

OPĆI TEHNIČKI UVJETI ZA RADOVE U VODNOM GOSPODARSTVU

7. POGLAVLJE BETONSKI RADOVI

NARUČITELJ: HRVATSKE VODE

IZRADILI: CENTAR GRAĐEVINSKOG FAKULTETA d.o.o.
INSTITUT IGH d.d., Zagreb
GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

Voditelj projekta: prof. dr. sc. Anita Cerić, dipl. ing. građ.

Voditelj izrade: Karla Ille, dipl. ing. građ.

Suradnik: Ivana Marušić, mag. ing. aedif.

Zagreb, lipanj 2022.



Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog fonda za regionalni razvoj

7. POGLAVLJE
BETONSKI RADOVI

SADRŽAJ

7-00	OPĆE NAPOMENE.....	7-1
7-00.1	DEFINICIJE.....	7-2
7-00.2	Oznake i kratice.....	7-5
7-01	UPRAVLJANJE IZVEDBOM.....	7-7
7-01.1	ISPORUKA SVJEŽEG BETONA.....	7-7
7-01.1.1	Informacije korisnika betona proizvođaču.....	7-7
7-01.1.2	Informacije proizvođača betona korisniku.....	7-7
7-01.1.3	Otpremnica za gotov (tvornički proizveden) beton.....	7-7
7-01.1.4	Otpremne informacije za gradilišni beton.....	7-8
7-01.1.5	Konzistencija pri isporuci.....	7-8
7-01.2	IZVEDBA BETONSKIH RADOVA.....	7-8
7-01.2.1	Dokumentacija.....	7-8
7-01.2.2	Skele i oplata.....	7-10
7-01.2.3	Betoniranje.....	7-10
7-01.2.4	Betoniranje u ekstremnim uvjetima.....	7-13
7-01.2.5	Aktivnosti poslije betoniranja.....	7-14
7-01.2.6	Specijalni postupci izvedbe.....	7-14
7-01.2.7	Geometrijske tolerancije.....	7-14
7-01.3	IZVEDBA POMORSKIH BETONA.....	7-15
7-01.3.1	Predgotovljeni pomorski betoni.....	7-16
7-01.3.2	Složeni armiranobetonski masivi.....	7-16
7-01.3.3	Ugradnja pomorskih betona.....	7-16
7-01.4	IZVEDBA BETONOM KOLNIČKIH KONSTRUKCIJA – UVALJANIM BETONOM.....	7-18
7-01.5	IZVEDBA MLAZNIM BETONOM.....	7-19
7-01.6	IZVEDBA SMJESOM ZA INJEKTIRANJE.....	7-19
7-01.6.1	Oprema za injektiranje.....	7-19
7-01.6.2	Postupak injektiranja.....	7-20
7-01.6.3	Kontrola kvalitete.....	7-21
7-01.7	IZVEDBA PREDGOTOVLJENIM BETONSKIM ELEMENTIMA.....	7-22
7-01.8	KONTROLA IZVEDBE.....	7-23
7-01.8.1	Preuzimanje i obračun izvedenih betonskih radova.....	7-25
7-02	BETON.....	7-26
7-02.1	RAZREDBA BETONA.....	7-26
7-02.1.1	RAZREDI IZLOŽENOSTI.....	7-26

	7-02.1.2	SVOJSTVA BETONA U SVJEŽEM STANJU	7-29
	7-02.1.3	SVOJSTVA BETONA U OČVRSNULOM STANJU	7-31
	7-02.2	ZAHTJEVI ZA BETON I POSTUPCI VERIFIKACIJE	7-32
7-03		UVALJANI BETON	7-34
	7-03.1	Svojstva uvaljanog betona u svježem stanju	7-34
	7-03.2	Svojstva uvaljanog betona u očvrslulom stanju	7-34
7-04		MLAZNI BETON.....	7-35
	7-04.1	RAZREDBA MLAZNOG BETONA	7-35
	7-04.1.1	Konzistencija	7-35
	7-04.1.2	Razredi izloženosti	7-35
	7-04.1.3	Svježi mlazni beton.....	7-35
	7-04.1.4	Tlačna čvrstoća	7-35
	7-04.1.5	Mlazni beton ojačan vlaknima	7-35
	7-04.2	Zahtjevi za očvrsluli mlazni beton	7-36
	7-04.2.1	Zahtjevi za sastavne materijale	7-36
7-05		HIDROTEHNIČKI BETON	7-37
	7-05.1	OPĆENITO	7-37
	7-05.2	BETONI ZA IZVEDBU I OBLAGANJE HIDROTEHNIČKIH GRAĐEVINA	7-37
	7-05.3	UVALJANI BETON.....	7-37
	7-05.4	MASIVNI HIDROTEHNIČKI BETONI.....	7-38
	7-05.4.1	Termički proračun betona	7-39
	7-05.5	ZAHTJEVI ZA HIDROTEHNIČKI - MASIVNI BETON.....	7-39
	7-05.5.1	Zahtjevi za svježi masivni beton.....	7-40
	7-05.5.2	Zahtjevi za očvrsluli masivni beton.....	7-40
7-06		SMJESA ZA INJEKTIRANJE NATEGA ZA PREDNAPINJANJE	7-41
	7-06.1	OPĆENITO	7-41
	7-06.1.1	Sastavni materijali.....	7-41
	7-06.1.2	Doziranje i miješanje smjese za injektiranje	7-41
	7-06.1.3	Početno ispitivanje tipa	7-42
	7-06.2	SVOJSTVA SVJEŽE SMJESE ZA INJEKTIRANJE	7-42
	7-06.3	SVOJSTVA OČVRSNULE SMJESE ZA INJEKTIRANJE	7-43
7-07		PREDGOTOVLJENI BETONSKI ELEMENTI	7-44
7-08		ODRŽAVANJE I POPRAVCI BETONSKIH GRAĐEVINA.....	7-46
	7-08.1	OPĆENITO	7-46
	7-08.2	MONITORING GRAĐEVINA I EVIDENTIRANJE STANJA	7-46
	7-08.3	SANACIJSKI RADOVI I MATERIJALI (ZA POPRAVAK I ZAŠTITU BETONSKIH KONSTRUKCIJA).....	7-46
	7-08.3.1	Odabir proizvoda ili sustava prema normama niza HRN EN 1504	7-46

