kvalitete i normom HRN EN 206
- ime ili znak certifikacijskog tijela ako je relevantno
- vrijeme u koje beton stigao na gradilište
- vrijeme početka istovara
- vrijeme kraja istovara.

U dodatku otpremnica treba navesti sljedeće pojedinosti:

- a) Za mješavinu projektiranog betona:
 - razred čvrstoće
 - razred izloženosti
 - razred konzistencije ili zadanu vrijednost
 - granične vrijednosti sastava betona ako su uvjetovane
 - tip i razred čvrstoće cementa ako su uvjetovani
 - tip kemijskog i mineralnog dodatka ako su uvjetovani
 - specijalna svojstva ako su tražena
 - maksimalnu nominalnu veličinu zrna agregata
 - u slučaju laganog ili teškog betona razred gustoće ili zadanu gustoću.
- b) Za mješavinu betona zadanog sastava:
 - pojedinosti o sastavu, npr. količinu cementa, tip kemijskog dodatka ako se traži
 - v/c faktor ili razred ili zadanu vrijednost konzistencije ako je uvjetovana
 - maksimalnu veličinu zrna agregata.

Kad je u pitanju beton normiranog zadanog sastava, dane informacije moraju slijediti propise mjerodavne norme (HRN 1128).

Navedene informacije mjerodavne su i za beton proizveden na gradilištu ili kad uključuje više tipova betona.

KONZISTENCIJA PRI ISPORUCI

Općenito je svako dodavanje vode ili kemijskih dodataka ili nekih drugih dodataka (npr. mikrovlakna) pri isporuci zabranjeno. U posebnim slučajevima voda ili kemijski dodaci ili neki drugi dodaci mogu biti dodani kad je to pod odgovornošću proizvođača (može biti i na zahtjev korisnika, ali mora biti pod odgovornošću proizvođača) i primjenjuje se za dobivanje uvjetovane vrijednosti konzistencije osiguravajući da uvjetovane granične vrijednosti nisu prekoračene i da je dodatak kemijskog dodatka ili nekog drugog dodatka uključen u PKIBK. Količina svakog dodatka vode ili kemijskog dodatka ili nekog drugog dodatka, dodana u vozilo (mikser) mora biti upisana u otpremnicu u svim slučajevima.

Učestalost provjera svojstava betona u svježem stanju provodi se prema tablici 8-05-1 u nastavku.

Tablica 8-05.1: Učestalost provjera svojstava betona u svježem stanju

Svojstvo svježeg betona	Postupak ispitivanja	Učestalost ispitivanja	Zahtjev
Konzistencija	HRN EN 12350-2	Kod svake dopreme vizualno, u slučaju sumnje provesti ispitivanje prema normi.	Sukladnost s razredom konzistencije
Temperatura betona	HRN U M1.032	U slučaju sumnje te prilikom betoniranja u posebnim vremenskim uvjetima.	+5 °C do +30 °C
Sadržaj pora	HRN EN 12350-7	Prilikom ugradnje aeriranog betona.	Sukladnost sa sadržajem pora definiranim razredom izloženosti ili Projektom konstrukcije

Izvor: HRN EN 206

Ako je u mikser na gradilištu dodano u beton više vode ili kemijskih dodataka ili nekih drugih dodataka nego što je dopušteno po uvjetima te mješavine ili količine betona u mikseru, treba u otpremnicu upisati „nesukladan”. Osoba koja je autorizirala taj dodatak odgovorna je za posljedice i mora biti upisana u otpremnicu.

UZORCI ZA IDENTIFIKACIJSKO ISPITIVANJE

Uzorke za identifikacijsko ispitivanje treba uzeti na mjestu ugradnje, u slučaju betona proizvedenog na gradilištu, odnosno na mjestu isporuke u slučaju tvornički proizvedenog betona.

8-05.3. GRADILIŠNI PRIJEVOZ SVJEŽEG BETONA

Gradilišni prijevoz svježeg betona sve do trenutka ugradnje.

Tijekom utovara, prijevoza, istovara i prijenosa na gradilištu treba izbjeći ili svesti na najmanju mjeru štetne promjene svježeg betona kao što su na primjer: segregacija, izdvajanje vode, gubitak finog morta, isušivanje betona.

8-06. UGRADNJA I ZBIJANJE

Opis rada

Rad obuhvaća ugradnju i zbijanje betona u skladu s točkom 8. norme HRN EN 13670.

Reference na materijale

Knjiga XIV – Građevinski materijali i proizvodi: poglavlje 14-8. Beton

Zahtjev izvođenja rada

Poglavlje 8-06.1. Mjere i radnje prije betoniranja

Poglavlje 8-06.2. Ugradnja i zbijanje

Poglavlje 8-06.3. Ugradnja i zbijanje u ekstremnim uvjetima

Uvjet kvalitete

-

Način mjerenja i obračuna radova

Rad se mjeri u kubnim metrima ugrađenog betona prema mjerama iz projekta ili odobrenju nadzornog inženjera.

Rad se obračunava po ugovorenoj jediničnoj cijeni koja uključuje nabavu, dovoz, transport, ugradnju i njegovanje betona.

Dodatne opcije uključene u ugovorenu jediničnu cijenu:

- izrada, montaža i demontaža oplata.

8-06.1. MJERE I RADNJE PRIJE BETONIRANJA

Pri izvođenju ovih radova treba se pridržavati svih zahtjeva norme HRN EN 13670.

Ako je projektom definirano, potrebno je izvesti početno ispitivanje betoniranja pokusnom ugradnjom i to prije izvedbe dokumentirati.

Treba kompletirati sve pripremne radnje, provjeriti i dokumentirati prema uvjetima propisanog razreda nadzora prije no što ugradnja betona počne. Konstrukcijske spojnice moraju biti čiste i navlažene. Oplatu treba očistiti od prljavštine, leda, snijega ili vode. Ako se beton ugrađuje izravno na tlo, svježi beton treba zaštititi od miješanja s tlom i gubitka vode.

Konstrukcijske elemente treba podložnim betonom od najmanje 5 cm odvojiti od temeljnog tla. Temeljno tlo, stijena, oplata ili konstrukcijski dijelovi u dodiru s pozicijom koja se betonira trebaju imati temperaturu koja neće uzrokovati smrzavanje betona prije no što dostigne dovoljnu otpornost na smrzavanje. Ugradnja betona na smrznuto tlo nije dopuštena ako za takve slučajeve nisu predviđene posebne mjere.

Predviđa li se temperatura zraka ispod 5 °C u vrijeme ugradnje betona ili u razdoblju njegovanja, treba planirati mjere zaštite betona od oštećenja smrzavanjem.

Površinska temperatura betona spojnice prije betoniranja idućeg sloja ne smije biti smrznuta. Ako se predviđa visoka temperatura okoline u vrijeme betoniranja ili u razdoblju njegovanja, treba planirati mjere zaštite betona od tih negativnih djelovanja.

Projektom konstrukcije treba specificirati temperature okoline pri kojima treba poduzimati odgovarajuće mjere zaštite betona od oštećivanja.

8-06.2. UGRADNJA I ZBIJANJE

Beton treba ugraditi i zbiti tako da se sva armatura i uloženi elementi dobro obuhvate betonom i osigura zaštitni sloj betona unutar propisanih tolerancija te beton dobije traženu čvrstoću i trajnost. Posebnu pažnju treba posvetiti ugradnji i zbijanju betona na mjestima promjene izmjera presjeka (npr. suženja presjeka), uz otvore, na mjestima malog razmaka armature i prekida betoniranja.

Vibriranje, osim ako nije drugačije uvjetovano projektom, treba u pravilu izvoditi uronjenim vibratorima. Beton treba nasipati što bliže konačnom položaju u konstrukcijskom elementu. Vibriranjem se beton ne smije namjerno transportirati kroz oplatu i armaturu.

Normalna debljina sloja ne bi smjela biti veća od visine uronjenog vibratora. Vibriranje treba izvoditi sustavnim vertikalnim uranjanjem vibratora tako da se površina donjeg sloja revibrira. Kod debljih slojeva je revibriranje površinskog sloja preporučljivo i radi izbjegavanja plastičnog slijeganja betona ispod gornjih šipki armature.

Vibriranje površinskim vibratorima treba izvoditi sustavno dok se iz betona oslobađa zarobljeni zrak. Prekomjerno površinsko vibriranje, koje slabi kvalitetu površinskog sloja betona treba izbjeci. Kada se primjenjuje samo površinsko vibriranje, debljina sloja nakon vibriranja obično ne treba prelaziti 100 mm, osim ako nije prethodno eksperimentalno dokazano drugačije.

Brzina ugradnje i zbijanja betona treba biti dovoljno velika da se izbjegnu hladne spojnice i dovoljno niska da se izbjegnu pretjerana slijeganja ili preopterećenje oplata i skela. Hladna spojnica se može stvarati tijekom betoniranja, ako beton ugrađenog sloja veže prije ugradnje i zbijanja narednog. Dodatni zahtjevi na postupak i brzinu ugradnje betona mogu biti potrebni kod posebnih zahtjeva za površinsku obradu.

Segregaciju betona treba pri ugradnji i zbijanju svesti na najmanju mjeru. Beton treba tijekom ugradnje i zbijanja zaštititi od insolacije, jakog vjetra, smrzavanja, vode, kiše i snijega.

Lakoagregatni beton ne treba pumpati, osim ako nije dokumentirano da pumpanje nema značajan utjecaj na čvrstoću očvrslulog betona.

Naknadno dodavanje vode, cementa, površinskih otvrdivača ili sličnih materijala nije dopušteno, osim ako nije projektom posebno uvjetovano.

8-06.3. UGRADNJA I ZBIJANJE U EKSTREMNIM VREMENSKIM UVJETIMA

8-06.3.1. UGRADNJA I ZBIJANJE U TOPLIM VREMENSKIM UVJETIMA

Topli vremenski uvjeti podrazumijevaju ispunjenje barem jednog od sljedećih uvjeta:

- visoke okolišne temperature (veće od +30 °C)
- visoke temperature svježeg betona
- niska relativna vlažnost zraka (manja od 50 %)
- velika brzina vjetra
- sunčevo zračenje.

Temperature zraka niže od 5 i više od 30 stupnjeva imaju višestruko nepovoljan utjecaj na uvjete za betoniranje konstruktivnih elemenata, stoga je sniženje temperature svježeg betona ili održavanje temperature u propisanim granicama od posebnog značaja.

U nastavku su dane preporuke za ugradnju betona pri toplim vremenskim uvjetima:

- optimizirati trajanje transporta svježeg betona od mjesta proizvodnje do gradilišta kako bi se smanjio rizik od promjene konzistencije betona uslijed transporta

- primijeniti odgovarajuće dodatke za regulaciju procesa hidratacije cementa i konzistencije betona (npr. dodavanje usporivača vezanja na betonari, a dio superplastifikatora na gradilištu) uz prethodno dokazivanje da dodaci neće narušiti svojstva betona u očvrslom stanju
- pomaknuti početak betoniranja u hladnijem dijelu dana (noć, jutro)
- optimizirati dinamiku pristizanja svježeg betona na gradilište kako bi se betoniranje odvijalo brzo, organizirano i bez zastoja u svrhu izbjegavanja problema prilikom pražnjenja transportnih sredstava i stvaranja zastoja na manipulativnim površinama
- optimizirati redoslijed betoniranja kako bi se omogućilo povezivanje novog s prethodno ugrađenim slojem betona.

8-06.3.2. UGRADNJA I ZBIJANJE U HLADNIM VREMENSKIM UVJETIMA

Hladni vremenski uvjeti podrazumijevaju temperaturu zraka manju od +5 °C.

Uslijed betoniranja pri hladnim vremenskim uvjetima može doći do smrzavanja vode u betonu i usporavanja ili pak zaustavljanja procesa hidratacije cementa. Temperatura svježeg betona ne smije biti niža od +5 °C.

U nastavku su dane preporuke za ugradnju betona pri hladnim vremenskim uvjetima:

- prije početka betoniranja ukloniti snijeg s podloge ako ga ima kao i eventualno zaostalu vodu. Ukloniti snijeg i led sa armature ako postoji. Uklanjanje snijega i leda s armature ne provoditi „brenerom” – otvorenim plamenom na udaljenosti manjoj od 0,5 m
- preporuča se dan/dva prije planiranog termina ugradnje betona pripremljenu podlogu i armaturu prekriti PVC folijom i geotekstilom kako bi se spriječilo njihovo smrzavanje
- prilikom postavljanja oplata treba paziti da svi dijelovi betonske konstrukcije budu dobro zaštićeni i da očvršćuju u podjednakim uvjetima
- pomaknuti početak betoniranja prema toplijem dijelu dana
- osigurati da se betoniranje provodi u kontinuitetu bez zastoja u ugradnji betona
- osigurati da do mjesta betoniranja ne dotiče voda.

8-07. NJEGA I ZAŠTITA BETONA

Njega i zaštita betona mora bit u skladu s točkom 8. norme HRN EN 13670.

8-07. NJEGA I ZAŠTITA BETONA U NORMALNIM VREMENSKIM UVJETIMA

Beton u ranom razdoblju treba zaštititi:

- da se skupljanje svede na najmanju mjeru
- da se postigne potrebna površinska čvrstoća
- da se osigura dovoljna trajnost površinskog sloja
- od smrzavanja
- od štetnih vibracija, udara ili drugih oštećivanja.

Projektne specifikacije mogu sadržavati dodatne uvjete za:

- najveću temperaturnu razliku po presjeku betoniranog elementa
- najveću temperaturnu razliku između betoniranog elementa i prethodnog elementa
- temperaturu agregata
- motrenje tijekom građenja.

Pogodni su sljedeći postupci njegovanja primijenjeni odvojeno ili uzastopno:

- držanje betona u oplati
- pokrivanje površine betona paronepropusnim folijama, posebno učvršćenim i osiguranim na spojevima i na krajevima
- pokrivanje vlažnim materijalima i njihovom zaštitom od sušenja
- držanje površine betona vidljivo vlažnom prikladnim vlaženjem
- primjena zaštitnog premaza utvrđene uporabivosti (potvrđene certifikatom ili tehničkom ocjenom).

Pri uporabi betona visoke čvrstoće treba posebnu pažnju posvetiti zaštiti od pucanja betona zbog plastičnog skupljanja.

Postupci njegovanja trebaju osigurati nisku evaporaciju vlage iz površinskog sloja betona ili držati površinu stalno vlažnom. Prirodno njegovanje je dovoljno ako su uvjeti u cijelom razdoblju potrebnog njegovanja takvi da je brzina evaporacije vlage iz betona dovoljno niska, npr. u vlažnom, kišnom ili maglovitom vremenu.

Njegovanje površine betona treba bez odgode započeti odmah po završetku zbijanja i površinske obrade. Ako slobodnu površinu betona treba zaštititi od pucanja zbog plastičnog skupljanja, privremeno njegovanje treba primijeniti i prije površinske obrade.

Trajanje primijenjenog njegovanja treba biti funkcija razvoja svojstava betona u površinskom sloju ovisno o omjeru:

- čvrstoće i zrelosti betona
- oslobođene topline i ukupne topline oslobođene u adijabatskim uvjetima.

Za beton koji će u eksploataciji biti izložen uvjetima agresivnosti razreda X0 ili XC1 najmanje razdoblje njegovanja treba biti 12 sati, pod uvjetom da vezanje ne nastupi iznad 5 sati i temperatura površine betona bude veća ili jednaka 5 °C.

Ako projektom konstrukcije nije drugačije (strože) uvjetovano, beton za uporabu u uvjetima agresivnosti okoline razreda izvan X0 ili XC1 treba negovati dok površinski sloj betona ne dosegne najmanje 50 % uvjetovane tlačne čvrstoće. Iskustveno se taj uvjet, iskazan vremenski, može kontrolirati prema podacima danim točkom F.8.5 Dodatka F norme HRN EN 13670.

Ako se razvoj topline koristi za mjerenje razvoja svojstava betona, omjer topline i odgovarajuće čvrstoće treba prethodno utvrditi ili odobriti ovlaštena institucija.

Pobliza određenja razvoja svojstava betona mogu se temeljiti na jednom od sljedećih postupaka:

- računu zrelosti iz mjerenja temperature na dubini najviše 10 mm u betonu ispod površine
- računu zrelosti iz mjerenja srednjih dnevnih temperatura zraka
- temperaturi grijanja
- drugim pogodnim postupcima.

Račun zrelosti treba se zasnivati na odgovarajućoj funkciji zrelosti dokazanoj za tip cementa ili kombinaciju cementa i uporabljenog mineralnog dodatka.

Projektom konstrukcije treba utvrditi potrebno povećano razdoblje njegovanja površina betona izloženih abraziji ili drugim ostrim uvjetima kako bi se dobio uvjetovani povećani omjer čvrstoće.

Primjena zaštitnih premaza nije dopuštena na konstrukcijskim spojnica, na površinama koje će se naknadno obrađivati ili na površinama na kojima treba osigurati vezu s drugim materijalima, osim ako se prethodno potpuno ne uklone prije te sljedeće operacije ili ako dokazano ne djeluju štetno na tu sljedeću operaciju.

Ako projektnim specifikacijama nije naglašeno da je to dopušteno, zaštitni premazi se ne smiju koristiti ni na površinama s uvjetovanim posebnim izgledom površine.

Zaštitni premazi mogu penetrirati u beton i biti teško uklonjivi pa ih treba ukloniti pjeskarenjem ili visokim tlakom vode.

Površinska temperatura betona ne smije pasti ispod 5 °C dok površina betona ne dosegne čvrstoću dovoljnu za otpornost na smrzavanje (obično iznad 5 N/mm²). Najviša temperatura betona ne smije prijeći 65 °C.

Mogući negativni utjecaji visokih temperatura betona tijekom njegovanja uključuju:

- značajno smanjenje čvrstoće
- značajno povećanje poroznosti
- odloženo formiranje etringita
- povećanje razlike temperature betoniranog i prethodnog elementa.

8-08. NJEGA I ZAŠTITA BETONA U TOPLIM VREMENSKIM UVJETIMA

S njegovanjem je potrebno započeti čim prije kako bi se rizik od oštećenja betona (npr. pojava pukotina) prilikom očvršćivanja sveo na minimum. Najviša temperatura betona ne smije prijeći 65 °C.

Za postizanje gore navedenog, mogu se primijeniti sljedeće radnje:

- njegovanje betona vodom čim beton krene očvršćivati. Preporuča se vodu primijeniti špricanjem, a ne direktnim mlazom vode kako bi se izbjegla oštećenja površine betona
- na površinu betona nanijeti sredstvo za zaštitu betona („curing“)
- prilagoditi temperaturu vode za njegovanje temperaturi betona na način da ona bude za nekoliko stupnjeva hladnija
- horizontalne površine prekriti (npr. geotekstilom) i postojano ih održavati vlažnima
- skidanju oplata i skele može se pristupiti u skladu s preporukama danima u poglavlju 8-133.

8-09. NJEGA I ZAŠTITA BETONA U HLADNIM VREMENSKIM UVJETIMA

Nakon završene ugradnje betona, potrebno je s njegovanjem započeti čim prije kako bi se spriječilo prekomjerno hlađenje površinskog betona što može dovesti do usporavanja očvršćivanja betona i/ili stvaranje nedozvoljenih temperaturnih gradijenata u betonu. Površinska temperatura betona ne smije pasti ispod 5 °C dok površina betona ne dosegne čvrstoću dovoljnu za otpornost na smrzavanje (obično iznad 5 N/mm²).

Moguće je primijeniti sljedeće radnje:

- kod prvih noćnih mrazova i pozitivnih dnevnih temperatura površinu betona prekriti PVC folijom odignutom oko 5 cm iznad površine betona kako bi se stvorio sloj zarobljenog toplog zraka
- kod dužih trajanja niskih temperatura koristiti pojačanu zaštitu termoizolacijskim materijalima (geotekstil, juta, stiropor i sl.) postavljenih prije prekrivanja površine PVC folijom. Pri postavljanju termoizolacije treba paziti da svi dijelovi betonske konstrukcije budu zaštićeni.
- grijanje okolnog zraka grijalicama (poduzeti mjere da se spriječi isušivanje betona)
- ubrzati očvršćivanje betona metodom zaparivanja
- kod uklanjanja toplinske zaštite i oplata treba omogućiti polagano hlađenje betona kako bi se izbjeglo raspucavanje betona od prevelikih temperaturnih razlika. Nakon demontaže oplata potrebno je nastaviti s njegom površine betona pokrivanjem ili oblaganjem termoizolacijskim materijalima, najmanje dok beton ne dosegne starost od 7 dana.

8-08. GEOMETRIJSKE TOLERANCIJE

Provjera izvedenih dimenzija konstrukcije koje trebaju biti unutar najvećih dopuštenih odstupanja u skladu s točkom 10. norme HRN EN 13670, radi izbjegavanja štetnih utjecaja na:

- mehaničku otpornost i stabilnost u privremenom i kasnijem uporabnom stanju
- ponašanje tijekom uporabe građevine
- kompatibilnost postavljanja i izvedbe konstrukcije i njezinih nekonstrukcijskih dijelova.

Nenamjerna mala odstupanja od referentnih vrijednosti koje nemaju značajniji utjecaj na ponašanje izvedene konstrukcije mogu se zanemariti.

Poglavljem 10 norme HRN EN 13670 definirane su geometrijske tolerancije te se razlikuju:

1. Tolerancije klase 1: podrazumijeva normalne tolerancije odnosno osnovne granice postavljene kako bi se osiguralo da će konstrukcija zadovoljiti projektne pretpostavke te postići druge funkcionalne zahtjeve građenja. Poštivanje takvih tolerancija je neophodno kako bi se postigla mehanička otpornost i stabilnost konstrukcije te se uvijek primjenjuju osim ako nije drugačije navedeno u izvedbenoj dokumentaciji. Tolerancije klase 1 opisane su u poglavljima 10.4. do 10.6. norme HRN EN 13670.
2. Tolerancije klase 2: podrazumijevaju tolerancije koje su prvenstveno namijenjene za korištenje u slučaju umanjanih parcijalnih koeficijenata za materijale, opisani u Dodatku A norme HRN EN 1992-1-1/A1. U slučaju da su tolerancije u projektu konstrukcije opisane klasom 2, za devijacije oznake 4a i 4b iz Dodatka A norme HRN EN 13670u kombinaciji s umanjanim parcijalnim faktorima za materijale, bit će potrebno u izvedbenim specifikacijama priložiti dokumentaciju koja potvrđuje da su pretpostavke date u projektu stvarno ispunjene u gotovoj konstrukciji.

Posebne tolerancije

Zahtjev posebnih tolerancija treba utvrditi projektnim specifikacijama, pri čemu treba dati sljedeće informacije:

- bilo koji dodatak dopuštenim odstupanjima danim u ovim uvjetima
- bilo koji daljnji tip odstupanja koji će se kontrolirati zajedno s utvrđenim parametrima i dopuštenim vrijednostima
- primjenjuju li se ove posebne tolerancije na sve dijelove ili na određene dijelove koji su nominirani.

Tolerancije površina između pojedinih dijelova preko kojih se sile prenose u punom dodiru nisu utvrđene u ovim uvjetima. Bilo koje zahtjeve za ove površine treba utvrditi projektnim specifikacijama.

Tolerancije za dijelove izbetonirane pod vodom nisu utvrđene u ovim Općim tehničkim uvjetima.

Ako je određeno geometrijsko odstupanje pokriveno različitim zahtjevima (preduvjetovano), primjenjuje se stroži uvjet.

Ovi uvjeti ne sadrže zahtjeve kombiniranih (složenih) geometrijskih tolerancija i konstrukcijskih deformacija.

Tolerancije pozicije u ravnini odnose se na sekundarnu liniju u ravnini.

Tolerancije vertikalne pozicije (po visini) odnose se na sekundarnu vertikalnu liniju (po visini). Bilo koji zahtjev za sekundarnu liniju treba utvrditi projektnim specifikacijama.

ISO 4463-1 (Mjerni postupci za građevine. Mjerenje – dio 1: Planiranje i organizacija mjernog postupka, kriteriji prihvaćanja) daje upute za utvrđivanje sekundarnih linija.

8-09. KONTROLA IZVEDBE

Provjeru kvalitete izvedbe betonske konstrukcije sukladno ovim Općim tehničkim uvjetima i normi HRN EN 13670, izvođač treba osigurati:

- dostupnim projektom konstrukcije
- organizacijom s jasnim zaduženjima dijela zaduženog za kontrolu izvedbe određenog projekta
- gradilišnom upravom koja će voditi brigu o organizaciji izvedbe radova, sigurnoj upotrebi opreme i strojeva, sukladnoj (projektom specificiranoj) kvaliteti materijala, sukladnoj (projektom specificiranoj) kvaliteti izvedbe i sigurnoj upotrebi konstrukcije do njezine predaje naručitelju.

U slučaju korištenja predgotovljenih betonskih elemenata u izvedbi betonske konstrukcije izvođač treba osigurati još i sljedeće:

- dostupan specifični projekt predgotovljenog elementa sukladnog odgovarajućoj hrvatskoj normi
- dostupan projekt kompatibilnosti predgotovljenih elemenata i gradilišno izvedenih dijelova konstrukcije
- tehničke specifikacije predgotovljenog dijela konstrukcije s instrukcijama postavljanja (instaliranja)
- organizaciju kontroliranog upravljanja izvedbenom ekipom.

Realizaciju prethodno navedenih pretpostavki izvedbe betonske konstrukcije treba razraditi i osigurati Planom kontrole kvalitete izvedbe sukladnim Poglavlju 4, norme HRN EN 13670, koji će biti sastavni dio izvedbene dokumentacije izrađenom ili odobrenom po odgovornom projektantu. Plan treba sadržavati najmanje sljedeće:

- kontrolu materijala i proizvoda
- kontrolu skela i oplate
- kontrolu armature
- kontrolu prednapinjanja
- kontrolu betoniranja koja uključuje kontrolu potrebnih mjera prije, tijekom i nakon betoniranja
- kontrolu predgotovljenih elemenata.

Plan nadzora treba za svaku pojedinu točku istaknuti:

- zahtjeve
- referentne norme i projektne specifikacije
- postupke nadzora, motrenja ili ispitivanja
- definiciju kontrolne pozicije
- kriterije prihvatanja
- odgovornog nadzornog inženjera
- točke vlasnikova svjedočenja ako su specificirane.

Kad nadzor otkrije nesukladnost, treba poduzeti odgovarajuće radnje koje će osigurati uvjetovanu stabilnost i sigurnost konstrukcije i zadovoljiti namjeravanu uporabu.

Kad je nesukladnost potvrđena, treba istražiti sljedeće:

- utjecaj nesukladnosti na izvedbu i uporabu
- mjere potrebne da bi se nesukladni element ili dio konstrukcije učinili prihvatljivima
- potrebu zabrane i zamjene nepopravljivog nesukladnog elementa ili dijela konstrukcije.

Veličina nesukladnosti uvjetovanih svojstava betona utvrđuje se naknadnim ispitivanjima istih svojstava na uzorcima betona uzetih iz konstrukcijskog elementa prema važećim hrvatskim normama. Ispitivanja se odlukom nadzornog inženjera povjeravaju odgovarajućoj ovlaštenoj instituciji.

Nesukladnost tlačne čvrstoće (postignutog i uvjetovanog razreda) betona rješava se naknadnim ispitivanjem uzoraka betona izvađenih iz dijela konstrukcije u koji je ugrađen nesukladni beton.

Ispitivanja treba provesti prema seriji normi HRN EN 12504 i utvrditi razred tlačne čvrstoće kojoj ugrađeni beton odgovara u vrijeme ispitivanja i približni razred kojem je odgovarao pri 28-dnevnoj starosti. Ocjenu usklađenosti treba izvršiti prema normi HRN EN 13791.

Ako su neispravnosti i nesukladnosti zanemarive za izvedbu i uporabu, element treba preuzeti. Ako se nesukladnost može popraviti, element treba preuzeti nakon popravka.

Ocjenu sukladnosti elementa nakon popravka treba dati nadzorni inženjer na temelju provedenih ispitivanja.

Rektifikacija nesukladnosti mora biti u skladu s projektnim specifikacijama i ovim OTU-ima.

Dokumentaciju postupka i materijala koji će se upotrijebiti treba prije popravka odobriti nadzorni inženjer.

8-10. POSEBNI POSTUPCI IZVEDBE

8-10. UGRADNJA I ZBIJANJE U VODI

Ugradnja pod vodom temelji se na činjenici da za očvršćivanje betona nije potreban zrak. No s obzirom da pod vodom nije moguće vibriranje (zbog ispiranja cementa vodom), svježi beton za podmorsko betoniranje mora biti dovoljno obradiv i sa svojstvom samozbijanja kako bi mogao potpuno ispuniti oplatu.

Osnovno je pravilo da beton ne smije slobodno padati kroz vodu, odnosno betonska masa na putu ugradnje ne smije dolaziti direktno u dodir s vodom. U suprotnom, došlo bi do ispiranja sitnih čestica betonske mase, prvenstveno cementa te posljedično do dekompozicije svježeg betona na agregat i cement.

Beton se pod vodom ugrađuje kontraktor postupkom za što mora biti mekanoplastične konzistencije, tj. razreda konzistencije slijeganjem minimalno S4 prema HRN EN 206, odnosno razreda konzistencije rasprostiranjem F4 prema HRN EN 206. Sastav betona mora osigurati gustu strukturu ugrađenog betona odnosno beton mora imati svojstvo samougradivosti, za što je potrebna minimalna količina cementa od 400 kg/m³. Cijev kontraktora se puni do vrha dok je dno zatvorenom zasunom ili začepljeno gumenom loptom. Uobičajeni promjer kontraktorske cijevi je 8 do 12 × maksimalni promjer zrna agregata, što obično iznosi 250 mm. Prilikom otvaranja dna, beton prolazi kroz cijev kontraktora i zbija se vlastitom težinom, a cijev se i dalje puni novim betonom kroz vrh i postepeno povlači prema gore. Na taj način se osigurava da cijev bude uvijek 0,5 m uronjena u gornji sloj svježeg betona kako ne bi došlo do miješanja betona s vodom. U kontaktu s vodom uvijek je samo gornja površina betonske mase. Kad beton izađe iznad vode završava se betoniranje pod vodom, a nakon završenog očvršćivanja betona, gornji slabi (isprani) sloj betona se obije kako bi se betoniranje nastavilo na kvalitetan beton.

Razmak pojedinačnog kontraktora od oplata i međusobni razmak grupe kontraktora ovisi o promjeru rasprostiranja svježeg betona koji je 3 – 4 m. Nagib površine svježeg betona je 1 : 6 za pojedinačni kontraktor, a 1 : 9 za grupu kontraktora. Promjeri rasprostiranja se moraju preklapati tako da sav tlocrt kalupa bude prekriven krugovima rasprostiranja svježeg betona.

8-11. IZVEDBA MLAZNIM BETONOM

Izvedba mora biti u skladu s normom HRN EN 13670, kao i s normama HRN EN 14487-1 i HRN EN 14487-2.

Opis rada

Ugradnja mlaznog betona obuhvaća ugradnju betona u struji zraka pod tlakom kroz posebne mlaznice koji se velikom brzinom i energijom nanosi na podlogu, pri čemu se i zbija i prijanja uz podlogu. U suhom postupku nanošenja dodaju se smjesi cementa i agregata na mlaznici, voda (također pod tlakom), a u mokrom se postupku na mlaznicu dovodi gotova smjesa konzistencije 3 do 5 cm po mjeri slijeganja.

Reference na materijale

Knjiga XIV – Građevinski materijali i proizvodi: poglavlje 14-8. Beton

Zahtjev izvođenja rada

Ugradnja mlaznog betona mora biti u skladu s HRN EN 14487-1 i HRN EN 14487-2:

- vlaženje podloge ovisi o uvjetima podloge i sastavu mlaznog morta/betona
- ugradnja treba biti bez šupljina (i iza armature), bez odbijenog materijala
- mora postići zahtijevanu čvrstoću
- mora zaštititi armaturu od korozije
- prije nanošenja ukloniti odbijeni i raspršeni materijal sa susjednih površina i podloge
- ako se nanosi u više slojeva, to treba izvoditi postupkom „svježe-na-svježe” ili je potrebna posebna priprema podloge (niskim tlakom vode ili komprimiranim zrakom)
- obrada površine mlaznog morta/betona nije dopuštena osim za nenosivi sloj mort/beton – ako se obrada zahtijeva, potrebna je na završnom sloju koji nije ugrađen „svježe-na-svježe” na nosivi materijal
- nanosi se mokrim ili suhim postupkom
- kut nanošenja: što bliži 90 °
- udaljenost mlaznice od podloge: 0,5 do 1,0 m
- za debljine veće od 70 mm potrebno je armiranje (zbog sprječavanja skupljanja).

Uvjet kvalitete

-

Način mjerenja i obračuna radova

Rad se mjeri u metrima kvadratnim ugrađenog mlaznog betona prema mjerama iz projekta ili odobrenju nadzornog inženjera.

Rad se obračunava po ugovorenoj jediničnoj cijeni koja uključuje proizvodnju/dobavu, transport, ugradnju i njegovanje betona.

8-12. SMJESA ZA INJEKTIRANJE

Smjesa za injektiranje mora biti u skladu s točkom 7.2.6. norme HRN EN 13670.

OPREMA

Oprema za injektiranje sastoji se od miješalice i pumpe sa svim potrebnim priključnim crijevima, ventilima, mjernim uređajima za vodu, cement, dodatke te opremom za ispitivanje.

Oprema za injektiranje mora biti takva da se natege ili predviđeni element mogu puniti bez prekida i predviđenom brzinom.

Oprema za injektiranje mora uključivati spremnik za skladištenje ako je potrebno za kontinuirano punjenje natega ili drugog elementa koji se injektira. Takvi spremnici za skladištenje moraju imati miješalicu za kontinuirano agitiranje smjese prije nego što se pumpa.

Oprema za injektiranje mora biti kompatibilna s predviđenim kompletom za naknadno napinjanje.

Miješalica

Oprema za miješanje mora biti sposobna proizvesti smjesu koja ima ravnomjernu raspodjelu cementa i ravnomjerno raspršivanje dodataka, ako ih ima, i vode. Svježa smjesa ne smije sadržavati cementne grudice što je potvrđeno ispitivanjem prema HRN EN 445. Svježa smjesa mora biti u skladu sa zahtjevima HRN EN 447.

Pumpa

Pumpa mora biti sposobna osigurati kontinuirani protok smjese i održavati predviđeni tlak za injektiranje. Mora biti opremljena mjeračem tlaka i sredstvima za sprječavanje neželjenih pritiska tijekom injektiranja.

Pumpa mora biti izrađena na način da se spriječi ulazak zraka, ulja ili drugih stranih tvari u smjesu.

Crijeva

Promjer i nazivni tlak crijeva za injektiranje moraju biti kompatibilni s izlaznim priključkom pumpe, pretpostavljenim maksimalnim tlakom pumpe i potrebnom duljinom.

Ulazni priključci

Priključci crijeva za injektiranje prema ulazima natega moraju biti nepropusni.

Napomena 1: Treba izbjegavati uske otvore u priključcima crijeva ili ulaznim priključcima kroz koje smjesa mora proći, jer rezultirajuće povećanje tlaka može povećati rizik od izdvajanja vode što može dovesti do začepjenja.

Napomena 2: Manometar treba montirati na ulazu za smjesu ako je duljina crijeva veća od 30 m. U slučaju naglog i abnormalnog povećanja tlaka, dodatni mjerač tlaka koji se nalazi na ulazu za smjesu pokazat će je li razlog za povećanje tlaka unutar natega ili u crijevima za smjesu.