7-08.4	IZVOĐENJE ZAŠTITE I POPRAVKA TE ODRŽAVANJE NAKON IZVOĐENJA	7-57
7-08.4.1	HRN EN 1504-10:2017: Primjena proizvoda i sustava na gradilištu i kontrola kvalitete radova	7-58
7-08.4.2	Preporuke za izvođenje pojedinih postupaka sanacije	7-60
7-08.4.3	KONTROLA KVALITETE.....	7-63
7-09	KONTROLA KVALITETE UGRAĐENIH MATERIJALA.....	7-72
7-09.1	NORME I TEHNIČKI PROPISI	7-87

7. POGLAVLJE

BETONSKI RADOVI

7-00 OPĆE NAPOMENE

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

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

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

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

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

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

Beton može biti proizveden na gradilištu, u centralnoj betonari (tvornici betona) ili u pogonu za proizvodnju predgotovljenih elemenata.

Opći tehnički uvjeti uvjetuju potrebe za:

- sastavne materijale betona
- svojstva svježeg i očvrslog betona te ispitivanje tih svojstava
- ograničenja u sastavu betona
- uvjete kakvoće betona
- isporuku svježeg betona
- postupak kontrole kakvoće proizvodnje betona
- kriterije i ocjenu sukladnosti
- uvjete kakvoće skela i oplata
- uvjete kakvoće armaturnog čelika
- uvjete kakvoće čelika za prednapinjanje i ostalih materijala u sustavu prednapinjanja
- uvjete kakvoće izvedbe betonskih i armiranobetonskih građevina
- način njege i zaštite ugrađenog betona
- nadzor nad izvedbom betonskih građevina
- postupke i aktivnosti potrebne u slučaju nesukladnosti upotrijebljenih građevnih proizvoda ili izvedenih betonskih radova
- opće uvjete održavanja betonskih građevina u uporabi i nužnih popravaka oštećenja nastalih tijekom uporabe.

7-00.1 DEFINICIJE

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

Abrazivno čišćenje mlazom - čišćenje površine mlazom uz primjenu sredstava za brušenje kao dodatka zraku.

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

Agregat - granulirani mineralni materijal pogodan za korištenje u betonu. Agregat može biti prirodni, umjetni ili recikliran od materijala prethodno upotrijebljenih u građenju.

Aktivni premazi za armature - premazi primijenjeni na armaturi koji sadrže aktivne elektrokemijske pigmente koji mogu zaustaviti ili usporiti koroziju ili koji su trošeci element u galvanskoj reakciji i mogu osigurati lokalnu katodnu zaštitu.

Automiješalica (mikser) - miješalica za beton na pokretnom postolju sposobna za proizvodnju i isporuku homogeno izmiješanog betona.

Beton - građevni proizvod sastavljen od cementa, agregata i vode, sa ili bez dodatka betonu.

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.

Cement (hidrauličko vezivo) - fino mljeveni anorganski materijal koji pomiješan s vodom oblikuje pastu koja veže i očvršćuje pod vodom i na zraku uz pomoć reakcije i procesa hidratacije, te nakon očvršćivanja zadržava čvrstoću i stabilnost.

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

Čišćenje mlazom - uklanjanje materijala s podloge do dubine od najviše 2 mm.

Djelovanje okoline - biološka, kemijska i fizikalna djelovanja kojima će beton biti izložen i čiji utjecaji rezultiraju posljedicama na beton, armaturu ili ugrađeni metal koja nisu razmatrana kao opterećenje u projektu konstrukcije.

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 1803-1:1985 - Građenje - Tolerancije - Rječnik - dio 1 - Opći pojmovi).

Gradilište - mjesto građenja.

Hidrorazaranje, hidrodemoliranje - uklanjanje oštećenog betona i ostavljanje zdravog uz primjenu tehnika s visokim tlakom vode.

Hrapavljenje - uklanjanje čestica podloge veličine do najviše 15 mm.

Ispitni laboratorij – laboratorij akreditiran u skladu s normom HRN EN ISO/IEC 17025:2017.

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 dodan za vrijeme miješanja betona u malim količinama u postotku na masu cementa zbog utjecaja na svojstva svježeg ili očvrnulog betona.

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 12350-6:2019 i zauzima volumen od jednog kubičnog metra.

Lagani agregat - agregat mineralnog porijekla koji ima gustoću čestica u osušenom stanju utvrđenu prema HRN EN 1097-6:2022 manju od 2000 kg/m^3 ili nasipnu gustoću u osušenom stanju utvrđenu prema HRN EN 1097-3:2004 manju od 1200 kg/m^3 .

Lagani beton - beton koji ima gustoću u suhom stanju veću od 800 kg/m^3 i ne veću od 2000 kg/m^3 .

Lijepljenje - prijanjanje primijenjenog proizvoda ili sustava za podlogu.

Mehaničko uklanjanje - uklanjanje podloge alatom za obijanje.

Mineralni dodatci - fino usitnjeni materijali koji se mogu dodati betonu radi poboljšanja nekih svojstava ili za dobivanje posebnih svojstava. Dva su tipa mineralnih dodataka:

gotovo inertni mineralni dodatci (tip I),

pucolanski ili latentnohidraulički mineralni dodatci (tip II).

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

Mlazni beton - beton proizveden iz osnovne mješavine i pneumatski izbačen iz mlaznice na mjesto ugradnje kako bi se proizvela gusta homogena masa zbijena vlastitim zamahom.

Mokro-mokro - nanošenje materijala na površinu ugrađenog, ali neočvrnulog cementnog morta ili betona.

Mortovi i betoni s polimernim vezivom (polimerni mortovi i polimerni betoni) - polimerni mortovi i polimerni betoni (PC) - pomiješani i frakcionirani agregati koji očvršćuju postupkom reakcije polimerizacije.