Oprema za pripravnost i hitne slučajeve

Oprema za pripravnost i hitne slučajeve mora biti osigurana ako je tako zahtijevano u izvedbenoj dokumentaciji.

POSTUPAK INJEKTIRANJA

Ulazi, izlazi i sidrišta natega

Sidrišta natega ili udubljenja sidrišta natega moraju biti zapečaćena privremenim ili trajnim poklopcem koji je kompatibilan s kompletom za naknadno napinjanje i koji se može ukloniti nakon injektiranja radi provjere kvalitete injektiranja.

Ulazi i izlazi moraju se osigurati općenito, na oba kraja natega i na onim mjestima gdje se zrak i voda mogu akumulirati.

Svi ulazi i izlazi moraju biti prikladno označeni kako bi se identificirala natega i njihov položaj duž natega.

Napomena 1: Moguća mjesta duž natege na kojima se mogu nakupljati zrak i voda su: sidrišta, spojnice, na visokim točkama i na nagibu kanala izvan njih.

Napomena 2: Odvodne otvore treba osigurati na svim niskim točkama ako se prije injektiranja mogu očekivati niske temperature. Ove drenažne otvore treba ostaviti otvorene do neposredno prije početka injektiranja.

Mjere opreza prije injektiranja

Prije injektiranja natege moraju biti adekvatno zabrtvljene radi sprečavanja prodora vode.

Potrebno je provjeriti da su kanali u segmentnoj montažnoj konstrukciji dovoljno nepropusni kako bi se izbjeglo prelijevanje smjese u susjedne kanale.

Potrebno je potvrditi da su kanali bez krhotina, vode i začepjenja koji bi mogli spriječiti ili oštetiti operacije injektiranja. To se može učiniti upuhivanjem suhog zraka kroz kanale natega. Provjera ispiranjem vode kroz kanale natega općenito je zabranjena.

Moraju se poduzeti mjere opreza za privremenu zaštitu čelika za prednapinjanje i sidrišta kompleta za naknadno napinjanje ako postoji vjerojatnost da će se prekoračiti rokovi izgradnje preporučeni u HRN EN 13670.

Napomena 1: Kanali u montažnim segmentnim konstrukcijama mogu se provjeriti na nepropusnost upuhivanjem komprimiranog zraka. Svako propuštanje koje izaziva zabrinutost može se popraviti prije injektiranja.

Napomena 2: Za određene vrste natega s omjerima punjenja većim od 0,45, npr. natege šipki, može se ipak smatrati potrebnim isprati natege vodom prije injektiranja.

Napomena 3: Kanale treba injektirati što je prije moguće nakon što se provjerilo da je zatezanje čelika za prednapinjanje bilo uspješno. Ako je vjerojatnost da će kašnjenje između umetanja čelika za prednapinjanje i injektiranja kanala dopustiti koroziju čelika za prednapinjanje, treba razmotriti korištenje zaštitnih topljivih ulja na čeliku za prednapinjanje ili cirkulaciju suhog zraka u kanalima. Mora se provjeriti da uporaba zaštitnih topljivih ulja neće imati negativan učinak na čelik za prednapinjanje ili svojstva injektiranja te da su svojstva vezivanja čelika za prednapinjanje sa zaštitnim topljivim uljima prihvatljiva za projektiranje konstrukcije.

Temperatura pri injektiranju

Potrebno je voditi evidenciju o maksimalnoj i minimalnoj temperaturi okoline i temperaturi konstrukcije uz natege koje se injektiraju.

Ne smije se pristupiti injektiranju ako je temperatura konstrukcije uz nategu ispod 3 °C, ili je vjerojatno da će pasti ispod 3 °C tijekom sljedećih 48 h, ili viša granica temperature koju je odredio proizvođač za koju je potvrdio usklađenost injektiranja s HRN EN 447, osim ako se konstrukcija uz natege ne zagrijava tako da održava temperaturu postavljene smjese iznad 5 °C odnosno 2 °C iznad temperature koju je odredio proizvođač, najmanje 48 h. Ne smije se koristiti materijal u kojem je prisutan mraz, snijeg ili led. Kanali i oprema moraju biti bez mraza i leda.

Ne smije se injektirati ako je temperatura smjese ili temperatura konstrukcije uz nategu iznad 35 °C ili iznad temperature za koju je proizvođač potvrdio i dokumentirao da smjesa za injektiranje zadovoljava zahtjeve izvedbe norme HRN EN 447 (uzima se viša vrijednost).

Injektiranje

Postupci injektiranja moraju osigurati da su kanali dovoljno ispunjeni smjesom za injektiranje. Injektiranje natege potrebno je provesti u jednoj kontinuiranoj operaciji.

Postupak injektiranja mora se izvoditi u skladu s načinom rada stručnog izvođača. Potrebno je voditi evidenciju o količinama upotrijebljenih materijala.

Injektiranje se nastavlja sve dok protočnost smjese koja teče iz izlaza natege ne bude ista kao i smjesa koja se ubrizgava, u granicama navedenim u HRN EN 447. Izlazi natege moraju biti sukcesivno zatvoreni kako napreduje punjenje kanala.

Smjesa za injektiranje uzeta na izlazu na kraju natege ne smije pokazivati promjene u gustoći veće od 3 % u usporedbi sa smjesom iz miješalice.

Kada su svi izlazi zatvoreni, tlak smjese treba održavati oko jednu minutu kako bi se potvrdilo da nema nenamjernog gubitka smjese zbog curenja. Ako se tlak ne može održavati bez ispuštanja smjese, curenje se mora locirati i popraviti te postupak ponoviti.

Ubrzo nakon injektiranja i unutar vremenskog ograničenja za koje je dokumentirano da su zadovoljena svojstva specificirana u HRN EN 447, svi ulazi, izlazi i poklopci sidrišta moraju se provjeriti jesu li puni, npr. laganim tapkanjem. Ako neki od ulaza, izlaza i poklopaca sidrišta nisu puni, treba razmotriti popravak.

Napomena 1: Moguće je u tom slučaju provesti ponovljeno pumpanje koje se naziva naknadno injektiranje.

Mjere opreza nakon injektiranja

Kada je injekcijska smjesa ugrađena, sve ulaze, izlaze i poklopce sidrišta treba pregledati kako bi se potvrdilo odgovarajuće punjenje smjesom. Ako bilo koji od ulaza, izlaza i poklopaca za sidrenje nije dovoljno ispunjen, te se šupljine popune svježe izmiješanom smjesom.

Svi ulazi i izlazi za injektiranje moraju biti prikladno zatvoreni kako bi se spriječio ulazak vode ili drugog agresivnog sredstva u nategu.

Sidrišta, ulazi i izlazi moraju biti trajno zaštićeni prikladnim metodama kako je navedeno u opisu metode odabranog izvođača radova ili kako je propisano u izvedbenoj specifikaciji.

Sidrišta, ventilacijski otvori i drugi metalni predmeti koji se trebaju trajno vratiti na svoje mjesto moraju biti zaštićeni od korozije kako se zahtijeva u izvedbenoj specifikaciji.

Za postupak injektiranja zadužen je voditelj radova s odgovarajućim znanjem i iskustvom u proizvodnji, ispitivanju, injektiranju i inspekciji, koji je odgovoran za proizvodnju i injektiranje smjese. Voditelj radova ili odgovarajuće obučeni predstavnik mora biti prisutan tijekom svih postupaka injektiranja i biti odgovoran za sve sigurnosne mjere koje se odnose na pripremne radnje i postupke injektiranja. Osoblje koje provodi injektiranje mora biti prikladno osposobljeno za aktivnosti injektiranja koje se predviđaju na projektu.

Kontrola radova

Nadzor i kontrola radova osiguravaju da su radovi na injektiranju dovršeni u skladu s normom HRN EN 445 i odredbama specifikacije za izvođenje.

Kontrola radova se odnosi na provjeru sukladnosti svojstava materijala koji će se koristiti, kao i na provjeru izvođenja radova.

Zahtjevi za kontrolu radova moraju se specificirati korištenjem jednog od sljedeća dva razreda prema HRN EN 13670:

- Razred izvedbe 2
- Razred izvedbe 3.

Razred izvedbe koji će se koristiti mora biti naveden u izvedbenoj specifikaciji, a definiran je u normi HRN EN 13670. Nadzor provodi specijalizirani izvođač i ona se evidentira. Opseg pregleda materijala, proizvoda i izvođenja radova koji se trebaju provesti dan je u tablici 2 norme HRN EN 445.

Napomena 1: Razred izvedbe može se odnositi na nategu ili na određene materijale i tehnologije koji se koriste za izvođenje.

Napomena 2: Dva razreda izvedbe daju opciju specificiranja potrebnog nadzora na temelju složenosti strukture i kritičnosti izvedbe za njezinu sposobnost da ispuni svoju funkciju.

8-13. SKELE I OPLATE

Skele i oplate moraju biti izvedene u skladu s točkom 5. norme HRN EN 13670.

8-13.1. OSNOVNI ZAHTJEVI

Materijali, proizvodi, oprema i radovi moraju biti u skladu s važećim zakonima, propisima i normama navedenim u projektnoj i ugovornoj dokumentaciji. Ako nije navedena niti jedna norma obvezna je primjena odgovarajućih hrvatskih normi. Ako se u međuvremenu neka norma ili propis stavi van snage, važit će zamjenjujuća norma ili propis. Izvođač je dužan dokazati zadovoljavajuću kvalitetu upotrijebljenih materijala, proizvoda i radova u skladu s važećim zakonima, propisima i normama.

Izvođač može predložiti primjenu normi nekog inozemnog nacionalnog normirnog tijela (npr. ASTM, DIN), europskog normirnog tijela (EN) ili međunarodnog normirnog tijela (ISO), uz prethodno pisano obrazloženje i pristanak naručitelja i/ili nadzornog inženjera, ako je on za davanje takvog pristanka određen ugovorom o građenju. U tom slučaju, izvođač je dužan, ovisno o ugovornim odnosima, unijeti promjene u izvedbeni projekt ili ga naručiti od projektanta. U slučaju da navedene promjene izazovu usporavanje ili zastoj u izvođenju radova, smatrat će se da je za njih odgovoran izvođač.

Kako su oplate i skele privremene konstrukcije, traži se da je moguća njihova montaža, kao i demontaža, nakon postizanja svrhe za koju su bile postavljene. Kod demontaže se mora paziti da je moguća, jednostavna i bez utjecaja na dijelove konstrukcije koji su nastali njihovom uporabom, kao i bez utjecaja na okolinu. Pri demontaži se ne smiju pojavljivati deformacije i oštećenja izvedene konstrukcije. Oplate i skele izvode se od raznih vrsta materijala, u raznim načinima i svojstvima izvedbe. Pri tome i materijali i izvedba moraju zadovoljavati važeće propise i norme.

Ako oplata ostaje ugrađena u konstrukciju mora biti trajna i ne smije štetno djelovati na beton, kao ni na sredstva za učvršćenje oplate, koja prolaze kroz beton.

Unutarnje stranice oplate moraju biti čiste i po potrebi premazane oplatnim uljem. Oplatni premaz ne smije ni u kom slučaju štetno djelovati na beton niti na materijale koji se naknadno nanose na beton.

Prije početka betoniranja treba pregledati i provjeriti dimenzije skela i oplate te provjeriti valjanost njihove izrade.

Nadvišenje skela i oplata treba odrediti ovisno o namjeni i željenom izgledu građevine. Za nosive elemente slobodne dužine iznad 6 m oplatu treba postaviti tako da poslije njenog opterećenja ostaje nadvišenje veličine $l/1000$, gdje je l raspon elementa. Kod posebnih i naročito složenih građevina nadvišenje skela treba utvrditi proračunom.

OPLATE

Osnovni tesarSKI rad je rad s oplatom koja je privremena konstrukcija. Oplata mora oblikovati konstrukciju prema projektiranom obliku, osigurati nepromjenjivost oblika u fazi očvršćivanja betona, preuzeti opterećenja od svježih betonskih masa, prenijeti opterećenje na okolinu ili čvrstu podlogu te spriječiti curenje cementnog veziva.

Oplata se sastoji od ploha koje su u direktnom dodiru s betonom (oplatno platno), koje oblikuju beton u željeni oblik i sprječavaju curenje cementnog veziva i konstrukcije koja oplati daje svojstva nepromjenjivosti oblika te preuzima i prenosi opterećenja.

S obzirom na materijale od kojih se izrađuje, oplatno platno se može izrađivati od drveta, drvenih prerađevina, metala ili umjetnih materijala.

Drveno oplatno platno najčešće se izrađuje od dasaka četinara klase C16, debljine 2,4 ili 4,8 cm, od drvene građe klase C16 s blanjanim ili neblanjanim površinama. Za nevidljive betonske površine koriste se neblanjane, a za vidljive površine blanljane ili neblanjane daske. Za oblikovanje vidljivih površina daske moraju biti ujednačenih širina i nastavljati se naizmjenično u redovima tako da nema dva uzastopna nastavka. Za ravne ili zakrivljene plohe daske se postavljaju horizontalno, a za stupove i uske betonske elemente vertikalno.

Drvene prerađevine za izradu oplatnog platna mogu biti panel ploča, iverica, šperploča, lesanit.

Sva oplatna platna izrađena od prerađevina moraju imati površinu zaštićenu premazima koji sprječavaju upijanje vode. Ovisno o kvaliteti materijala, oplatno platno se može koristiti jedanput kod lesonita za zakrivljene plohe, 3 – 5 puta za daske, 20 – 30 puta za ploče od iverice te 50 – 80 puta za kvalitetne ploče od šperploče (blažujka).

U uvjetima kad se projektom zahtijeva glatko lice betona koristi se blanjana drvena građa i/ili drugi predgotovljeni oplatni elementi s glatkim licem. Takvo se lice može zahtijevati iz estetskih razloga, zatim u svrhu povećanja otpornosti materijala na erozijsko djelovanje tekuće vode te u svrhu povećanja vodonepropusnosti betona i smanjivanja utjecaja mraza.

Oplata se izvodi od piljene jelove građe i/ili drugih predgotovljenih oplatnih elemenata. Npr. lameliranih ploča (blažujki), limenih oplatnih ploča i ostalih oplatnih elemenata koji služe za montažu oplate.

Privremeni držači oplate; šipke, cijevi i slični predmeti koji će se ubetonirati u sklop koji se izvodi i ugrađeni elementi kao npr. ploče, ankeri i distanceri trebaju:

- ne uzrokovati neprihvatljive utjecaje na konstrukciju
- ne reagirati štetno s betonom, armaturom ili prednapetim čelikom
- ne uzrokovati neprihvatljivi površinski izgled betona
- ne štetiti funkcionalnosti i trajnosti konstrukcijskog elementa.

Svaki ugrađeni dio treba imati dovoljnu čvrstoću i krutost da zadrži oblik tijekom betoniranja. Ne smije sadržavati tvari koje mogu štetno djelovati na njih same, beton ili armaturu.

Udubljenja ili otvore za privremene radove treba zapuniti i završno obraditi materijalom kvalitete slične okolnom betonu, osim ako ne ostaju otvoreni ili im je drugi način obrade specificiran.

Oplatna ulja treba odabrati i primijeniti na način da ne štete betonu, armaturi ili oplati i da ne djeluju štetno na okolinu.

Nije li namjerno specificirano, oplatna ulja ne smiju štetno utjecati na valjanost površine, njezinu boju ili na posebne površinske premaze.

Oplatna ulja treba primjenjivati u skladu s uputama proizvođača ili dobavljača.

SKELE

Pod skelama se podrazumijevaju pomoćne konstrukcije koje služe za izvođenje radova u građevinarstvu na visini većoj od 150 cm iznad tla.

Skele moraju biti građene i postavljene prema planovima koji sadrže: dimenzije skele i svih njezinih sastavnih elemenata, sredstva za međusobno spajanje sastavnih elemenata, način pričvršćivanja skele za građevinu odnosno tlo, najveće dopušteno opterećenje, vrste materijala i njihovu kvalitetu, statički proračun nosivih elemenata, kao i uputstvo za montažu i demontažu skele.

Za tipske skele, s potvrdom o sukladnosti i upotrebljivosti skele, dokumentacija se daje u opsegu koji osigurava potpunu sigurnost radnika na radu.

Dokumentacija mora biti ovjerena potpisom projektanta skele, odnosno odgovorne osobe na gradilištu i mora se čuvati do demontaže skele na gradilištu.

Skele mogu postavljati, prepravljati, dopunjavati i demontirati samo stručno obučeni radnici, zdravstveno sposobni za rad na visini i to pod nadzorom određene stručne osobe na gradilištu.

Za vezivanje pojedinih elemenata skele smiju se upotrebljavati samo tipska sredstva ili sredstva predviđena standardima (čavli, vijci, klanfe, spojnice i drugo).

Vezivanjem pojedinih elemenata skele u konstruktivnu cjelinu ne smije se umanjivati njihova predviđena nosivost.

Ako skela sadrži podnice za kretanje i odlaganje materijala, elementi poda skele (daske, limene ploče i drugo) moraju se prije upotrebe pažljivo pregledati. Oštećeni odnosno dotrajali elementi ne smiju se ugrađivati u pod skele.

Elementi poda moraju u potpunosti ispunjavati prostor između nosećih stupova skele. Udaljenost poda skele od zida građevine ne smije biti veća od 20 cm.

Čista širina poda skele ne smije biti manja od 80 cm.

Izuzetno kod ograde metalnih skela razmak između elemenata popune ne smije biti veći od 35 cm.

Udaljenost između nosivih stupova skele na stupovima mora odgovarati dimenzijama stupova i predviđenom opterećenju skele, ali ne smije biti veća od 250 cm kod zidarskih skela za popravke i održavanje postojećih građevina, ako statičkim proračunom, odnosno projektom skele nije drugačije određeno.