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.

Niski tlak vode - voda izbačena u mlazu pod tlakom nižim od 15 MPa.

Normalne tolerancije - osnovne granice geometrijskih odstupanja koje osiguravaju da konstrukcija:

- zadovolji projektne pretpostavke
- 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 1097-6:2022.

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 očvrnulom stanju koji je razvio određenu čvrstoću.

Održavanje - tekuće ili kontinuirane mjere koje osiguravaju zaštitu.

Otvoreno vrijeme - maksimalno razdoblje između završetka miješanja ljepila i nastanka lijepljenog spoja, pri čemu je postignut zahtjev čvrstoće lijepljenja definiran u ovoj normi.

- Pasivnost** - stanje u kojemu, zbog zaštitne oksidne prevlake, čelik ne korodira spontano.
- Pjeskarenje** - čišćenje površine mlazom uz primjenu pijeska kao dodatka.
- Poboljšani polimerima** - mortovi i betoni s polimer-hidrauličnim cementom (PCC). Hidraulični mortovi / betoni poboljšani dodavanjem polimera.
- Podloga** - površina na koju se nanosi ili će se nanijeti materijal za zaštitu ili popravak.
- Popravak** - mjera kojom se popravljaju nedostaci.
- Posebne tolerancije** - tolerancije strože od normalnih.
- Potvrdba** - potvrđivanje sukladnosti proizvoda/betona s uvjetovanim zahtjevima.
- Površinska obrada** - opis izgleda površine betona uključujući aspekte geometrije, teksture, boje i sl.
- Predgotovljeni element** – element 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.
- Predgotovljeni proizvod** - predgotovljeni element proizveden u skladu s odgovarajućom europskom normom za proizvod.
- Premaz** - premaz nanesen na površinu s ciljem ispunjavanja praznina, pukotina i pora.
- Privremena konstrukcija** - građevina projektirana za kratko vrijeme korištenja prema tablici 2.1 norme HRN EN 1990:2011.
- Program osiguranja kvalitete** - program koji osigurava poduzimanje djelovanja i postupaka koji su u skladu s namjenom konstrukcije.
- Proizvodi i sustavi za konstrukcijsko lijepljenje** - proizvodi i sustavi primijenjeni na beton u svrhu osiguranja trajne konstrukcijske veze s dodatno primijenjenim materijalom.
- 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 uvjetovanih i dodatnih 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.
- Sačmarenje** - čišćenje površine mlazom uz primjenu metala kao dodatka.
- Samozbijajući beton (SCC)** – beton koji se tečenjem zbija uslijed vlastite težine, u potpunosti popunjava oplatu zajedno sa svim njenim ojačanjima, kanalima i kutijama zadržavajući pritom homogenost.
- Svježi beton** - potpuno izmiješani beton prikladan za transport, ugradbu i zbijanje odabranim postupkom.
- Šarža** - količina betona koja se transportira u vozilu koje sadrži jednu ili više mješavina.
- Tehničko dopuštenje** - dokument koji izdaje ovlaštena pravna osoba, a kojim se potvrđuje uporabljivost građevnih proizvoda za koje nisu donijeti 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 1097-6:2022.

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

Tolerancija - dopušteno odstupanje veličine (vidi ISO 1803-1:1985 Građenje - Tolerancije - Rječnik - dio 1 - Opći pojmovi).

Tolerancije predgotovljenih elemenata dijele se kako slijedi:

- proizvodne tolerancije, tj. geometrijske tolerancije kako su utvrđene normom proizvođača
- izvedbene tolerancije, tj. geometrijske tolerancije vezane uz lokaciju, vertikalnost, horizontalnost ili druge karakteristike građevinskog sklopa
- 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 i:

- beton koji je proizveo korisnik izvan gradilišta
- 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.

Uvaljani beton (eng. roller-compacted concrete - RCC) - vrsta betona koja se osim po sastavu smjese i svojstvima od običnog betona razlikuje i po načinu ugradnje u kolničku konstrukciju, zbijanjem i valjanjem.

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.

Vezni sloj - sastavni dio sustava za popravak koji se upotrebljava za povećanje adhezije morta ili betona za popravak na betonsku podlogu, s namjerom postizanja stalne prionljivosti, na koju ne utječu vlaga i jake alkalije tijekom uporabe.

Visoki tlak vode - voda izbačena u mlazu pod tlakom višim od 50 MPa.

Vodeno čišćenje mlazom - čišćenje površine mlazom uz primjenu visokog tlaka vode sa ili bez sredstva za brušenje kao dodatka.

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.

Zaštitni premazi za armature - premazi primijenjeni na armaturi sa svrhom njezine izolacije od porne vode u okolnome mortu i betonu.

Zaštitni premazi za beton - premazi primijenjeni na površini betona koji stvaraju prevlaku i smanjuju penetraciju H_2O , CO_2 , Cl itd. u beton.

Zemljovlažan beton – beton polusuhe konzistencije koji se ugrađuje strojevima za zemljane radove.