Promjer oblog drvenog stupa skele na stupovima na gornjem dijelu ne smije biti manji od 80 mm.

Podloga stupova mora biti uređena tako da onemogućuje njihova horizontalna i vertikalna pomicanja.

Nastavljanje stupova može se izvoditi pomoću preklopa dužine najmanje 200 cm, uz sigurno povezivanje odgovarajućim sredstvima (klanfama i dr.).

Gornji kraj stupa mora dopirati iznad predviđene (na novogradnji) odnosno postojeće nadstrešnice građevine (popravci i održavanje) i mora biti vezan za vodoravnu gredu pričvršćenu za građevinu.

Kod sastava dviju skela na uglu jedne građevine, ugaoni stup s vanjske strane skele mora biti udvostručen i po potrebi ukopan u zemlju.

Uzdužne grede moraju biti položene vodoravno uz stupove ili na grede nosača (konzole) i moraju biti čvrsto vezane za njih. Spojna mjesta produženja i veze uzdužnih greda smiju se izvoditi samo iznad stupova ili na nosačima položenim preko stupova.

Poprečne grede skela moraju imati isti presjek i moraju biti položene na uzdužne grede na istim udaljenostima. Kod jednorednih skela na stupovima, poprečne grede moraju se oslanjati na zid u dužini od najmanje 20 cm.

Upotreba dasaka za poprečne nosače, umjesto greda, zabranjena je.

Postavljene skele moraju se tijekom izvođenja radova dok su pod opterećenjem redovito pregledavati, a naročitu pažnju treba obratiti na elemente veza i oslonaca (klanfe, podupirači, ukrućenje i drugo).

Ako se za podupirače koristi obla građa, njihov promjer ne treba biti manji od 80 mm. Kvaliteta materijala upotrijebljenog za izradu nosivih skela mora u svemu odgovarati važećim standardima.

Podupirači oplata za betoniranje nosivih ploča ili betonskih nosača mogu se sastavljati najviše od dva komada drveta, s tim da mjesto sastavka ne smije biti u srednjoj trećini dužine podupirača.

Veza nastavaka podupirača mora odgovarati važećim tehničkim standardima.

Broj nastavljenih podupirača za podupiranje oplata betonske ploče ne smije prelaziti polovinu, a kod nosive betonske grede 1/3 ukupnog broja potrebnih podupirača.

Pri demontaži nosivih podupirača oplata za betoniranje ploče, odnosno grede, osim nosivih podupirača moraju se postaviti zaštitni podupirači, radi osiguranja od eventualnog rušenja.

Broj i raspored zaštitnih podupirača određuje se projektom. Pri postavljanju nosive skele za podupiranje oplata na visini većoj od 300 cm iznad terena, po potrebi treba postaviti zaštitne prihvatne skele, mrežu i slično.

Izvođenje pojedinačnih kratkotrajnih radova na nosivim skelama bez postavljanja zaštitnih prihvatnih skela, mreže i slično, smije se izuzetno dopustiti, ali uz obavezno vezivanje radnika.

Skidanje oplata i demontaža nosive skele ne smije se izvoditi bez pismenog naloga izdanog od određene stručne osobe na gradilištu.

Metalne skele mogu se postavljati i upotrebljavati samo u skladu s predviđenom namjenom i na osnovu odobrene dokumentacije.

Sastavni dijelovi metalnih skela (čelični štapovi, cijevi, spojne i čvorne veze i drugo) moraju biti međusobno čvrsto vezani u stabilnu i jedinstvenu konstrukcijsku cjelinu.

Elementi metalnih skela u pogledu oblika, dimenzija i kvalitete materijala moraju odgovarati važećim standardima.

Za sastavljanje metalnih skela smiju se upotrebljavati samo ravne i neoštećene čelične cijevi, štapovi i drugi elementi.

Svaki element metalne skele mora se prije ugrađivanja u skelu detaljno pregledati. Hrdom ili na drugi način oštećeni elementi metalnih skela ne smiju se ugrađivati.

Vertikalni nosivi štapovi metalne skele moraju biti položeni na posebne elemente skele (oslonci, papuče), pričvršćene na ravnu podlogu skele (gredice, beton, ploča i drugo).

Svi vertikalni štapovi stupova skele moraju biti u uzdužnom i poprečnom pravcu vezani i učvršćeni pomoću dijagonalnih veza postavljenih pod kutom od 45 ° u oba pravca.

Udaljenost između nosivih vertikalnih štapova određuje se projektom skele ovisno o predviđenom opterećenju i visini skele.

Pri sastavljanju metalnih skela mora se sa sastavnim dijelovima, a naročito sa spojnica (čvorišta) za međusobno spajanje štapova, pažljivo postupati. Kod spojnica s vijcima, zatezanje vijaka mora se izvoditi pomoću momentnih ključeva, odnosno prema uputi proizvođača.

Zatezanje vijaka spojnica metalne skele nastavljenim ključevima (pomoću cijevi i slično), zabranjeno je.

Vertikalnost i horizontalnost čeličnih štapova mora se provjeravati tijekom postavljanja skele i nakon završetka postavljanja skele.

Samostojeće metalne skele i metalne skele čija je visina veća od građevine u gradnji ili druge građevine u neposrednoj blizini skele, moraju biti zaštićene od udara groma po postojećim tehničkim propisima.

Prije početka betoniranja svi oštri vrhovi ili rubovi sredstava za spajanje pojedinih dijelova skele (čavli, spone, žice i drugo), koji vire iz oplata i drugih dijelova drvene konstrukcije skele za betoniranje, moraju se podviti ili pokriti.

S radovima na betoniranju smije se početi tek po provjeri od strane određene stručne osobe na gradilištu, je li nosiva skela propisno izrađena i jesu li izvedeni svi potrebni prethodni radovi.

Nasilno skidanje (čupanje) oplata, pomoću dizalice ili drugih uređaja, nije dopušteno.

Fasadne skele

Fasadna skela se sastoji od podnožne stope, cijevi za vertikale, horizontale, dijagonale, ograde i poprečne veze, spojnice, ljestava za penjanje, podnice i sidrenih elemenata.

Rad se sastoji od razmjere položaja vertikala, postavljanja skele, kontrole izvedene skele, korisnog vremena upotrebe, demontaže, čišćenja, sortiranja i odvoza.

Elementi čelične cijevne skele dobavljaju se kao tipski proizvodi pojedinih proizvođača koji se višekratno koriste. Izvođači radova najčešće posjeduju odgovarajuće sustave, od kojih na osnovi dimenzija i opterećenja konstrukcija ili ploča u gradnji projektiraju skelu. Na osnovi projekta skele izabiru se elementi i dopremaju na gradilište.

Prije postavljanja fasadne skele podloga mora biti pripremljena i ispitana za nosivost i preuzimanje opterećenja od skele.

Fasadna skela se postavlja prema uputama proizvođača. Paralelno s montažom skele postavljaju se podnice, zaštitne ograde, ukrute i ljestve za vertikalnu komunikaciju.

Teške cijevne skele

Radovi s teškim skelama obuhvaćaju dopremu skele, pregled skele u dijelovima, postavljanje skele, pregled postavljene skele, korisno vrijeme uporabe, otpuštanje skele, demontažu skele, čišćenje, sortiranje i odvoz.

Elementi čelične cijevne skele dobivaju se kao tipski proizvodi pojedinih proizvođača koji se višekratno koriste. Izvođači radova najčešće posjeduju odgovarajuće sustave, od kojih na osnovi dimenzija i opterećenja konstrukcija ili ploča u gradnji projektiraju nosivu skelu. Na osnovi projekta skele izabiru se elementi i dopremaju na gradilište.

Prije postavljanja nosive skele moraju biti pripremljeni i dovoljno očvršli armiranobetonski temelji na koje će se skela osloniti.

Nosiva skela se postavlja na osnovi uputa proizvođača. Po postavljanju skele postavlja se oplata, te priprema i izvodi betoniranje konstrukcije ploče, propusta ili mosta. Rasklapanje skele obavlja se nakon njenog otpuštanja, kada je rasponska konstrukcija očvrsnula do te mjere da može preuzeti barem vlastitu težinu.

8-13.2. SKELE

Fasadne skele

Unutrašnje plohe spojnice ne smiju biti podmazane. Dijelovi skele ne smiju se bušiti niti rezati, jer se time može smanjiti nosivost. Nakon rasklapanja skele, uz nadzor stručne osobe, elementi skele se pregledavaju, čiste i zaštićuju od korozije alkidnim premazom.

Uklanjanjem skele uklanjaju se i eventualno postavljeni privremeni temelji.

Teške cijevne skele

Unutrašnje plohe spojnice ne smiju biti podmazane. Svaki vezni lim između stupova mora biti povezan u oba vodoravna smjera, a dijagonalno elementima lake cijevne skele kako bi se osigurala prostorna stabilnost. Dijelovi skele ne smiju se bušiti niti rezati, jer se time može smanjiti nosivost. Nakon rasklapanja skele, uz nadzor stručne osobe, elementi skele se pregledavaju, čiste i zaštićuju od korozije alkidnim premazom.

Uklanjanjem skele uklanjaju se i eventualno izvedeni ili postavljeni privremeni temelji.

Proizvođač dijelova skele pri projektiranju i izradi mora primijeniti važeće tehničke standarde, a upotrijebljene vrste čelika, spojnih vijaka te elektroda za zavarivanje moraju odgovarati odgovarajućim standardima. Svojstva i kvalitetu proizvođač dokazuje potvrdama o sukladnosti. Svi dijelovi skele isporučuju se s antikorozivnom zaštitom. Upotrijebljena skela doprema se na gradilište čista, suha i neoštećena.

Za mostove većeg raspona od 10 m stabilnost skele se mora dokazati u skladu s Pravilnikom o kontroli projekata (NN 32/14, 72/20). Prijem postavljene skele obavlja se komisijski uz prisutnost nadzornog inženjera. Niveliranje skele obavlja se prije početka i za vrijeme betoniranja. Tijekom betoniranja promatra se stanje skele i uočavanjem eventualnih nepravilnosti rad se mora obustaviti te se uočeni nedostaci trebaju odstraniti prije nastavka rada. Za vrijeme očvršćivanja betona u oplati skela mora stajati mirno bez pomaka i potresanja.

8-13.3. OPLATE

IZRADA, MONTAŽA I DEMONTAŽA JEDNOSTRANE OPLATE

Jednostrana se oplata koristi u dva tehnološka sustava.

Prvi sustav je takav da se elementi koji se betoniraju oslanjaju s jedne strane na graničnu plohu iskopa (rova ili građevne jame), a na drugoj se strani montira jednostrana oplata.

Drugi sustav je takav da se izvodi zid od kamena u betonu, a oplata se podupire o kosinu iskopa.

Kod prvog se sustava nosiva oplatna konstrukcija posebno proračunava, radi pritiska betona koji se prenosi samo na jednu stranu oplata i preko podupora prenosi na temeljno tlo.

Kod drugog sustava pritisak betona je isto na jednu stranu oplata, ali se preko razupora pritisak prenosi na kosinu iskopa.

Ostali uvjeti su identični općim uvjetima za oplata i važećim normama i propisima.

IZRADA, MONTAŽA I DEMONTAŽA DVOSTRANE OPLATE

Dvostrana se oplata koristi u uvjetima kad elementi koji se betoniraju slobodno stoje, tj. ako se niti s jedne bočne strane ne oslanjaju na graničnu plohu iskopa (rova ili građevne jame) ili neke druge konstrukcije.

Ostali uvjeti su identični općim uvjetima za oplata i važećim normama i propisima.

OPLATA STUPOVA

Stupovi od betona i armiranog betona izrađuju se u oplati koja se izrađuje ovisno o tlocrtnim dimenzijama kao kvadratna, pravokutna, višekutna ili okrugla. Za izradu se koristi drvena oplata, montažna oplata, metalna montažna oplata ili kartonska za okrugle stupove. Najčešće se koristi drvena građa koja oblikuje konstrukciju poštujući sva pravila iz ovih OTU-a te važeće zakone, norme i propise. U slučaju većih visina oplata se postavlja u više faza po visini i to nakon izrade i skidanja oplata prve faze ista se oplata prebacuje na sljedeću višu fazu koristeći sredstva za dizanje koja su na raspolaganju. Kod korištenja montažnih oplata, metalnih oplata ili kartonskih oplata potrebno je pridržavati se propisa i uputa koji reguliraju njihovu montažu i demontažu.

MONTAŽNE OPLATE

Montažne oplata predstavljaju gotove, tvornički izrađene ploče različitih dimenzija po visini te različitih dimenzija po širini u sklopu svake od visina. Izrađuju se prvenstveno od metala (pocinčani čelik ili aluminij) za nosivi dio konstrukcije i oplatno platno od šperploče, najčešće debljine 21 mm sastavljene od 9 do 15 međusobno lijepljenih slojeva. O kvaliteti šperploče ovisi i broj korištenja takve oplata koji može biti od 30 do 100 puta uz pravilno održavanje i uporabu prema uputama proizvođača. Oplata se može koristiti kao jednostrana ili kao dvostrana. Elementi se međusobno povezuju u horizontalnom smjeru dijelovima za spajanje prema unaprijed utvrđenom položaju i načinu. U poprečnom smjeru, kod dvostrane oplata, povezuju se kroz unaprijed određene otvore u okviru metalne konstrukcije, tako da nisu potrebna nikakva rezanja i bušenja ove vrste oplata. S obzirom na težinu oplata koja je izrađena od čelika, za njezino postavljanje, skidanje i pomicanje potrebno je sredstvo za dizanje koje u ovom slučaju može biti pokretna auto dizalica ili ruka bagera koja mora imati dovoljan doseg i radijus djelovanja za prihvat i dobavu pojedinog oplatnog elementa na mjesto rada. Kod oplata s aluminijskim okvirom moguće je ručni prijenos pojedinih elemenata.

Za korištenje ovakve oplata vrijede sve norme i propisi za drvene i metalne konstrukcije. Posebnu vrstu montažne oplata predstavlja oplata za razupiranje rovova i kanala koja se mora obaviti kod iskopa u rastresitim materijalima i kod dubina većih od 1 m. Montažna oplata za razupiranje rovova je metalna konstrukcija sastavljena od dvije razmaknute metalne ploče s nožem na donjoj strani, međusobno spojene s vezom koja omogućuje reguliranje međusobnog razmaka bočnih strana. S obzirom na težinu, montažu, demontažu i prijenos potrebno je obavljati sredstvima za dizanje. To može biti pokretna auto dizalica ili ruka bagera koja mora imati dovoljan doseg i radijus djelovanja za prihvat i dotur razupore na mjesto rada.

Ovakva oplata se koristi za razupiranje rovova i kanala prilikom iskopa, a postavlja se nakon iskopa od 1 m dubine. Kod produbljivanja iskopa između razupore oplata se, radi noža koji je s donje strane, samostalno spušta paralelno s iskopom. Za veće dubine razupore se nastavljaju po visini. Nakon izvedenih radova u kanalu ili rovu otpuštaju se veze za reguliranje razmaka uz istovremeno pridržavanje oplata sredstvom za dizanje kako ne bi došlo do njezinog pomicanja te se oplata vadi, čisti i deponira ili se prebacuje na novu poziciju.

OTPUŠTANJE SKELA I UKLANJANJE OPLATE

Skele i oplata se ne smiju uklanjati dok beton ne dobije potrebna svojstva:

- otpornost na oštećenja površine tijekom skidanja oplata
- čvrstoću dovoljnu za preuzimanje svih djelovanja na betonski element u tom trenutku
- čvrstoću dovoljnu da se izbjegnu deformacije veće od specificiranih tolerancija elastičnog ili neelastičnog ponašanja betona.

Skidanje oplata treba izvoditi na način da se konstrukcija ne preoptereti i ne ošteti.

Opterećenja skela treba otpuštati postupno tako da se drugi elementi skele ne preoptereće. Stabilnost skela i oplata treba održavati pri oslobađanju i uklanjanju opterećenja.

Postupak podupiranja ili otpuštanja, kad se primjenjuje za reduciranje utjecaja početnog opterećenja, sukcesivno opterećenje i/ili izbjegavanje velike deformacije treba detaljno utvrditi.

8-14. ARMIRAČKI RADOVI

Opis rada

Rad obuhvaća potrebne mjere i radnje koje je potrebno provesti prilikom ugradnje čelik za armiranje i/ili prednapinjanje u različite betonske konstrukcije.

Reference na materijale

Knjiga XIV – Građevinski materijali i proizvodi: poglavlje 14-13. Čelik za armiranje i prednapinjanje betona

Zahtjev izvođenja rada

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 za armiračke radove primjenjuju na čelik za armiranje i prednapinjanje ugrađen u betonske konstrukcije i predgotovljene betonske elemente i izvedbu armiračkih radova prema projektu betonske konstrukcije, normama i propisima.

Predgotovljeni betonski element je element od betona i čelika za armiranje izrađen ili proizveden na mjestu različitom od konačnog mjesta u građevini, izrađen na gradilištu ili u pogonu izvan gradilišta u svrhu njegove ugradnje u konkretnu građevinu ili proizveden u tvornici predgotovljenih elemenata.

Opći tehnički uvjeti za armiračke radove uvjetuju potrebe za:

- uvjete kvalitete čelika za armiranje betona
- uvjete kvalitete čelika za prednapinjanje
- uvjete kvalitete izvedbe betonskih konstrukcija
- uvjete zaštite ugrađenog čelika za armiranje i prednapinjanje
- nadzor nad izvedbom betonskih konstrukcija
- postupke i aktivnosti potrebne u slučaju nesukladnosti upotrijebljenih građevnih proizvoda ili izvedenih armiračkih radova.

Svojstva čelika za armiranje i prednapinjanje u odnosu na njihove bitne značajke specificiraju se prema normama.

Izvođenje betonske konstrukcije mora biti prema zahtjevima norma HRN EN 13670 i Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije NN 17/17, 75/20

Armatura je zajednički naziv za čelik za armiranje (šipka, namot, izravni proizvod, zavarena mreža tvornički proizvedena točkastim elektrootpornim automatiziranim zavarivanjem, rešetkasti nosač) i čelik za prednapinjanje (žica, užad, šipka) koji se koriste za ojačavanje odnosno armiranje betonskih elemenata i konstrukcija.

Čelik za armiranje je građevni proizvod kružnog ili približno kružnog poprečnog presjeka u obliku šipki, namota, izravnatog proizvoda s glatkom, rebrastom i profiliranom površinom prikladan za armiranje betona.

Čelik za armiranje u namotu je valjana žica u jednom komadu namotana u koncentrične krugove.

Čelik za prednapinjanje je građevni proizvod proizveden u obliku žica, užadi i šipki.

Čelična žica za prednapinjanje je građevni proizvod izrađen hladnim postupkom prerade valjane žice prikladnog metalurškog stanja za hladno vučenje i koji je prošao završnu toplinsko mehaničku obradu.

Čelično uže za prednapinjanje je građevni proizvod koji se sastoji od brojnih hladno vučenih žica sukanih zajedno u istom smjeru i s jednakom duljinom sukanja koji je prošao završnu toplinsko mehaničku obradu nakon čega se namata u namote velikog promjera.

Glatki čelik za armiranje je građevni proizvod s glatkom površinom.

Izravnatii proizvod je čelik za armiranje proizveden u namotima, a zatim u proizvodnji izravnat za daljnju obradu.

Profilirani čelik za armiranje je građevni proizvod s definiranom profilacijom jednoliko raspodijeljenom po cijeloj duljini.

Rebrasti čelik za armiranje je građevni proizvod s najmanje dva reda poprečnih rebara jednoliko raspoređenih po cijeloj duljini.

Rešetkasti nosač je dvodimenzijski ili trodimenzijski građevni proizvod koji ima gornju pojasnicu, jednu ili više donjih pojasnica i neprekinute ili isprekidane dijagonale zavarene ili mehanički spojene na pojasnicu.

Šipka za prednapinjanje je građevni proizvod izrađen u ravnim komadima u postrojenju za toplo valjanje.

Tehnički razred čelika za armiranje definiran je radnim značajkama i označen jedinstvenim brojem proizvoda.

Vrsta čelika za armiranje definirana je značajkom granice razvlačenja i zahtjevima razreda duktilnosti.

Zavarena mreža je građevni proizvod od uzdužno i poprečno raspoređenih šipki, valjanih žica istog ili različitog nazivnog promjera i duljine koje su međusobno raspoređene pod pravim kutom i tvornički proizvedena točkastim elektrootpornim automatiziranim postupkom zavarivanja u svim točkama presjeka

Norma HRN EN 1992-1-1: 2013 Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija – Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade daje principe i pravila za čelik za armiranje u obliku šipki, namota, izravnatih proizvoda, zavarenih mreža tvornički proizvedenih točkastim elektrootpornim automatiziranim zavarivanjem i rešetkastih nosača.

Svojstva čelika za armiranje u odnosu na njegove bitne značajke specificirana su prema normama HRN EN 10080, HRN 1130-1, HRN 1130-2, HRN 1130-3, HRN 1130-4 i HRN 1130-5.

Zahtijevana tehnička svojstva čelika za armiranje u obliku šipki, namota, izravnatih proizvoda, zavarenih mreža tvornički proizvedenih točkastim elektrootpornim automatiziranim zavarivanjem i rešetkastih nosača provjeravaju se u skladu s normom HRN EN 10080 i normama za ispitivanje HRN EN ISO 15630-1 i HRN EN ISO 15630-2.

U slučaju primjene čelika koji nije u skladu s normom HRN EN 10080 tehnička svojstva se trebaju provjeriti u skladu s odredbama 3.2.2. do 3.2.6. i Dodatkom C iz norme HRN EN 1992-1-1.

Zavarene mreže i rešetkasti nosači prema normi HRN EN 10080 mogu biti izrađeni samo od rebrastih šipki čelika za armiranje.

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

Čelik za prednapinjanje obuhvaća čelične žice, šipke i užad koji se upotrebljavaju za prednapinjanje betonskih konstrukcija u skladu s hrvatskim propisima i normama.

Opis radova

Betonski i armiranobetonski radovi izvode se prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20), normi HRN EN 13670 Izvedba betonskih konstrukcija i ostalim pripadajućim hrvatskim normama i propisima.

Armirački radovi ili armiranje izvode se prema tehničkim specifikacijama, planovima i nacrtima iz projektne dokumentacije i propisima. Obuhvaćaju dopremu, razvrstavanje i skladištenje, čišćenje, ravnanje, rezanje, savijanje, postavljanje i vezanje čelika za armiranje prema tehničkim specifikacijama, planovima i nacrtima iz projektne dokumentacije i propisima.

Armirački radovi mogu se obaviti u armiračkim pogonima (tvornicama) gdje se proizvode betonske konstrukcije i predgotovljeni betonski elementi prema narudžbi, određenim uvjetima i namjeni. Jedan dio armiračkih radova obavlja se po potrebi izravno na gradilištu.

Nakon završetka armiračkih radova, a prije početka betoniranja, nadzorni inženjer ili statičar vizualno pregledava čelik za armiranje i prednapinjanje betona.

Materijali i građevni proizvodi smiju se ugraditi u betonsku konstrukciju samo ako je za njih dokazana uporabljivost odnosno da su njihova svojstva i bitne značajke sukladne zahtjevima projekta, tehničkih specifikacija, norma i propisa.

Svojstva građevnih proizvoda u odnosu na njihove bitne značajke za namjeravanu uporabu građevine, predvidiva djelovanja i utjecaje okoliša na građevinu u njezinom projektiranom (proračunskom) uporabnom vijeku moraju se odrediti u programu kontrole i osiguranja kvalitete iz projekta građevinske konstrukcije.

Ako je projektirani (proračunski) uporabni vijek građevine duži od projektiranog (proračunskog) uporabnog vijeka građevnog proizvoda projektom se moraju odrediti uvjeti i način njegove zamjene.

Čelik za armiranje i prednapinjanje smije se ugraditi u betonsku konstrukciju ako proizvođač ima valjani Certifikat o stalnosti svojstava koji izdaje Odobreno tijelo (prema normi HRN EN ISO/IEC 17065) na temelju provedenog postupka ocjenjivanja i provjere stalnosti svojstava u neusklađenom području (sustav 1+) prema Zakonu o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17, 39/19, 118/20), Pravilniku o tijelima, dokumentaciji i postupcima tržišta građevnih proizvoda (NN 118/19) i Tehničkom propisu o građevnim proizvodima (NN 35/18, 104/19).

Nositelj Certifikata o stalnosti svojstava mora izdati Izjavu o svojstvima i Tehničku uputu napisane na hrvatskom jeziku latiničnim pismom za proizvod ili skupinu proizvoda za koji je dodijeljen Certifikat o stalnosti svojstava te na proizvod mora staviti odgovarajuću oznaku (oznaka „C”) prema Zakonu o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17, 39/19, 118/20), Pravilniku o tijelima, dokumentaciji i postupcima tržišta građevnih proizvoda (NN 118/19), Tehničkom propisu o građevnim proizvodima (NN 35/18, 104/19) i normama HRN EN 10080, HRN 1130-1, HRN 1130-2, HRN 1130-3, HRN 1130-4 i HRN 1130-5, nkHRN EN 10138-1, nHRN EN 10138-2, nHRN EN 10138-3 i nHRN EN 10138-4 navedenim u točkama 6-04.1 i 6-04.2 ovog poglavlja Općih tehničkih uvjeta za radove u vodnom gospodarstvu.

Prije i tijekom ugradnje građevnih proizvoda provode se ispitivanja prema programu kontrole i osiguranju kvalitete sadržanog u glavnom projektu građevinske konstrukcije i odredbama posebnih propisa.

Ispitivanja i drugi kontrolni postupci provode se i u slučaju sumnje da građevni proizvod nije u skladu s bitnim značajkama i svojstvima iz glavnog projekta građevine, u skladu s posebnim propisima (Tehnički propis za građevinske konstrukcije NN 17/17, 75/20).

Nadzorni inženjer dužan je upisom u građevinski dnevnik odrediti provedbu kontrolnih ispitivanja prema posebnom propisu kojim se uređuje način provedbe stručnog nadzora građenja, obrazac, uvjeti i način vođenja građevinskog dnevnika te sadržaj završnog izvješća nadzornog inženjera.

Prije ugradnje površina čelika za armiranje i prednapinjanje mora biti očišćena od hrđe, masti i ili bilo kojih drugih tvari koje mogu štetno djelovati na čelik, beton ili prionjivost između betona i čelika. Ne primjenjuju se čelici za armiranje s posebnim prevlakama za zaštitu od korozije.

Čelik za armiranje s galvanskim prevlakama može se koristiti samo u betonu s cementom koji nema štetnog djelovanja na vezu s galvaniziranim čelikom za armiranje.

Kada se upotrebljavaju drugi čelici koji nisu deklarirani prema normi HRN EN 10080, svojstva se moraju provjeriti i biti u skladu s normom HRN EN 1992-1-1.

Uvjeti za ugradnju, uporabu i održavanje građevnih proizvoda moraju se odrediti u projektu građevinske konstrukcije ako se građevni proizvod izrađuje na gradilištu, ili u pogonu izvan gradilišta u svrhu ugradnje u konkretnu građevinu.

Savijanje, rezanje, prijevoz i skladištenje čelika za armiranje

Potrebno je poduzeti mjere kako bi se spriječilo nastajanje bilo kakvih mehaničkih i korozijskih oštećenja čelika za armiranje i zavarenih spojeva.

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

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

Najmanji promjer trna za savijanje čelika za armiranje mora biti takav da se izbjegne stvaranje pukotina i oštećenja uslijed savijanja i lom betona unutar savijenog dijela čelika za armiranje.

Nakon zavarivanja čelika i zavarenih mreža za armiranje, promjer trna za savijanje mora odgovarati i ne smije biti manji od vrijednosti navedenih u normi HRN EN 1992-1-1.

Čelik za armiranje u namotu ne smije se upotrebljavati ako nije dostupna odgovarajuća oprema za izravnavanje prema odobrenom postupku i specifikaciji proizvođača. Izravnati čelik za armiranje mora zadovoljiti zahtjeve norme HRN EN 10080.

Šipke i namoti čelika za armiranje, zavarene mreže, rešetkasti nosači i predgotovljeni elementi ne smiju se mehanički oštetiti tijekom prijevoza, skladištenja, rukovanja i postavljanja u betonsku konstrukciju.

Nastavljanje čelika za armiranje

Čelik za armiranje može se nastavljati na sljedeće načine:

- preklapanjem šipki, s previjanjem ili kukama ili bez kuka, pod uvjetom da je osiguran prijenos opterećenja s jedne šipke na drugu i da se na mjestu preklapanja ne pojavljuju velike pukotine i odlamanje betona
- mehaničkim spojnica koje osiguravaju prijenos vlačnih i tlačnih opterećenja
- zavarivanjem.

Preklopi i mehaničke spojnice

Preklopi čelika za armiranje moraju osigurati prijenos sila s jedne šipke na drugu, spriječiti nastajanja pukotine i odlamanje betona u blizini spoja. Duljina preklopa i raspored preklapljenih šipki čelika za armiranje, kao i poprečno postavljene šipke i zavarenih mreža mora biti u skladu sa zahtjevima norme HRN EN 1992-1-1.

Mehaničke spojnice namijenjene su za nastavljane šipki čelika za armiranje u armiranobetonskim elementima i konstrukcijama u uvjetima kada nije moguće izvesti preklapanje i zavarivanje.

Postoje različite vrste mehaničkih spojnica ovisno o načinu prenošenja sile između dvije nastavljene šipke čelika za armiranje, spojnice s navojem, spojnice s cementnom ili polimernom smjesom, spojnice koje se utiskuju prešanjem, spojnice s vijcima.

Zahtjevi koje moraju zadovoljiti mehaničke spojnice i metode ispitivanja propisani su u tehničkoj specifikaciji, hrvatskoj tehničkoj ocjeni (HTO) ili europskoj tehničkoj ocjeni (ETA, engl. *European Technical Assessment*).

Zavarivanje čelika za armiranje

Zavarivanje je dopušteno na zavarljivom čeliku za armiranje deklariranom prema normi HRN EN 10080. Postupci zavarivanja čelika za armiranje trebaju biti u skladu sa zahtjevima norme HRN EN 1992-1-1.

Zavarivanje čelika za armiranje treba biti u skladu sa zahtjevima normi HRN EN ISO 17660-1 za nosive i HRN EN ISO 17660-2 za nenosive spojeve.

Nosivi zavareni spojevi koriste se za prijenos specificiranog opterećenja između šipki čelika za armiranje ili između šipki čelika za armiranje i drugih čeličnih proizvoda.

Nenosivi zavareni spojevi čija čvrstoća nije uzeta u obzir u proračunu armiranobetonske konstrukcije koriste se samo za pridržavanje čelika za armiranje u ispravnom položaju tijekom proizvodnje, prijevoza i betoniranja.

Norma HRN EN ISO 17660-1 specificira zahtjeve za materijale, proračun/projekt i izvedbu zavarenih spojeva, za zavarivačko osoblje, zahtjeve kvalitete, pregled i ispitivanje, a obuhvaća i zavarene spojeve čelika za armiranje i drugih čeličnih elemenata.

Povezivanje i ugradnja

Čelik za armiranje betona treba ugraditi u dijelove betonske konstrukcije prema nacrtima i tehničkim specifikacijama projekta koje sadrže detaljne informacije o načinu postavljanja, osiguranja položaja i razmaka šipki čelika za armiranje te o mjerama koje treba poduzeti tijekom ugradnje. Tijekom betoniranja treba paziti da se čelik za armiranje ne pomakne iz zadanog položaja te da bude obuhvaćen betonom po čitavoj površini i duljini.

Čelik za armiranje može se povezivati žicom ili točkastim zavarivanjem ako nema posebnih ograničenja navedenih u projektnoj specifikaciji.

Sidrenje

Čelik za armiranje u šipkama i namotu, žice i zavarene mreže moraju se sidriti tako da se sile prijanjanja betona i čelika sigurno prenesu na beton te da se isključi stvaranje uzdužnih pukotina ili odlamanja betona u području sidrenja. Metode sidrenja čelika za armiranje navedene su u normi HRN EN 1992-1-1.

Razlikuje se više vrsta sidrenja čelika za armiranje, ravnom šipkom, šipkom s kukom, šipkom s ravnom (pravokutnom) kukom i šipkom s petljom. U tlačno opterećenim područjima betonske konstrukcije dopuštena je uporaba samo ravnih šipki za sidrenje.

Kada se koriste mehaničke spojnice za sidrenje, zahtjevi, svojstva i metode ispitivanja moraju biti u skladu s odgovarajućom normom proizvoda ili hrvatskom tehničkom ocjenom (HTO) ili europskom tehničkom ocjenom (ETA).

Šipke promjera većeg od 32 mm moraju se sidriti kao ravne šipke ili s posebnim sidrenim elementima. Zabranjeno je sidrenje u vlačno opterećenim područjima betonske konstrukcije.

Uvjet kvalitete

Kontrola čelika za armiranje i prednapinjanje betona prije ugradnje provodi se prema normi HRN EN 13670 i Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20).

Neposredno prije ugradnje građevnih proizvoda obvezno se provode ispitivanja u skladu s programom kontrole i osiguranja kvalitete iz projekta građevinske konstrukcije, ili na temelju odredbi iz posebnih pravila propisanim za pojedine vrste konstrukcija, ili u slučaju sumnje.

Zabranjena je ugradnja građevnog proizvoda koji nije zadovoljio zahtjeve kontrole prije ugradnje. Takvi građevni proizvodi moraju se ukloniti s gradilišta.

Ugradnju građevnog proizvoda odnosno nastavak radova mora odobriti nadzorni inženjer, što se zapisuje u skladu s posebnim propisom kojim se uređuje način provedbe.

Uzimanje uzoraka, priprema uzoraka i ispitivanje građevnih proizvoda, ovisno o vrsti proizvoda, provodi se prema normama i metodama navedenim u programu kontrole i osiguranja kvalitete iz projekta građevinske konstrukcije.

Uzorkovanje i ispitivanje slučajno odabranih uzoraka čelika za armiranje provodi se u skladu s normama HRN EN 10080, HRN EN ISO 15630-1 i HRN EN ISO 15630-2.

Za šipke i namote uzima se jedan uzorak po ispitnoj skupini (talini) i promjeru za ispitivanje mase po metru, geometrijskog oblika površine i savijanja, a za vlačno ispitivanje uzimaju se tri ispitna uzorka po talini i promjeru mase 30 tona.

Uzorci zavarene mreže i rešetkastog nosača moraju biti iz iste ispitne skupine sačinjene od iste kombinacije tehničkih razreda čelika za armiranje i promjera proizvedenih na istom stroju za zavarivanje najveće mase 50 tona. Ispitnim skupinama mora se osigurati prepoznatljivost i sljedivost prema proizvođaču čelika za armiranje betona.

Uzorkovanje uzoraka čelika za prednapinjanje za ispitivanje provodi se prema nizu nacрта normi nHRN EN 10138.

Žica za prednapinjanje proizvedena iz jednog namota valjane žice i iste taline čelika proizvedene u bilo koje vrijeme čini proizvodnu skupinu iz koje se uzorkuje uzorak za ispitivanje.

Proizvodna skupina užeta za prednapinjanje je proizvod načinjen iz jedne serije namota žice stavljenih na stroj za pletenje užadi. Za ispitivanje se uzorkuje uzorak iz iste proizvodne skupine.

Ispitivanja se provode prema normama nkHRN EN 10138-1 i HRN EN ISO 15630-3.