7-00.2 Oznake i kratice

C.../... klase tlačne čvrstoće običnog i teškog betona

LC.../... klase tlačne čvrstoće laganog betona

$f_{ck, valj}$	karakteristična tlačna čvrstoća betona utvrđena na valjcima starosti 28 dana $f_{c, valj}$ tlačna čvrstoća betona utvrđena na valjcima
$f_{ck, koc}$	karakteristična tlačna čvrstoća utvrđena na kockama starosti 28 dana $f_{c, koc}$ tlačna čvrstoća betona utvrđena na kockama
f_{cm}	srednja (prosječna) tlačna čvrstoća betona
f_{cmj}	srednja tlačna čvrstoća betona starosti (j) dana
f_{ci}	pojedinačni rezultat ispitivanja tlačne čvrstoće betona
f_{tk}	karakteristična vlačna čvrstoća betona cijepanjem
f_{tm}	srednja vlačna čvrstoća betona cijepanjem
f_{ti}	pojedinačni rezultat ispitivanja vlačne čvrstoće betona cijepanjem
D	klasa gustoće laganog betona
D_{max}	maksimalna veličina zrna agregata
CEM	oznaka tipa cementa prema HRN EN 197-1:2012
S	standardna devijacija izračunana iz najmanje 35 uzastopnih rezultata ispitivanja
S_{15}	standardna devijacija izračunana iz najmanje 15 uzastopnih rezultata ispitivanja
AQL	prihvatljiva razina kakvoće (vidi HRN ISO 2859-1:2012)
v/c	vodocementni omjer
$k-vrij$	faktor uzimanja u račun aktivnosti mineralnih dodataka tipa II betonu
e	interval potvrdbene ljestvice opreme za mjerenje težine
m	teret utvrđen vaganjem težine (mase)
n	broj
T	temperatura
$l(L)$	duljina
h	visina
t	debljina
Δ	dopušteno geometrijsko odstupanje (tolerancija)
F_a	vlačna čvrstoća prionljivosti (adhezija) (MPa).

7-01 UPRAVLJANJE IZVEDBOM

7-01.1 ISPORUKA SVJEŽEG BETONA

7-01.1.1 Informacije korisnika betona proizvođaču

Korisnik treba usuglasiti s proizvođačem:

- vrstu betona
- datum isporuke, vrijeme i količinu.

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.

7-01.1.2 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:

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

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

7-01.1.3 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 206:2021
- ime ili znak certifikacijskog tijela ako je relevantno
- vrijeme u koje beton stiže 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 posrijedi beton normiranog zadanog sastava, dane informacije moraju slijediti propise mjerodavne norme.

7-01.1.4 Otpremne informacije za gradilišni beton

Odgovarajuća informacija tražena potpoglavljem 7-01.1.3 za otpremnicu betona mjerodavna je i za beton proizveden na gradilištu ili kad uključuje više tipova betona.

7-01.1.5 Konzistencija pri isporuci

Općenito je svako dodavanje vode ili kemijskih dodataka pri isporuci zabranjeno. U posebnim slučajevima voda ili kemijski dodaci mogu biti dodani kad je to pod odgovornošću proizvođača i primjenjuje se za dobivanje uvjetovane vrijednosti konzistencije osiguravajući da uvjetovane granične vrijednosti nisu prekoračene i da je dodatak kemijskog dodatka uključen u Plan kvalitete izvedbe betonske konstrukcije. Količina svakog dodatka vode ili kemijskog dodatka dodana u vozilo (mikser) mora biti upisana u otpremni dokument u svim slučajevima.

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

7-01.2 IZVEDBA BETONSKIH RADOVA

7-01.2.1 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.

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 izvedbe
- 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 je odobrila nadležna vlast 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 upotrebljenim 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.

Pretpostavlja se da projektne specifikacije sadrže sve informacije i tehničke zahtjeve nužne za izvedbu radova i suglasnosti te odobrenja dana tijekom izvedbe kao i sve norme i tehnička dopuštenja. Prije početka izvedbe bilo kojeg dijela posla projektne specifikacije za taj dio posla trebaju biti kompletirane i dostupne.

Plan kvalitete izvedbe betonske konstrukcije

Ako je izrada Plana kvalitete izvedbe betonske konstrukcije zahtjevana projektnom specifikacijom, izvođač je dužan izraditi Plan prije početka izvođenja betonskih radova. 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) opis skela i oplata, uključujući raspored otpuštanja i uklapanja
- h) opis postupka izvedbe armiranja
- i) opis postupka izvedbe prednapinjanja
- j) opis postupaka izvedbe betonskih radova: preuzimanje i gradilišni transport svježeg betona, redosljed, prekidi i nastavci betoniranja, ugradnja, zbijanje, njega i zaštita betona i završna obrada betona
- k) opis postupka montaže predgotovljenih elemenata
- l) opis postupaka izvedbe drugih radova
- m) opis postupaka kontrole izvedbe prema vrstama kontrole i razredima izvedbe (tablica 3 norme HRN EN 13670:2010)
- n) opis kontrole materijala i proizvoda i kriteriji za ocjenu rezultata
- o) podaci o laboratoriju
- p) plan i program kontrole materijala i proizvoda
- q) zapisi koje izrađuje izvođač tijekom postupaka kontrole izvedbe i kontrole materijala i radova
- r) tehnička dokumentacija, npr. projekt skele, izjave o svojstvima, upute i sigurnosne obavijesti, tehničke upute, dinamika izvođenja radova i drugo.

Izrada Plana izvedbe betonske konstrukcije je obavezna za razrede nadzora 2 i 3, dok je za razred nadzora 1 obavezna samo ako je zahtijevana projektom..

Izvedbena dokumentacija

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

Posebni zapisi

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

7-01.2.2 Skele i oplata

Skele i oplata obrađene su u Poglavlju 5. Tesarski radovi i skele.

7-01.2.3 Betoniranje

Uvjeti kakvoće betona

Beton treba biti specificiran (uvjetovan) i proizveden prema uvjetima norme HRN EN 206:2021 i ovim općim tehničkim uvjetima. Prije početka betoniranja treba provjeriti da su specificirane sve potrebe koje se odnose na izvedbu betonskih radova.

Isporuka, preuzimanje i gradilišni prijevoz svježeg betona

Nadzor i kontrolu kakvoće betona treba provesti na mjestu ugradnje, i to najmanje u opsegu utvrđenom u ovom poglavlju OTU-a.

Među ostalim, treba prije istovara betona provjeriti otpremni dokument i potpisom potvrditi izvršeni nadzor. Tijekom istovara treba vizualno kontrolirati beton i ako se pri tome uoči neuobičajen izgled betona (drugačija boja npr. ili konzistencija), istovar treba prekinuti.

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.

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

Kontrola prije betoniranja

Treba po potrebi 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 stjenovito 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 ili za odgovarajuću vrijednost povećati donji zaštitni sloj betona. 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 okoline ispod 0°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 treba biti iznad 0°C. 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.