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

- čelik za armiranje postavljen u skladu s nacrtima i planovima iz projekta armiranobetonske konstrukcije
- zaštitni sloj u skladu sa tehničkim specifikacijama
- površina čelika za armiranje čista, bez hrđe, masti i ili bilo kojih drugih tvari koje mogu štetno djelovati na čelik, beton ili prionjivost između betona i čelika
- čelik za armiranje ispravno učvršćen i osiguran od pomicanja iz projektiranog položaja tijekom betoniranja
- razmak između šipki dovoljan za ugradnju i zbijanje betona.

Način mjerenja i obračuna radova

Rad se mjeri u kg ugrađenog čelika prema mjerama iz projekta ili odobrenju nadzornog inženjera.

Rad se obračunava po ugovorenoj jediničnoj cijeni koja uključuje nabavu čelika, pregled, čišćenje i razvrstavanje prije izrade, sječenje i dopremu na gradilište te postavljanje na mjesto ugradnje s potrebnim sidrenim i veznim materijalom za potpuni završetak poslova. U cijenu je uključen i sav pomoćni materijal za ugradnju.

8-15. PREDNAPINJANJE

Prednapinjanje se mora izvoditi u skladu s točkom 7. norme HRN EN 13670.

8-15.1. UVJETI ZA PREDNAPINJANJE

Prednapinjanje može biti predhodno i naknadno.

Prednapinjanje znači svjesno umjetno unošenje sila (sile prednapinjanja) koje će izazvati takova stanja naprezanja koja materijal može podnijeti tijekom svoga cijelog uporabnog vijeka i pri svim djelovanjima vanjskih sila koje se mogu pojaviti nakon prednapinjanja.

Osnovni ciljevi prednapinjanja su izazivanje, u svim točkama ili presjecima, tlačnog stanja naprezanja te posljedično smanjivanje prethodno izazvanih tlačnih naprezanja vanjskim djelovanjima.

Postoji nekoliko stupnjeva prednapinjanja i ono može biti potpuno, ograničeno i djelomično. Stupanj prednapinjanja je omjer momenta rastlačenja (dekompresije) i ukupnog momenta, ($k=M_{dek}/M_u$)

$k=0$ element nije prednapregnut

$k=1$ element je potpuno prednapregnut

$k=0,6$ element je djelomično prednapregnut

Ako je $k=0,6$ dobije se ukupno najmanja površina čelika za armiranje i čelika za prednapinjanje.

Najveća sila prednapinjanja koja djeluje na element neposredno nakon otpuštanja natega ne smije prouzrokovati nekontrolirane uzdužne pukotine, odlamanja i rasprsnuća betona te naprezanja u betonu ne smiju prouzročiti prekomjerno puzanje ili deformiranja elementa.

Sustavi za naknadno napinjanje moraju imati europsku tehničku ocjenu (engl. *ETA*) te biti u skladu sa zahtjevima navedenim u izvedbenoj specifikaciji. Svi dijelovi sustava za naknadno napinjanje moraju biti kompatibilni, tj. biti iz istog sustava prednapinjanja.

Osnovne prednosti prednapetih konstrukcija su: savladavanje velikih raspona uz veću vitkost i manju masu, povećanje trajnosti zbog izostanka pukotina, smanjenje progiba, velika otpornost na zamor.

Betoni bi trebali biti visokih tlačnih čvrstoća, malog iznosa skupljanja i puzanja te visokih trajnosnih svojstava.

Čelici za prednapinjanje mogu biti u obliku žica, šipki i užadi, a vrlo je bitno da imaju velike čvrstoće, male relaksacije, malu osjetljivost na koroziju, geometrijsku pravilnost.

Mort (smjesa) za injektiranje treba imati određene svojstva u skladu s HRN EN 446 i HRN EN 447.

Sidra i spojeke se odnose na uređaje za sidrenje te uređaje za spajanje prethodno napetih elemenata.

Sredstva za prednapinjanje se dijele na natege (žice i snopovi žica, užad i snopovi užadi te šipke), sidrene glave ili usidrenja (adhezijska sidra na osnovu prijanjanja, sidra s navojem, sidra na osnovi klina i čahure i sidra na osnovi glavice) te opremu za prednapinjanje (preše za napinjanje natega, preše za injektiranje natega, miješalice za mort za injektiranje, naprave za uvlačenje žica ili užadi, naprave za oblikovanje natega, držači natega).

Najveća vrijednost naprezanja pri napinjanju $\sigma_{p,max}$:

Za razred 1: $\sigma_{p,max} = \min (0.85f_{pk} \text{ ili } 0.85f_{p0,1k})$, uz ovaj razred moraju biti zadovoljena stroža odstupanja točnosti napinjanja od $\pm 5 \%$ za pojedinačnu nategu/silu

Za razred 2: $\sigma_{p,max} = \min (0.80f_{pk} \text{ ili } 0.90f_{p0,1k})$, uz ovaj razred moraju biti zadovoljena uobičajena odstupanja točnosti napinjanja od $\pm 10 \%$ za pojedinačnu nategu/silu i $\pm 7 \%$ za ukupnu silu

Najmanja čvrstoća betona pri prijenosu (unosu) sile prednapinjanja:

Prethodno prednapeti elementi: $>0.7 f_{ck}(t)$

Naknadno prednapeti elementi: $>0.6 f_{ck}(t)$

Proklizavanje, tj. skraćivanje natega nakon prijenosa sile prednapinjanja mora biti ograničeno na $1.3\Delta L_0$ za pojedinačne natege (užad ili žice), odnosno na ΔL_0 za srednju vrijednost svih natega u elementu. Za užad se u obzir uzima srednja vrijednost triju žica postavljenih po opsegu

$$\Delta L_0 = 0.4 l_{pt2} (\sigma_{pmo} / E_p),$$

L_{pt2} gornja granična vrijednost duljine prijenosa = $1.2 l_{pt}$ u mm, u skladu s 8.10.22 EN 1992-1-1

σ_{pmo} početno naprezanje čelika za prednapinjanje neposredno nakon otpuštanja

E_p modul elastičnosti čelika za prednapinjanje

8-15.2. PRETHODNO PREDNAPINJANJE

Opis rada

Rad obuhvaća potrebne mjere i radnje koje je potrebno provesti prilikom prednapinjanja.

Reference na materijale

Knjiga XIV – Građevinski materijali i proizvodi: poglavlje 14-13. Čelik za armiranje i prednapinjanje betona

Zahtjev izvođenja rada

Prethodno (adhezijsko) prednapinjanje se izvodi na stazi za prednapinjanje uz prethodno napinjanje, prije betoniranja. Obično se na samoj stazi izvodi ubrzano očvršćivanje elemenata zaparivanjem iz razloga što bržeg oslobađanja staze za prednaprezanje za izradu novih elemenata.

Uvjet kvalitete

-

Način mjerenja i obračuna radova

Rad se mjeri u kg ugrađenog čelika prema mjerama iz projekta ili odobrenju nadzornog inženjera.

Rad se obračunava po ugovorenoj jediničnoj cijeni koja uključuje nabavku čelika, pregled, čišćenje i razvrstavanje prije izrade, sječenje i dopremu na gradilište te postavljanje na mjesto ugradnje s potrebnim sidrenim i veznim materijalom za potpuni završetak poslova. U cijenu je uključen i sav pomoćni materijal za ugradnju.

8-15.3. NAKNADNO PREDNAPINJANJE

Opis rada

Rad obuhvaća potrebne mjere i radnje koje je potrebno provesti prilikom prednapinjanja.

Reference na materijale

Knjiga XIV – Građevinski materijali i proizvodi, poglavlje 14-13. Čelik za armiranje i prednapinjanje betona

Zahtjev izvođenja rada

Naknadno prednapinjanje se izvodi napinjanjem natega nakon što beton očvrsne. Naknadno prednapinjanje se može izvoditi nategama smještenim unutar presjeka i to s prijanjanjem i bez prijanjanja te slobodnim nategama smještenim izvan betonskog presjeka, tzv. vanjsko prednapinjanje.

Uvjet kvalitete

-

Način mjerenja i obračuna radova

Rad se mjeri u kg ugrađenog čelika prema mjerama iz projekta ili odobrenju nadzornog inženjera.

Rad se obračunava po ugovorenoj jediničnoj cijeni koja uključuje nabavku čelika, pregled, čišćenje i razvrstavanje prije izrade, sječenje i dopremu na gradilište te postavljanje na mjesto ugradnje s potrebnim sidrenim i veznim materijalom za potpuni završetak poslova. U cijenu je uključen i sav pomoćni materijal za ugradnju.

8-16. SANACIJE BETONSKIH KONSTRUKCIJA

Prije bilo kakve sanacije, potrebno je pristupiti prethodnim i istražnim radovima koji obuhvaćaju:

Ocjenu stanja konstrukcije:

- Preliminarna ocjena stanja konstrukcije koja se temelji na vizualnom pregledu i prikupljanju informacija o ukupnom stanju konstrukcije i stanju svakog pojedinog elementa s utvrđivanjem vidljivih oštećenja. Nakon toga se izrađuju preporuke za redovito i izvanredno održavanje te eventualna ograničenja za uporabu.
- Detaljna ocjena stanja konstrukcije koja se provodi u slučajevima kada nije moguće nedvosmisleno odrediti količinu i uzrok oštećenja.

Program istražnih radova:

- Na osnovu preliminarne ocjene donosi se odluka o provedbi specijalističkog pregleda. Istražni radovi bi trebali uključiti vizualni pregled, detaljan pregled karakterističnih mjesta in situ, laboratorijska ispitivanja uzoraka betona izvađenih iz konstrukcije, ocjenu stanja materijala i trajnost konstrukcijskih elemenata s izradom elaborata o svim provedenim ispitivanjima.

Vizualni pregled:

- Vizualni pregled AB konstrukcije provode stručne osobe s detaljnim vizualnim pregledom svih površina i detalja na konstrukciji te utvrđivanjem karakterističnih lokacija za uzorkovanje. Potrebno je utvrditi stanje svih dijelova konstrukcija s izradom fotodokumentacije, kategorizacijom i označavanjem nedostataka na crtežima razvijenih površina na način da ti podaci omoguće izradu precizne dokaznice mjera za pojedine radove eventualnog popravka.

Terenska i laboratorijska ispitivanja:

- Na reprezentativnim mjestima pojedinih kategorija oštećenja konstrukcije potrebno je provesti detaljna ispitivanja i uzorkovanja radi utvrđivanja stanja materijala konstrukcije te potvrđivanje vizualne kategorizacije, a obuhvaćaju stanje betona u konstrukciji, ujednačenost kvalitete betona-razorno-valjci, ujednačenost kvalitete betona, nerazorni sklerometar i ultrazvuk, pukotinsko stanje, stanje armature, nerazorna terenska ispitivanja oštećenja pojedinih konstrukcijskih elemenata, otvaranje i utvrđivanje stanja pojedinih konstrukcijskih elemenata.

Proračunske kontrole nosivosti i uporabivosti:

- Ako se pokaže da je trenutno stanje ispitanih materijala utjecalo na nosivost potrebno je provesti proračunsku kontrolu sigurnosti konstrukcije na osnovu postojeće projektne dokumentacije, snimke izvedenog stanja te zaključka o stanju materijala.

Završni izvještaj o istražnim radovima:

- Sadrži rezultate istražnih radova zajedno sa sumarnim vizualnim pregledom i procjenom udjela pojedinih kategorija oštećenja, fotodokumentacijom, svim rezultatima terenskih i laboratorijskih ispitivanja, ocjenom preostalog vijeka trajanja pojedinih dijelova konstrukcije te načelnim prijedlogom za popravak (smjernicama)

Ispitivanje stanja betona u konstrukciji:

- Metode ispitivanja se generalno mogu podijeliti na in situ ispitivanja (razorna i nerazorna) te ispitivanja u laboratoriju (razorna i nerazorna). Općenito se ispitivanja mogu podijeliti na kvantitativne i kvalitativne analize te kemijska, fizikalna i mehanička ispitivanja.

Ispitivanje stanja armature u konstrukciji:

- Obično se ispitivanje stanja armature svodi na detektiranje i mjerenje korozijskih parametara, prije nego što su njene posljedice vidljive. Nastavno je vrlo važno utvrditi utjecaj korozije armature na nosivost i uporabljivost AB konstrukcija. Metode se mogu podijeliti na elektrokemijske i neelektrokemijske.

Ocjena nedostataka i njihovi uzorci:

- Provodi se s ciljem ocjene preostale nosivosti i uporabivosti. Ocjena bi morala uključiti postojeće stanje konstrukcije, izvorni projekt, utjecaj okoliša, uvjete tijekom građenja, povijest betonske konstrukcije, uvjete uporabe/opterećenja, zahtjeve za buduću uporabu betonske konstrukcije. Rezultati cjelovite ocjene moraju biti valjani u vrijeme projektiranja i izvedbe radova.

Opis rada

Rad obuhvaća potrebne mjere i radnje koje je potrebno provesti kod sanacije betonskih površina.

Reference na materijale

Knjiga XIV – Građevinski materijali i proizvodi: poglavlje 14-22. Materijali za sanacije

Zahtjev izvođenja rada

PRIPREMA PODLOGE – BETON

ČIŠĆENJE

Obuhvaća uklanjanje prašine, nevezanih čestica, površinskih zagađenja te materijala koji smanjuju prionljivost ili sprječavaju upijanje/vlaženje. Izvodi se do dubine od 2 mm.

Koriste se postupci:

- mehaničko – „štemanje” i abrazija
- pjeskarenje
- hidrorazaranje – vodenim mlazom s niskim tlakom do 18 MPa
- hidrorazaranje – vodenim mlazom s visokim tlakom do 60 MPa (manji volumen vode)
- otapala ili čišćenje parom – za zagađenu površinu
- pukotine i spojeve (reške) treba čistiti vodenim mlazom, isplahivanjem vodom ili komprimiranim zrakom (zrak mora biti čist).

HRAPAVLJENJE

Uklanjanje do 15 mm, tekstura površine dobre prionljivosti za primjenu novog sloja:

- mehaničko – „štemanje” i abrazija
- pjeskarenje
- hidrorazaranje – vodenim mlazom s visokim tlakom do 60 MPa vodenim mlazom.

UKLANJANJE BETONA

Opseg uklanjanja u skladu s načelom i odabranom metodom (HRN EN 1504-9):

- treba biti minimalno
- ne smije smanjiti konstrukcijsku cjelovitost, odnosno funkcionalnost (privremeno podupiranje)
- uzeti u obzir utvrđenu dubinu karbonatizacije i dubinu i koncentraciju klorida
- opseg uklanjanja treba specificirati (projekt) uzimajući u obzir:
 - plinopropusnost betona i otpornost na upijanje
 - prirodu i koncentraciju zagađivača prije i nakon popravka
 - dubinu zagađenja
 - dubinu karbonatizacije
 - korozijsku aktivnost armature

- zaštitni sloj betona
- zbijanje materijala za popravak
- prionljivost na podlogu
- potrebu zaštite armature
- metode uklanjanja:
 - mehaničko – „štemanje”
 - vodenim mlazom s visokim tlakom do 60 MPa i vrlo visokim tlakom do 110 MPa (hidrodemoliranje).

PRIPREMA PODLOGE – ARMATURA

Opseg čišćenja premaza, uklanjanja ili zamjene armature treba specificirati uzimajući u obzir potrebu sprječavanja korozije i osiguranja potrebne prionljivosti.

ČIŠĆENJE

- obuhvaća čišćenje ljuski hrđe, morta, betona, prašine i nevezanih materijala;
- potrebno je čistiti cijeli opseg izložene armature;
- očišćenu armaturu treba zaštititi od daljnjeg onečišćenja;
- izbjeći oštećenje armature ili oštećenje/zagađenje okolnog betona;
- armaturu zagađenu kloridima čistiti cijelim opsegom mlazom vode do 18 MPa (osim ako će se primijeniti elektrokemijske metode zaštite);
- potrebno je postići stupanj čistoće $Sa2\frac{1}{2}$ za metodu premazivanja armature (električki) nepropusnim premazima; za druge metode treba specificirati čistoću u skladu s metodom.

UVJET OSTVARENJA PRIONLJIVOSTI

Jedan od ključnih uvjeta za uspješnost provedbe sanacijskih radova je prionljivost slojeva.

Zahtjevi za prionljivost su specificirani u HRN EN 1504-4, kako slijedi:

- voda za vlaženje podloge – mora zadovoljiti zahtjeve norme
- hrapava površina – hidrodemoliranjem ili mehanički
- tekstura površine morta ili betona za popravak – za sljedeći sloj
- cementni ili polimerni proizvod za popravak – razmotriti mogućnost uporabe primera, vezni sloj može umanjiti prionljivost ako je vezao prije nanošenja sljedećeg sloja
- cementni proizvod za popravak bez veznog sloja – podlogu treba vlažiti (specificirano prema metodi) – površinske pore i udubljenja bez slobodne vode u trenutku nanošenja – izgled površine „mat” taman bez sjaja
 - svrha vlaženja – spriječiti prijenos vode iz proizvoda za popravak u podlogu – utjecaj na hidrataciju
 - polimerhidraulični mort može vezati glatkim površinskim slojem „bogatim” polimerima – loše za prionljivost sljedećeg sloja.

PREPORUKE ZA IZVOĐENJE POJEDINIH POSTUPAKA SANACIJE

Općenito

Norma HRN EN 1504-10 propisuje zahtjeve i preporuke za izvođenje radova popravka:

- a) za nedostatke u betonu i konstrukcijsko ojačanje:
 - ručnu primjenu morta i betona
 - mlazni mort ili beton
 - ugradnju morta ili betona
 - njegu

- pukotine i spojeve
 - površinske premaze i druge površinske postupke
 - sidrenje armature
 - ojačanje
- b) za nedostatke uzrokovane korozijom armature:
- premazivanje armature
 - uklanjanje armature
 - zamjenu ili dodavanje armature.

Ručna primjena morta i betona

Kod ručne primjene morta ili betona važno je slijediti sljedeće upute i preporuke:

- uporaba cementnog morta (betona) bez primera – treba izvoditi na dobro navlaženu podlogu bez površinske vode u trenutku nanošenja
- ako se koristi primer – specificirati zahtijevano stanje podloge
- zbijanje morta treba biti bez uvučenih zračnih džepova
- mora se postići zahtijevana čvrstoća
- mora zaštititi armaturu od korozije
- kod višeslojnog nanošenja treba specificirati debljinu sloja, vrijeme između nanošenja i druge zahtjeve
- kod prekida izvedenih površina (tj. nemogućnosti nanošenja svježe-na-svježe)
- potrebna je posebna priprema podloge
- uzeti u obzir razlike u svojstvima polimernih i cementnih proizvoda – polimerni imaju veći koeficijent toplinskog širenja, manja paropropusnost, manja otpornost na požar i visoke temperature
- treba definirati i propisati tehničke uvjete za uporabu polimernih mortova i betona kod posebnih uvjeta ugradnje ili traženih svojstava:
 - pod vodom
 - gdje se zahtijeva visoka abrazivna otpornost
 - kad nije moguće osigurati njegu za cementne materijale.

Mlazni mort ili beton

Ugradnja mlaznog morta mora biti u skladu s HRN EN 14487-1 i HRN EN 14487-2:

- vlaženje podloge ovisi o uvjetima podloge i sastavu mlaznog morta/betona
- ugradnja treba biti bez šupljina (i iza armature), bez odbijenog materijala
- mora postići zahtijevanu čvrstoću
- mora zaštititi armaturu od korozije
- prije nanošenja ukloniti odbijeni i raspršeni materijal sa susjednih površina i podloge
- ako se nanosi u više slojeva, to treba izvoditi postupkom „svježe-na-svježe” ili je potrebna posebna priprema podloge (niskim tlakom vode ili komprimiranim zrakom)
- obrada površine mlaznog morta/betona nije dopuštena osim za nenosivi sloj mort/beton – ako se obrada zahtijeva, potrebna je na završnom sloju koji nije ugrađen „svježe-na-svježe” na nosivi materijal
- nanosi se mokrim ili suhim postupkom
- kut nanošenja: što bliži 90°
- udaljenost mlaznice od podloge: od 0,5 do 1,0 m

- za debljine veće od 70 mm potrebno je armiranje (zbog sprječavanja skupljanja).

Ugradnja morta ili betona u oplati

Ugradnja morta/betona treba biti u skladu s HRN EN 13670. U normi su dane specifikacije u cilju da se izbjegne segregacija, izdvajanje vode i gubitak cementne paste:

- za cementni proizvod bez primera potrebno je dobro vlaženje podloge, na način da površina betona bude bez slobodne površinske vode, stanje podloge treba specificirati ako se predviđa primer
- oplata u skladu s HRN EN 13670
- ako se zbija vibriranjem, potrebno je dobro zbijanje oko armature, bez uvučenih džepova zraka
- za tekući beton uvjetuje se:
 - priprema podloge
 - nepropusna oplata bez zapreka za tečenje betona, mora omogućiti izlaz zraka i izdvojene vode
 - ne vibrira se.

Njega

Provođenje njegovanja izvedenih slojeva nužna je za cementne proizvode za popravak i u skladu s HRN EN 13670, mora biti specificirana:

- specificirati metodu i period vlaženja, a sve prema vrsti proizvoda, debljini i vanjskim uvjetima
- ne upotrijebiti sastave koji štetno utječu na sljedeći sloj
- njega treba biti za hidrauličke mortove/betone takva da postigne sprječavanje skupljanja, plastičnog ili uslijed sušenja, provodi se najefikasnije vodom na površinu (npr. perforirane cijevi na površini prekrivenoj upijajućim materijalom; + preko svega folija)
- temperaturni gradijent u konstrukciji tijekom hidratacije i očvršćivanja treba biti što ravniji kako bi se spriječilo raspucavanje uslijed toplinske promjene
- za mješane mortove (polimere) postoje specijalni zahtjevi za njegu, pri tome je potrebno postići ravnotežu između potrebe zadržavanja vlage za njegu cementa i potrebe smanjenja vlage za omogućavanje postizanja čvrstoće prevlake formirane od polimerne komponente.

Pukotine i reške

Kod obrade pukotina i izvedbe reški potrebno je uzeti u obzir: položaj i veličinu pukotina, pomake u podlozi i utjecaj na stabilnost, trajnost i funkcionalnost konstrukcije, rizik od otvaranja novih pukotina kao posljedice obrade.

Obrada pukotina treba biti u skladu s načelima i metodama:

- za vraćanje integriteta konstrukcije pukotine treba obraditi konstruktivnim proizvodom
- za sprječavanje prolaza tvari pukotine treba zapuniti ili prekriti
- za prihvaćanje pomaka potrebno je formiranje spoja/reške koji se proteže kroz cijelu debljinu sloja sanacijskog materijala; pukotine treba zapuniti ili prekriti elastičnim materijalom
- metode mogu biti: injektiranje, zalijevanje, vakuumski postupak
- dopustiva količina vlage/vode u pukotini ovisi o svojstvima materijala za ispunu
- čišćenje – sušenje provodi se vodom, otapalima, zrak pod tlakom
- injektiranje mora biti bez prekida, pri tome je nužno prethodno brtvljenje vanjskog traga pukotine
- pakeri ne smiju uzrokovati elektrokemijsku reakciju
- pukotina treba biti potpuno ispunjena; potrebno je provjeriti stupanj ispunjenosti i to postupcima vađenja i pregleda valjaka ili ultrazvukom

- kod malih pukotina ($< 0,1$ mm) teško je postići potpunu ispunjenost, pa treba koristiti epoksidne smole niskog viskoziteta i fini cementni mort za injektiranje. Za ovu primjenu je potrebno prethodno ispitivanje.

Površinski premazi i drugi površinski postupci i sustavi

- po potrebi prije premaza primijeniti masu za izravnavanje površine
- premazi se nanose unutar specificirane najveće i najmanje debljine
- u skladu s odabranim premazom, impregnacijom ili hidrofobnom impregnacijom mora se specificirati: maksimalna i minimalna temperatura i vlažnost podloge te temperatura i relativna vlažnost okoline
- kod sustava površinski primijenjenih inhibitora može se dogoditi ostatak na površini betona, što može utjecati na prionljivost
- impregnacija i hidrofobna impregnacija se izvodi ručnim nanošenjem, špricanjem, vakuumom ili u gelu
- penetracija hidrofobne impregnacije na osnovu silana ili siloksana se poboljšava primjenom u dva sloja, „svježe-na-svježe”.

Sidrenje ankerima (sidrima)

- koristi se armatura za sidrenje koja mora biti u skladu s HRN EN 1504-6, nizom HRN EN 1992 i drugim EN ili ETA
- sidra ne smiju biti ugrađena u raspucali beton, niti smiju narušiti konstrukcijska ili elektrokemijska svojstva ostale armature
- rupe i utori za sidrenje moraju posjedovati propisanu teksturu i čistoću površine.

Lijepljenje (ploča, vlaknima armiranih kompozita)

Konstruktivno lijepljenje se treba izvoditi u skladu s HRN EN 1504-4, nizom HRN EN 1992, drugim EN ili ETA:

- površina na koju se lijepi vanjska armatura mora biti čista, nahrenjavljena, ustanoviti vlačnu čvrstoću podloge
- za slučaj da podlogu čini slab, oštećen beton potrebno ga je ukloniti i reprofilirati te sanirati pukotine $> 0,1$ mm
- površina čelične ploče koja se lijepi treba biti nezagađena, čista prema Sa2½
- površina vlaknima armiranih kompozita izvodi se prema odgovarajućoj specifikaciji
- primjena ljepila treba biti u skladu sa specificiranim uvjetima okoline
- potrebno je specificirati zaštitu izložene površine ploča.

Premazivanje armature

Kod izvođenja ove metode zaštite armature potrebno je specificirati zahtjeve prionljivosti u skladu s EN 1504-6. Pri tome je potrebno voditi računa:

- da se cijelo izloženo oplošje armature jednoliko premazuje
- da se premazom ne smije zagaditi okolni beton zbog svojstva prionljivosti
- da se postupak sprječavanja korozije armature provede u skladu s EN 1504-7.

Premaz na površini armature djeluje kao:

- nepropusna zaštita ili
- sprječava anodno djelovanje premazane armature, čime sprječava koroziju nepremazane armature.

Sprječavanje se može postići i alkalnom cementnom pastom oko armature (s polimernim dodatkom ili bez njega), a tako primijenjena cementna pasta ne smije vezati prije nanošenja cementnog morta/betona.

Uklanjanje i zamjena armature

- pri uklanjanju armature ne smije se oštetiti betonska podloga niti ostala armatura

- dodana ili zamijenjena armatura mora biti u skladu s HRN EN 1504-10, HRN EN 13670, HRN EN 10080, drugim EN ili ETA
- zbog izbjegavanja rizika stvaranja uvjeta koji uzrokuju koroziju, armatura ne smije imati elektrokemijski kontakt s drugim metalima
- ako se primjenjuju elektrokemijske metode zaštite i popravka, dodana armatura mora biti u električkom kontaktu s postojećom armaturom
- dodatna ili zamijenjena armatura fiksira se mehaničkom vezom, zavarivanjem, preklapanjem na postojeću armaturu ili sidrenjem u betonsku podlogu
- žica za učvršćenje armature ili drugi metalni dijelovi od različitog metala mogu uzrokovati brzo napredovanje lokalne korozije armature ako postoji električni kontakt
- to se može dogoditi i kroz električni kontakt između istih metala ako se nalaze u različitom okolišu, npr. drukčijim koncentracijama kisika.

Uvjet kvalitete

-

Način mjerenja i obračuna radova

Rad se mjeri u kvadratnim metrima izvedenih površina određene debljine sloja prema mjerama iz projekta ili odobrenju nadzornog inženjera.

Rad se obračunava po ugovorenoj jediničnoj cijeni koja uključuje sav materijal, rad na pripremi podloge i izvedbi sanacije i zaštite, prijevoz i sve ostalo što je potrebno za potpuno dovršenje radova.

8-17. ZAVRŠNI I OSTALI RADOVI

Završni i ostali radovi moraju biti izvedeni u skladu s točkom 8.8. norme HRN EN 13670.

Rad obuhvaća potrebne mjere i radnje koje je potrebno provesti kod ugradnje betona u glatke oplata i na obradu slobodnih površina kao što su podovi i ploče. Posebno su obrađeni zahtjevi za vidljivi beton u vertikalnoj glatkoj oplati za arhitektonske građevine.

Površine izvan oplata

Opisi pojedinih vrsta površina koje nisu u oplati dani su u tablici F.4 norme HRN EN 13670. U tablici 2 dodatno su navedeni zahtjevi za završnu obradu betonskih površina. Za posebnu vrstu obrade površina vrijede i opisni kriteriji navedeni u tablici 3.

Površine u oplati

Opisi pojedinih vrsta površina koje su u oplati prikazani su u tablici F.4. norme HRN EN 13670. U tablici 4 dodatno su navedeni zahtjevi i razredi za obradu vidljivih površina betona. Za posebnu vrstu obrade površina vrijede još i brojčani i opisni kriteriji, te dodatni kriteriji, ako su zahtijevani izvedbenom specifikacijom.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, važećim propisima, programom kontrole i osiguranja kvalitete (PKOK), projektom organizacije građenja (POG), Planom kvalitete izvedbe betonske konstrukcije (PKIBK), zahtjevima nadzornog inženjera i ovim OTU-ima.

Za izradu glatkih vidljivih površina betona mogu se koristiti sljedeće vrste materijala za oplata:

Lamelirane šperploče

Svojstva i zahtjevi za određenu vrstu lameliranih šperploča dani su u normi HRN EN 636. Vanjski zaštitni slojevi mogu biti UV nestabilni (npr. polifenoli) te je potrebno prethodno ispitivanje stabilnosti površine oplata, naročito u pogledu utjecaja na boju i pojavu mrlja na površini betona.

Lamelirane šperploče s posebnim zaštitnim slojem

Svojstva ovog tipa šperploča su poboljšana vanjskim zaštitnim slojem izrađenim od stabilnih materijala (npr. polipropilena). Takve ploče su otporne na vremenske utjecaje i prikladne za višekratnu uporabu.

Umjetni materijali

Ploče su izrađene od trajnih, neupijajućih i kemijski neutralnih materijala (npr. PE, PVC, poliestar, čelik) te su otporne na mehaničke i vremenske utjecaje. Moraju biti dovoljno krute kako bi se spriječilo lokalno izbočenje ili savijanje.

Popravci

Popravci vidljivih površina dopušteni su uz poštivanje odredbi normi niza HRN EN 1504.

Iscvjetavanje

Iscvjetavanje s površine betona može se isprati vodom. Iscvjetavanje može ponovno pojaviti kod mladog betona, ali i do starosti betona od nekoliko godina. Odgovarajuća mjera je hidrofobiranje mladog betona.

Grafiti

Grafiti koji su nastali za vrijeme izvođenja moguće je otkloniti pranjem površine posebnim sredstvima za čišćenje, gumenim brisačima i spužvama za pranje. Uspjeh ovisi o teksturi betona i starosti boje grafita.

Tragovi i mrlje od korozije

Mrlje nastale od korozije čelične oplata (ne od korozije armature) moguće je isprati s površine posebnim sredstvima za čišćenje ili fino izbrusiti. Uspjeh ovisi o teksturi betona i stanju mrlja. Otvorenu armaturu treba zaštititi PVC folijom ako se radovi na izvedbi nastavljaju, ili premazati zaštitnim antikorozivnim premazom ako se radovi na neko vrijeme prekidaju.

Promjena boje, masne mrlje, tragovi skidanja oplata

Ove promjene ovise o vrsti oplata i/ili vrsti oplasnog ulja i/ili vrsti betona ili načinu betoniranja. Moguće je lokalno popraviti manje nepravilnosti (nanošenjem glazure ili boje odgovarajućeg RAL tona, finim brušenjem, ispiranjem masnih mrlja deterdžentom i vodom pod visokim tlakom ili posebnim otapalima koja se raspršuju) ili čitavu površinu ispjeskariti abrazivnim materijalom. Uspjeh ovisi o veličini, obliku i vrsti nepravilnosti.

Odlamanje ili mrvljenje rubova, segregacija

Popravci moraju biti izvedeni mortovima za popravak ili finim žbukama. Primjenjuju se odgovarajući mortovi i žbuke na osnovi cementa. Svjetlija boja može se postići dodavanjem bjelila (npr. TiO_2 u prahu), a tamnija dodavanjem pigmenata. Pri odabiru tona boje upotrijebiti CIB kartu iz dodatka E norme CEN/TR 15739. Za manje elemente potrebno je čitavu površinu prekriti mortom za popravak da se ne naruši izgled lokalnim popravcima. Treba nastojati postići ujednačenost teksture i boje na cijeloj vidljivoj površini. Nakon popravaka vidljivih površina po potrebi provodi se hidrofobiranje. Za izvedbu popravaka reprezentativnih elemenata preporučuje se angažman restauratora.

Uvjet kvalitete

Tablica 8-17.1: Zahtjevi za završnu obradu površina izvan oplata

	Normalna uporaba	Opći ili posebni zahtjevi
Osnovna obrada	Ravnomjerno zatvorena površina, nastala izravnavanjem. Ne zahtjeva se nikakav dodatni rad. Npr. ploča, za koju je predviđeno izravnavanje samo s daskom za ravnjanje	Za ravnost nema kriterija, odnosno P(0) CEN/TR 15739
Gruba obrada	Ravnomjerno ravna površina, nastala zaribavanjem ili sličnim postupkom. Npr. ploča, obrađena izravnavanjem ili zaribavanjem s grubom drvenom gladilicom	Ravnost prema kriteriju P(1) norme CEN/TR 15739
Jednostavna obrada	Gusta glatka površina, nastala zaglađivanjem ili slično. Npr. ploča u prostorijama građevine ili radna površina bez druge obrade, osim bojanja	Ravnost prema kriteriju P(2) norme CEN/TR 15739 tekstura prema T(3) norme CEN/TR 15739 Ako je predviđeno bojanje, moguća je dodatna obrada kao što su fino brušenje, sačmarenje ili slično
Posebna obrada	Površina za koju moraju biti postavljeni posebni zahtjevi za daljnjom obradom drugačije vrste. npr. površine skladišta i podova za posebne prometne uvjete	Ako su predviđeni dodatni sloj ili posebni prometni uvjeti vidi tablicu 3

Tablica 8-17.2: Posebna obrada – zahtjevi za završnu obradu površine betona na koju se nanose dodatni slojevi materijala (premazi/mortovi) ili za posebne prometne uvjete

Posebna uporaba	Posebni zahtjevi za obradu površine (osnovnog betona)
Pješačke staze ili hodnici – vani, visokogradnja, niskogradnja, horizontalne površine*	Metalno ili udarno glodano, brušeno ili sačmareno, utiskivano ili fino isprano, također prano pod velikim tlakom, otpornost na klizanje po metodi SRT (HRN EN 13036-4) min 45 (mokra površina) ravnost P(3) u skladu s normom HRI CEN/TR 15739 tekstura T(3) u skladu s normom HRI CEN/TR 15739 odstupanje od boje C(4) u skladu s normom HRI CEN/TR 15739
Industrijski podovi	Sačmareno ili prano pod visokim tlakom, grubo i fino brušeno, ili grubo isprano, strojno zaglađeno, ravnost prema kriteriju P(4) CEN/TR 15739, tekstura T(4) ili u skladu sa zahtjevima projekta
Garaže	U skladu sa zahtjevima projekta
Visokoregalna skladišta	U skladu sa zahtjevima projekta

* za rampe je potrebno prikladno povećati zahtjeve za nagibe

Tablica 8-17.3: Zahtjevi za obradu površina u oplati i vidljivih površina betona

Vrsta obrade	Normalna uporaba	Opći i/ili posebni zahtjevi
Osnovna obrada	Ako nije potreban nikakav posebni zahtjev, npr. temelji	Bez segregacije, mrvljenja rubova ili curenja cementnog mlijeka. Izvedeno poravnanje letvom, zaribana ili zaglađena gornja – otvorena površina. Beton bez zahtjeva za vidljivom površinom
Gruba obrada	Ako izgled nije bitan ili je predviđeno oblaganje (npr. gipsanim pločama) ili površine koje nisu vidljive, kao što su unutrašnjost kanala ili otvora za dizala	Isto kao za osnovnu obradu i dodatno: tekstura prema kriteriju T(2) u skladu s normom CEN/TR 15739, D.3(6)
Jednostavna obrada	Ako je bitan vizualni efekt, npr. vidljive površine i direktno bojane površine za koje su postavljeni posebni zahtjevi	Isto kao za grubu obradu i dodatno: tekstura prema kriteriju T(3) u skladu s normom CEN/TR 15739, D.3(5) Površina se još može fino brusiti kao dodatni zahtjev kod bojanja arhitektonski obrađenih površina.
Posebna obrada	Površine za koje je važan izgled i/ili boja (arhitektonski zahtjevi)	Vidi tablicu 8-17.2. Vidljiva površina, CEN/TR 15739, D.2

Tablica 8-17.4: Posebna obrada – zahtjevi za arhitektonski obrađene vidljive površine u glatkoj oplati

Posebna uporaba	Posebni zahtjevi
Fasade zgrada – vidljiva površina nije bojana	Bez segregacije, mrvljenja rubova, curenja cementnog mlijeka, iscvjetavanja i mikro pukotina na površinskom sloju. promjena boje C(3) tekstura T(3), D.2(4) ravnost P(3)
Reprezentativni elementi građevina (npr. spomenici kulture)	Bez segregacije, mrvljenja rubova, curenja cementnog mlijeka, iscvjetavanja i mikro pukotina na površinskom sloju. promjena boje C(4) tekstura T(4), D.2(3) ravnost P(4) Površine je također moguće dodatno štokati, fino isprati, fino ili grubo brusiti, pjeskariti ili kemijski tretirati.