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 uložiti što bliže konačnom položaju u konstrukcijskom elementu. Vibriranjem se beton ne smije namjerno navlačiti 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 izbjeći. 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 vjetera, smrzavanja, vode, kiše i snijega.

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

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

Njegovanje i zaštita

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 izbetoniranog elementa
- najveću temperaturnu razliku između izbetoniranog 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
- pokrivanjem vlažnim materijalima i njihovom zaštitom od sušenja
- držanjem površine betona vidljivo vlažnom prikladnim vlaženjem
- primjenom zaštitnog premaza utvrđene uporabivosti (potvrđene certifikatom ili tehničkim dopuštenjem).

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 podatcima danim točkom F.8.5 Dodatka F norme HRN EN 13670:2010.

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

Pobliža 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 oštrim 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 projektom 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 0°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.

7-01.2.4 Betoniranje u ekstremnim uvjetima

Betoniranje i njega betona 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.

Ugradnja

Visoka početna temperatura svježeg betona ima višestruko nepovoljan utjecaj na uvjete za betoniranje konstruktivnih elemenata, stoga je sniženje temperature svježeg betona ili održavanje iste 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 pada konzistencije betona uslijed transporta
- primijeniti odgovarajuće aditive za regulaciju procesa hidratacije cementa i konzistencije betona (npr. dodavanje usporivača vezanja na betonari, a dio superplastifikatora na gradilištu) uz prethodno dokazivanje da dodavanje aditiva neće narušiti svojstva betona u očvršnulom 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 betonom.

Njegovanje

S njegovanjem je potrebno započeti čim prije kako bi se rizik od oštećenja betona (npr. pojava pukotina) prilikom očvršćivanja sveo na minimum.

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
- prilagoditi temperaturu vode za njegovanje temperaturi betona na način da ona bude za nekoliko stupnjeva hladnija
- horizontalne površine prekriti geotekstilom i postojano ih održavati vlažnima
- skidanju oplata i skele može se pristupiti u skladu s preporukama danima u poglavlju 7-01.2.2.

Betoniranje i njega betona u hladnim vremenskim uvjetima

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

Ugradnja

Usljed 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 +8 °C.

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

- prije početka betoniranja ukloniti snijeg s podloge, ukoliko ga ima kao i eventualno zaostalu vodu. Ukloniti snijeg i led sa armature, ukoliko 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 procuri voda.

Njegovanje

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.

Moguće je primijeniti sljedeće radnje:

- na površinu betona nanijeti sredstvo za zaštitu betona („curing“)
- kod prvih noćnih mrazova i pozitivnih dnevnih temperatura površinu betona prekriti PVC folijom odignutom cca 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
- 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 njego površine betona pokrivanjem ili oblaganjem termoizolacijskim materijalima, najmanje dok beton ne dosegne starost od 7 dana.

7-01.2.5 Aktivnosti poslije betoniranja

Nakon skidanja oplata nadzorni inženjer treba prema uvjetovanom razredu nadzora provesti kontrolu površine betona i potvrditi sukladnost sa zahtjevima.

Površinu betona treba tijekom izvedbe zaštititi od oštećivanja i poremećaja u površinskoj teksturi.

7-01.2.6 Specijalni postupci izvedbe

Specijalne postupke izvedbe treba specificirati posebnim opisom postupka i sve promjene usuglasiti projektom konstrukcije.

Izvedbu posebnim betonom kao što je lakoagregatni beton, beton visoke čvrstoće, teški beton, beton u vodi treba također specificirati projektom konstrukcije.

Treba izbjegavati izvedbu kliznom oplatom armiranobetonskih konstrukcija u uvjetima agresivnog djelovanja okoline klase XS3.

Betoniranje složenih konstrukcija

Betoniranje složenih konstrukcija treba biti sukladno ovim općim tehničkim uvjetima. Potrebne dodatne uvjete treba specificirati projektom.

7-01.2.7 Geometrijske tolerancije

Izvedene dimenzije konstrukcija trebaju biti unutar najvećih dopuštenih odstupanja 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 13670:2010 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 13670:2010.
- 2) Tolerancije klase 2: podrazumijevaju tolerancije koje su prvenstveno namijenjene za korištenje u slučaju umanjenih parcijalnih koeficijenata za materijale, opisani u Dodatku A norme HRN EN 1992-1-1:2013/A1:2015. U slučaju da su tolerancije u projektu konstrukcije opisane klasom 2, za devijacije oznake 4a i 4b iz Dodatka A norme HRN EN 13670:2010 u kombinaciji s umanjenim 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.

7-01.3 IZVEDBA POMORSKIH BETONA

Pomorski betoni u pomorskom graditeljstvu mogu biti predgotovljeni (montažni) ili monolitni (izvedeni na mjestu ugradnje).

Predgotovljeni betoni omogućavaju kvalitetnije konstrukcije jer se zahtjevi za pomorski beton mogu kontrolirati i potpuno ispuniti.

Kod monolitnih betona (betoni izvedeni na mjestu ugradnje u konstrukciju) razlikujemo tehnološki dvije vrste betona:

- Nadmorski betoni

Betoni iznad vode (ugrađeni u suhom) koji su pod utjecajem mora, ali koji dosta dobro omogućavaju ispunjenje zahtjeva za kvalitetne pomorske betone.

- Podmorski betoni betonirani pod morem

Betoniranje pod vodom je tehnološki zahtjevna izvedba koja zahtijeva veliko iskustvo izvođača radova. Zato se taj način izvedbe, kad god je to moguće, zamjenjuje predgotovljenim betonima izrađenim u pogonu ili na gradilištu za potrebe predmetnog gradilišta.

7-01.3.1 Predgotovljeni pomorski betoni

Nearmirani betonski elementi

Mali elementi dolaze u primjenu tamo gdje je djelovanje mora slabo pa su takvi elementi slični onima u kopnenim vodogradnjama (osiguranja obale, popločenja pokosa i sl.).

Blokovi su masivni puni ili šuplji elementi od 10 do 300 t. Gornja granica ovisi o dizalici za montažu koja je na raspolaganju. Velika većina podmorskih zidova gradi se od njih.