Dopuštena odstupanja površina glatke oplata

U tablici 8-17.5 u nastavku navedena su dopuštena odstupanja za površine glatke oplata koje se rabe za površine betona gdje je važan vizualni efekt.

Tablica 8-17.5: Dopuštena odstupanja površina glatke oplata

Obrada vidljive površine betona	Posebni zahtjevi
Jednostavna obrada	- dopušteno: otvori u oplati radi prodora instalacija, mane ogrebotine, manji ostaci cementne skrame
Posebna obrada – fasade zgrada	- nije dopušteno: oštećenja nastala vibratorom, ostaci betona u utorima
Posebna obrada – reprezentativni elementi građevina	- nije dopušteno: rupe/pukotine, oštećenja nastala vibratorom, ostaci betona u utorima, izbočine na mjestima prodora instalacija - dopušteno: ogrebotine i popravci na mjestima prodora instalacija, cementna skrama

8-18. POPIS NORMI I TEHNIČKIH PROPISA

8-18.1. NORME

ACI 207.2R	Report on thermal and volume change effects on cracking of mass concrete
ACI 207.1R	Guide to Mass Concrete
ASTM C173	Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Volumetric Method
DIN 18125-2	Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung der Dichte des Bodens – Teil 2: Feldversuche
EAD 160004-00-0301	Post-tensioning kits for prestressing structures, EOTA
EAD-160027-00-0301	Special filling products for post-tensioning kits, EOTA
HRN 1128:2007	Beton – Smjernice za primjenu norme HRN EN 206-1 (HRN 1128:2007)
HRN 1130-1:2008	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 1. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda A (HRN 1130-1:2008)
HRN 1130-2:2008	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda B (HRN 1130-2:2008)
HRN 1130-3:2008	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 3. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda C (HRN 1130-3:2008)
HRN 1130-4:2008	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih mreža (HRN 1130-4:2008)
HRN 1130-5:2008	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 5. dio: Tehnički uvjeti isporuke rešetkastih nosača (HRN 1130-5:2008)
HRI CEN/TR 15739:2016	Predgotovljeni betonski proizvodi – Završne obrade betona – Identifikacija (HRI CEN/TR 15739:2016)
HRN CEN/TR 15177:2006	Ispitivanje otpornosti betona na smrzavanje i odmrzavanje – Oštećenje unutarnje strukture (HRN CEN/TR 15177:2006)
HRN EN 196-2:2013	Metode ispitivanja cementa – 2. dio: Kemijska analiza cementa (HRN EN 196-2:2013)
HRN EN 196-3:2016	Metode ispitivanja cementa – 3. dio: Određivanje vremena vezivanja i postojanosti volumena (HRN EN 196-3:2016)
HRN EN 197-1:2012	Cement – 1. dio: Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti cementa opće namjene (HRN EN 197-1:2012)
HRN EN 206:2021	Beton – Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost (HRN EN 206:2021)
HRN EN 445:2008	Smjesa za injektiranje natega za prednapinjanje – Metode ispitivanja (HRN EN 445:2008)
HRN EN 446:2008	Smjesa za injektiranje natega za prednapinjanje – Postupci injektiranja (HRN EN 446:2008)
HRN EN 447:2008	Smjesa za injektiranje natega za prednapinjanje – Osnovni zahtjevi (HRN EN 447:2008)
HRN EN 523:2004	Čelične cijevi (bužiri) za kabele za prednapinjanje – Nazivlje, zahtjevi, kontrola kvalitete (HRN EN 523:2004)
HRN EN 934-2:2012	Dodaci betonu, mortu i smjesi za injektiranje – 2. dio: Dodaci betonu – Definicije, zahtjevi, sukladnost, označivanje i obilježavanje (HRN EN 934-2:2012)
HRN EN 934-4:2010	Dodaci betonu, mortu i smjesi za injektiranje – 4. dio: Dodaci mortu za injektiranje prednapetih kabela – Definicije, zahtjevi, sukladnost, označivanje i obilježavanje (HRN EN 934-4:2010)

HRN EN 934-5:2008	Dodaci betonu, mortu i mortu za injektiranje – 5. dio: Dodaci mlaznom betonu – Definicije, zahtjevi, sukladnost, označivanje i obilježavanje (HRN EN 934-5:2008)
HRN EN 934-6:2019	Dodaci betonu, mortu i mortu za injektiranje – 6. dio: Uzorkovanje, ocjenjivanje i provjera stalnosti svojstava (HRN EN 934-6:2019)
HRN EN 993-4:2008	Metode ispitivanja neprozirnih vatrostalnih proizvoda – 4. dio: Određivanje propusnosti na plinove (HRN EN 993-4:2008)
HRN EN 1008:2002	Voda za pripremu betona – Specifikacije za uzorkovanje, ispitivanje i potvrđivanje prikladnosti vode, uključujući vodu za pranje iz instalacija za otpadnu vodu u industriji betona, kao vode za pripremu betona (HRN EN 1008:2002)
HRN EN 1542:2001	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija – Metode ispitivanja – Mjerenje čvrstoće prionljivosti <i>pull-off</i> metodom (HRN EN 1542:2001)
HRN EN 1990:2023	Eurokod: Osnove projektiranja konstrukcija (HRN EN 1990:2023)
HRN EN 1991:2023	Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije (HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012/Ispr.1:2023)
HRN EN 1992:2022	Eurokod 1: Projektiranje betonskih konstrukcija (HRN EN 1992-4:2019/NA:2022)
HRN EN 1992-1-1:2015	Eurokod 2 Projektiranje betonskih konstrukcija – Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade (HRN EN 1992-1-1:2013/A1:2015)
HRN EN 1992-1-1/NA:2008	Eurokod 2 Projektiranje betonskih konstrukcija – Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade – Nacionalni dodatak (HRN EN 286-2:2001/Ispr.1:2008)
HRS CEN/TS 12390-9:2016	Otpornost na smrzavanje i odmrzavanje – Ljuštenje (HRS CEN/TS 12390-9:2016)
HRN EN 10080:2012	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – Općenito (HRN EN 10080:2012)
HRN EN 10020:2008	Definicije i razredba vrsta čelika (HRN EN 10020:2008)
HRN EN 10027-1:2016	Sustavi označivanja za čelike – 1. dio: Nazivi čelika (HRN EN 10027-1:2016)
HRN EN 10027-2:2015	Sustavi označivanja čelika – 2. dio: Brojčani sustav (HRN EN 10027-2:2015)
HRN EN 10025-1:2006	Toplo valjani proizvodi od konstrukcijskih čelika – 1. dio: Opći tehnički uvjeti isporuke (HRN EN 10025-1:2006)
HRN EN 10025-2:2019	Toplo valjani proizvodi od konstrukcijskih čelika – 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke za nelegirane konstrukcijske čelike (HRN EN 10025-2:2019)
HRN EN 12350-1:2019	Ispitivanje svježega betona – 1. dio: Uzorkovanje i uobičajena oprema (HRN EN 12350-1:2019)
HRN EN 12350-2:2019	Ispitivanje svježega betona – 2. dio: Ispitivanje slijeganjem (HRN EN 12350-2:2019)
HRN EN 12350-3:2019	Ispitivanje svježega betona – 3. dio: Vebe ispitivanje (HRN EN 12350-3:2019)
HRN EN 12350-4:2019	Ispitivanje svježega betona – 4. dio: Stupanj zbijenosti (HRN EN 12350-4:2019)
HRN EN 12350-5:2019	Ispitivanje svježega betona – 5. dio: Ispitivanje rasprostiranjem (HRN EN 12350-5:2019)
HRN EN 12350-6:2019	Ispitivanje svježega betona – 6. dio: Gustoća (HRN EN 12350-6:2019)
HRN EN 12350-7:2022	Ispitivanje svježega betona – 7. dio: Sadržaj pora – Tlačne metode (HRN EN 12350-7:2019/Ispr.1:2022)
HRN EN 12350-8:2019	Ispitivanje svježega betona – 8. dio: Samozbijajući beton – Ispitivanje rasprostiranja slijeganjem (HRN EN 12350-8:2019)

HRN EN 12350-9:2010	Ispitivanje svježega betona – 9. dio: Samozbijajući beton – Ispitivanje V-lijevkom (HRN EN 12350-9:2010)
HRN EN 12350-10:2010	Ispitivanje svježega betona – 10. dio: Samozbijajući beton – Ispitivanje L-posudom (HRN EN 12350-10:2010)
HRN EN 12350-11:2010	Ispitivanje svježega betona – 11. dio: Samozbijajući beton – Ispitivanje segregacije sijanjem (HRN EN 12350-11:2010)
HRN EN 12350-12:2010	Ispitivanje svježega betona – 12. dio: Samozbijajući beton – Ispitivanje J-prstenom (HRN EN 12350-12:2010)
HRN EN 12390-1:2021	Ispitivanje očvrsloga betona – 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe (HRN EN 12390-1:2021)
HRN EN 12390-2:2019	Ispitivanje očvrsnuloga betona – 2. dio: Izrada i njega ispitnih uzoraka za ispitivanja čvrstoće (HRN EN 12390-2:2019)
HRN EN 12390-3:2019	Ispitivanje očvrsnuloga betona – 3. dio: Tlačna čvrstoća ispitnih uzoraka (HRN EN 12390-3:2019)
HRN EN 12390-5:2019	Ispitivanje očvrsnuloga betona – 5. dio: Čvrstoća ispitnih uzoraka na savijanje (HRN EN 12390-5:2019)
HRN EN 12390-6:2010	Ispitivanje očvrsloga betona – 6. dio: Vlačna čvrstoća cijepanjem ispitnih uzoraka (HRN EN 12390-6:2010)
HRN EN 12390-7:2020	Ispitivanje očvrsnuloga betona – 7. dio: Gustoća očvrsnuloga betona (HRN EN 12390-7:2019/Ispr.1:2020)
HRN EN 12390-8:2019	Ispitivanje očvrsnuloga betona – 8. dio: Dubina prodora vode pod tlakom (HRN EN 12390-8:2019)
HRN EN 12390-13:2021	Ispitivanje očvrsloga betona – 13. dio: Određivanje sekantnog modula elastičnosti pri tlaku (HRN EN 12390-13:2021)
HRN EN 12390-16:2019	Ispitivanje očvrsnuloga betona – 16. dio: Određivanje skupljanja betona (HRN EN 12390-16:2019)
HRN EN 12390-17:2019	Ispitivanje očvrsnuloga betona – 17. dio: Određivanje puzanja betona pod pritiskom (HRN EN 12390-17:2019)
HRN EN 12504-1:2020	Ispitivanje betona u konstrukcijama – 1. dio: Izvađeni ispitni uzorci – Uzimanje, pregled i ispitivanje tlačne čvrstoće (HRN EN 12504-1:2019/Ispr.1:2020)
HRN EN 12504-2:2021	Ispitivanje betona u konstrukcijama – 2. dio: Nerazorno ispitivanje – Određivanje indeksa sklerometra (HRN EN 12504-2:2021)
HRN EN 12620:2008	Agregati za beton (HRN EN 12620:2008)
HRN EN 13055:2016	Lagani agregati (HRN EN 13055:2016)
HRN EN 13263-1:2009	Silicijska prašina za beton – 1. dio: Definicije, zahtjevi i kriteriji sukladnosti (HRN EN 13263-1:2009)
HRN EN 13670:2010	Izvedba betonskih konstrukcija (HRN EN 13670:2010)
HRN EN 13791:2020	Ocjena in situ tlačne čvrstoće u konstrukcijama i predgotovljenim betonskim dijelovima (HRN EN 13791:2020)
HRN EN 14487-1:2022	Mlazni beton – 1. dio: Definicije, specifikacije i sukladnost (HRN EN 14487-1:2022)
HRN EN 14487-2:2007	Mlazni beton – 2. dio: Izvedba (HRN EN 14487-2:2007)
HRN EN 14488-1:2005	Ispitivanje mlaznog betona – 1. dio: Uzorkovanje svježega i očvrsloga betona (HRN EN 14488-1:2005)
HRN EN 14488-2:2007	Ispitivanje mlaznoga betona – 2. dio: Rana tlačna čvrstoća mlaznoga betona (HRN EN 14488-2:2007)

HRN EN 14488-3:2023	Ispitivanje mlaznoga betona – 3. dio: Čvrstoća na savijanje (prvi vrh, konačna i preostala) vlaknima ojačanog uzorka grede (mikroarmiranoga betona) (HRN EN 14488-3:2023)
HRN EN 14488-4:2008	Ispitivanje mlaznoga betona – 4. dio: Vlačna čvrstoća prionljivosti kidanjem (HRN EN 14488-4:2008)
HRN EN 14488-5:2007	Ispitivanje mlaznoga betona – 5. dio: Određivanje sposobnosti upijanja energije vlaknima ojačanog uzorka ploče (mikroarmiranoga betona) (HRN EN 14488-5:2007)
HRN EN 14488-6:2007	Ispitivanje mlaznoga betona – 6. dio: Debljina betona na podlozi (HRN EN 14488-6:2007)
HRN EN 14488-7:2007	Ispitivanje mlaznoga betona – 7. dio: Sadržaj vlakana u vlaknima ojačanom betonu (mikroarmiranome betonu) (HRN EN 14488-7:2007)
HRN EN 14889-1:2007	Vlakna za beton – 1. dio: Čelična vlakna – Definicije, specifikacije i sukladnost (HRN EN 14889-1:2007)
HRN EN 14889-2v:2008	Vlakna za beton – 2. dio: Polimerna vlakna – Definicije, specifikacije i sukladnost (HRN EN 14889-2:2008)
HRN EN ISO 15148/A1:2016	Značajke građevnih materijala i proizvoda s obzirom na toplinu i vlagu – Određivanje koeficijenta vodoupojnosti pri djelomičnom uranjanju (HRN EN ISO 15148:2004/A1:2016)
HRN EN ISO 15630-1:2019	Čelik za armiranje i prednapinjanje betona – Metode ispitivanja – 1. dio: Armaturne šipke, valjane žice i žica (HRN EN ISO 15630-1:2019)
HRN EN ISO 15630-2:2019	Čelik za armiranje i prednapinjanje betona – Metode ispitivanja – 2. dio: Zavarene mreže i rešetkasti nosači (HRN EN ISO 15630-2:2019)
HRN EN ISO 15630-3:2019	Čelik za armiranje i prednapinjanje betona – Metode ispitivanja – 3. dio: Čelik za prednapinjanje (HRN EN ISO 15630-3:2019)
HRN EN ISO/IEC 17065:2013	Ocjenjivanje sukladnosti – Zahtjevi za tijela koja provode certifikaciju proizvoda, procesa i usluga (HRN EN ISO/IEC 17065:2013)
HRN EN ISO 17660-1:2008	Zavarivanje – Zavarivanje čelika za armiranje – 1. dio: Nosivi zavareni spojevi (HRN EN ISO 17660-1:2008)
HRN EN ISO 17660-2:2008	Zavarivanje – Zavarivanje čelika za armiranje – 2. dio: Nenosivi zavareni spojevi (HRN EN ISO 17660-2:2008)
HRN U.M1.032:1981	Beton – Merenje temperature svežeg betona (HRN U.M1.032:1981)
nkHRN EN 10138-1	Čelik za prednapinjanje – 1. dio: Opći zahtjevi
nHRN EN 10138-2	Čelici za prednapinjanje – 2. dio: Žica
nHRN EN 10138-3	Čelici za prednapinjanje – 3. dio: Uže
nHRN EN 10138-4	Čelici za prednapinjanje – 4. dio: Šipka
NT BUILD 492	Concrete, mortar and cement-based repair materials: Chloride migration coefficient from non-steady-state migration experiments