Armirani betonski elementi

Vrlo su pogodni kod pomorskih gradnji jer se izbjegava betoniranje u moru. Mogu biti: razni nosači, ploče, stupovi, piloti i drugo.

Prednapeti betonski elementi

Koriste se kao predgotovljeni betonski elementi kod jako napregnutih elemenata, npr. kod nosača većih raspona, koji se kao tipski element na nekoj pomorskoj gradnji primjenjuju u velikom broju i čija se prefabrikacija tada isplati.

7-01.3.2 Složeni armiranobetonski masivi

Takvi elementi su mamut dimenzija. AB plutajući kesoni se izrađuju na navozima kao u brodogradnji. Na licu mjesta mogu se graditi samo u suhoj građevnoj jami kao klasično građeni ili montažni.

7-01.3.3 Ugradnja pomorskih betona

Ugradnja pod vodom temelji se na činjenici da za očvršćavanje betona nije potreban zrak. No, 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 bi došlo do ispiranja sitnih čestica betonske mase, prvenstveno cementa te posljedično do dekompozicije svježeg betona na agregat i cement.

Ugradnju betona pod morem moguće je provesti na sljedeće načine:

1. Betoniranje na plicaku (do 1 m dubine)

Izvodi se istresajući beton na suhom (na gomilu iznad vode) koji onda svojim tlakom porinjava pokos betona prema naprijed i tako betonska masa postepeno ispunjava cijeli profil. U kontaktu s vodom uvijek je ista površina betona, tako da se preostala masa neće isprati.

2. Pokretna cijev

Radi po principu kontraktora (vidi pod 5. Kontraktor postupak) a služi za podvodno betoniranje ploča u slučajevima kad se ne postavlja veliki zahtjev na kvalitetu podvodnog betona.

3. Dizalična grtalica

Može se upotrijebiti u slučajevima betoniranja masivnih presjeka kad se ne postavlja veliki zahtjev na kvalitetu podvodnog betona.

4. Ručna posuda ili betonski silos sa svježim betonom

Trebaju biti prednjim krajem utisnuti u beton. Tek tako uronjena posuda se istresa ili otvara pa istreseni beton ne dolazi u prevelik dodir s vodom, a nivo betona u oplati se penje.

5. Kontraktor postupak

Beton se pod vodom ugrađuje kontraktor postupkom za što mora biti mekanoplastične konzistencije, tj. razreda konzistencije slijeganjem minimalno S4 prema Tablica 7-02-6 odnosno razreda konzistencije rasprostiranjem F4 prema

Tablica 7-02-8. Sastav betona mora osigurati gustu strukturu ugrađenog betona odnosno beton mora imati svojstvo samougradivosti, za što je potrebna minimalna količina cementa od 400 kg/m^3 . Cijev kontraktora se puni do vrha dok je dno zatvoreno zasunom ili začepljeno gumenom loptom. Uobičajeni promjer kontraktorske cijevi je 8 do $12 \times$ 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 se način osigurava da cijev bude uvijek 0,5m uronjena u gornji sloj svježeg betona kako ne bi došlo do miješanja betona s vodom. U kontaktu s morem uvijek je samo gornja površina betonske mase. Kad beton izađe iznad vode završava se podmorsko betoniranje, a nakon završenog očvršćivanja betona, gornji slabi (isprani) sloj betona se obije kako bi se nadmorsko betoniranje nastavilo na kvalitetan pomorski beton.

Razmak pojedinačnog kontraktora od oplata i međusobni razmak grupe kontraktora ovisi o promjeru rasprostiranja svježeg betona koji je 3 – 4m. 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.

6. „Colcrete" sistem (inozemna licenca)

U engleskoj literaturi koristi se termin "Grouted aggregates" = injektirani agregat, ili "Pre-placed aggregate concret" = beton od prethodno postavljenog agregata. Podrazumijeva ugradnju agregata (bez cementa) u oplatu i potom injektiranje cementnog morta u agregat kako bi se agregat povezao u betonsku masu. Agregat je uniformne granulacije (jednozrnat) Betoniranje započinje sipanjem agregata u oplatu. U ukupnom volumenu betona agregata je 65 - 70%, a morta 35 - 30%. Prije sipanja agregata postave se u oplatu "zdenci" od armature na razmaku $\leq 1,5$ m, a prilikom sipanja agregata zdenci se ne pune agregatom. Potom se kroz zdence injektira pogodan cementni mort u šupljine agregata. Maksimalna veličina zrna pijeska u mortu treba biti manje od 1/10 minimalne veličine zrna agregata. Oprema za injektiranje bazira se na vertikalnim injekcijskim cijevima (kontraktori manjeg promjera) koje su uronjene u "zdence" od armature. Zdenci pokrivaju određeni promjer injekcije za betoniranje. Injektiranje se vrši tlakom stupca cementnog morta u injekcijskoj cijevi. Betoniranje po visini napreduje tako da se cijev lagano povlači prema gore kako se u oplati diže razina cementnog morta.

Modernija je varijanta injektiranje pumpom. Tada se umjesto armaturnih zdenaca u agregat postave vertikalne čelične injekcijske cijevi gotovo do dna kalupa, a injekcijska smjesa se kroz njih tlači u agregat pumpom. Pritom se injekcijske cijevi (za razliku od kontraktorskih injekcijskih cijevi) ne povlače prema gore kako razina injekcijske mase u kalupu raste. Razmak injekcijskih cijevi je oko 2 m. Tipična injekcijska smjesa (injekcijski mort) sastoji se od mješavine veziva (portland i pucolanski cement u masenom omjeru 2,5:1 do 3,5:1) i pijeska u masenom omjeru 1:1 do 1,5:1. V/c omjer injekcijske smjese je $v/c = 0,42$ do 0,5. U mješavinu se može dodati i kemijski dodatak za injekcijske smjese koji pospješuje protočnost, smanjuje segregaciju te povećava koheziju. Ovaj dodatak malo usporava vezivanje, što omogućuje dulju obradivost injekcijske smjese te sadrži i malo aluminijskog praha koji lagano povećava volumen prije završetka očvršćavanja. Ovaj način betoniranja daje veće čvrstoće betona nego drugi; preko 40 N/mm^2 .

7. Rešetkasti lift (engl. skip=rešetkasti rudarski lift)

Služi za betoniranje tankih konstrukcija. Može raditi i deblje ako se usta rešetkastog lifta ukopaju u ranije postavljen svježi beton. Lift se sastoji od dvije polovice velikog limenog kalupa (kao pekarska posuda za pečnicu) koje se napune i poravnaju na suhom te prekriju s dvije polovice PVC folije koje se nalijepe na beton i strše preko ruba kalupa. Folije sprječavaju ispiranje betona jer ostaju nalijepljene na beton prilikom potapanja kalupa, ali i prilikom istresanja betona. Istresanje se vrši tako da se kalup spusti na dno i potom se krajevi podižu dok rascjep na sredini ostaje na dnu. Time se svaka polovica kalupa nagne pa beton počne curiti po dnu. Istovremeno se polovice kalupa razmiču tako da se beton razastre po dnu u jednoličnoj debljini. Najbolja je varijanta rešetkastog lifta s vertikalnim vodilicama i "suknjicom" koja minimizira miješanje betona s vodom.

8. Betonpumpa

Idealna je za ugradnju betona pod morem jer je sastav i konzistencija podmorskog betona slična pumpanom betonu. Dubina betoniranja je oko 30m. Princip betoniranja je kao s kontraktorom; no operator pumpe nema tako dobar osjećaj kao operater kontraktora. Cijev pumpe pod vodom je pod kutem prema horizontali, pa stoga nije kontrolabilna kao cijev kontraktora. Bitno je sprječavanje njenog horizontalnog pomicanja.

9. Vreće s patent čvorom

Koriste se kad je potrebno malo betona kao npr. kod popravaka podmorskog betona. Nepropusna vreća se napuni betonom na suhom i zaveže užetom jednim patent čvorom. Vreća se na konopu spusti na mjesto ugradnje, potezom za konop razriješi čvor i potom se beton istisne u prethodno priređenu kavernu u starom betonu. Sve to obavlja ronilac pod vodom.

10. Jutene vreće (10 do 20l)

Vreće se napune do pola plastičnim betonom, zavežu nerazvezivo i polože na željeno mjesto pomoću ronioca. Polupune plastične vreće mogu se dobro prilagoditi kod međusobnog slaganja ili ispunjavanja nekog oblika. Cementna pasta prije očvršćivanja betona prodire kroz jutu u drugu vreću i beton se poveže. Ovo je zgodno kod pravljenja podmorskih oslonaca za šuplje betonske blokove, jer se vreće daju dobro nivelirati na željenu visinu. Ronioci više vole baratati sa suhom mješavinom cementa i agregata (suhomiješani beton), a kod ugradnje povezivati vreće stavljajući žbuku među vreće. To ne daje dobre rezultate jer se suhomiješani beton nikad potpuno ne namoći probijanjem dovoljne količine vode za hidrataciju cementa pa ne očvrstne potpuno, a kontaktne površine među vrećama su minimalne.

11. Podvodne injektirane vreće i madraci

Koriste se kao elementi zaštite od erozije, ispiranja od broskog vijka i probijanja vode. Sastoje se od dvoslojnog propusnog tkanog materijala povezanog koncem. Sekcije se međusobno spoje, polože prazne na pokos ispod i iznad vode i potom ispune pumpanim betonom. Radi ojačanja vreće se mogu prošiti čeličnim kabelom ili užetom kako bi se osigurala cjelovitost nakon slijeganja i pojave pukotina od skupljanja betona.

7-01.4 IZVEDBA BETONOM KOLNIČKIH KONSTRUKCIJA – UVALJANIM BETONOM

Betonski kolnik je gornji dio kolničke konstrukcije, izveden na hidrauličnim vezivima vezanom nosivom sloju i/ili nosivom sloju od nevezanih mješavina kamenog materijala, sa ili bez razdjelnog sloja. Betonski kolnici uređeni su normom HRN EN 13877-2:2013. Osnovna podjela betonskih kolnika prema navedenoj normi je:

- dilatirani nearmirani betonski kolnik
- dilatirani armirani betonski kolnik
- neprekidno armirani betonski kolnik (CRCP – *continuously reinforced concrete pavement*)
- kolnik s neprekidno armiranom betonskom bazom (CRCB - *continuously reinforced concrete base*)

U posebne vrste betonskih kolnika spadaju:

- kolnici od uvaljanog betona
- kompozitni betonski kolnici s asfaltnom presvlakom
- betonske presvlake betonskih i asfaltnih kolnika

U ovim OTU-ima posebno su opisani kolnici izvedeni uvaljanim betonom.

Kolnik od uvaljanog betona je vrsta betonskog kolnika koji se izvodi zbijanjem betona opremom za ugradnju asfalta (finišeri i valjci) ili specijalnim finišerima za ugradnju uvaljanog betona. Zbijanje je najvažnija faza kod izvođenja kolnika od uvaljanog betona jer osigurava gustoću, čvrstoću i površinsku teksturu. S obzirom na tehnologiju izvođenja i obradu gornje površine, uvaljani beton uglavnom se

primjenjuje za izradu kolničkih konstrukcija prometnica s manjim dopuštenim brzinama, kao što su: parkirališta za automobile i kamione, skladišni terminali, terminali vojne namjene, aerodromske stajanke, zaustavne trake, prilazne, industrijske i poljoprivredne ceste s brzinom prometa do 60 km/h, pješačke i biciklističke staze, šetnice, u šumarstvu za deponije stabala i slično.

7-01.5 IZVEDBA MLAZNIM BETONOM

Ugradnja mlaznog betona mora biti u skladu s HRN EN 14487-1:2005 i HRN EN 14487-2:2007:

- 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).

7-01.6 IZVEDBA SMJESOM ZA INJEKTIRANJE

7-01.6.1 Oprema za injektiranje

Općenito

Oprema za injektiranje sastoji se od miješalice i pumpe sa svim potrebnim priključnim crijevima, ventilima, mjernim uređajima za vodu, cementom, dodatcima 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 445:2008. Svježa smjesa mora biti u skladu sa zahtjevima HRN EN 447:2008.

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.

7-01.6.2 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 natege 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 natege.

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 natega moraju biti adekvatno zabrtvljene radi sprječavanja 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 13670:2010.

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. natega šipki, može se ipak smatrati potrebnim isprati nategu 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 injektiranje 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 447:2008, 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 temperature za koju je proizvođač potvrdio i dokumentirao da smjesa za injektiranje zadovoljava zahtjeve izvedbe norme HRN EN 447:2008 (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 447:2008. 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 mješalice.

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 ispušavanja 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 447:2008, 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 o popravku.

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.

7-01.6.3 Kontrola kvalitete

Osoblje

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 pripreme 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 445:2008 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 jedne od sljedećih dviju klasa prema HRN EN 13670:2010:

- 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 13670:2010. 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 445:2008.

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.

Kriteriji prihvatanja

Ako ispitivanje u vrijeme pripreme injektiranja pokazuje rezultate izvan granične vrijednosti protočnosti i gustoće, ispitivanje se ponavlja i ako se potvrdi, određena smjesa za injektiranje se odbija

Ocjenjivanje sukladnosti čvrstoće, izdvajanja vode, volumnih deformacija, protočnosti i gustoće vrši se kroz tekuću kontrolu proizvodnje za svaki projekt. Procjena se temelji na metodi značajki.

Sukladnost čvrstoće, izdvajanja vode i volumnih deformacija, sa traženim svojstvom potvrđuje se ako broj rezultata izvan granične vrijednosti nije veći od prihvatljivog broja navedenog u tablici 5 norme HRN EN 445:2008. Niti jedan pojedinačni rezultat ne smije biti izvan maksimalno dopuštenog odstupanja, prema tablici 6 norme HRN EN 445:2008.

Postupci u slučaju nesukladnosti

Ako se nadzorom otkrije nesukladnost, potrebno je poduzeti odgovarajuće radnje kako bi se osiguralo da konstrukcija ostane prikladna za svoju namjenu. U ovom slučaju, sljedeći aspekti će se istražiti navedenim redoslijedom:

- utjecaj nesukladnosti na daljnju izvedbu i prikladnost za namjeravanu svrhu
- mjere potrebne da se komponenta/element učini prihvatljivim
- nužnost odbijanja i zamjene moguće nepopravljive komponente/elementa.

Ako se zahtijeva u izvedbenoj specifikaciji, ispravljanje nesukladnosti mora biti u skladu s postupkom navedenim u izvedbenoj specifikaciji ili postupkom dogovorenim između stranaka.

7-01.7 IZVEDBA PREDGOTOVLJENIM BETONSKIM ELEMENTIMA

Ovim poglavljem Tehničkih uvjeta su utvrđeni zahtjevi izvedbenih operacija koje uključuju konstrukcijske elemente proizvedene na gradilištu ili predgotovljene konstrukcijske elemente (proizvedene u pogonu za predgotovljene elemente) od njihova preuzimanja na gradilištu do postavljanja i konačnog prihvatanja.

Tvornički proizvedeni (predgotovljeni) betonski elementi do preuzimanja na gradilištu u području su odgovarajuće hrvatske norme ili tehničke ocjene, ako nema odgovarajuće norme.

Dijelovi proizvedeni na gradilištu mogu se tretirati kao predgotovljeni elementi ako zadovoljavaju odgovarajuću hrvatsku normu. Na gradilištu proizvedeni elementi koji nisu sukladni ni sa kojom hrvatskom normom ne mogu se smatrati predgotovljenim elementima.

Uporaba predgotovljenih elemenata regulirana je projektom građevinske konstrukcije, koji mora sadržavati:

- opis svojstava predgotovljenih elemenata te načina njihove proizvodnje, odnosno izrade kontrole tijekom izrade i dokazivanja uporabljivosti ako su proizvedeni ili se izrađuju prema projektu konstrukcije
- tehničko rješenje ugradnje predgotovljenih elemenata u građevinsku konstrukciju, uključivo proračun i zahtijevana svojstva materijala spojeva te način povezivanja s ostalim elementima građevinske konstrukcije
- tehničko rješenje prijenosa i prijevoza predgotovljenih elemenata (mjesto oslanjanja i vješanja i opis sustava podizanja, položaj elemenata prilikom prijenosa i prijevoza, put prijevoza i drugo), te projektiranu težinu i dopuštena odstupanja težine elemenata
- prikaz rasporeda oslonaca, potrebnih potpora, sustava i drugih mjera za osiguravanje stabilnosti i sprječavanja oštećivanja predgotovljenih elemenata tijekom prijenosa, prijevoza, ugrađivanja i spajanja.

Izvedbene specifikacije

Izvedbene specifikacije moraju biti dostupne na gradilištu te sadržavati:

- uvjete i način rukovanja, skladištenja i zaštitu predgotovljenih betonskih elemenata na gradilištu
- zahtjeve za postavljanje i povezivanje predgotovljenih elemenata
- radni program s fazama operacija na gradilištu, izvedba ne smije započeti dok prethodne faze nisu zadovoljavajuće potvrđene
- raspored oslonaca, potrebnih podupora i po potrebi privremena osiguranja stabilnosti
- konstruktivne mjere koje osiguravaju učinkovitost i stabilnost privremenih i trajnih podupora
- kada je potrebno, u izvedbenim specifikacijama treba naznačiti osi i radnu poziciju vođenja elemenata i dostizanja dispozicije dizanja.

Izvedba predgotovljenih konstrukcija

Prilikom izvedbe predgotovljene konstrukcije potrebno je:

- provjeriti točnu poziciju elemenata, dimenzionalnu točnost oslonaca, uvjete spojnica, raspored konstrukcije te provesti potrebna pripremanja
- prije povezivanja montiranih predgotovljenih elemenata i prije bilo koje faze završnih radnji provesti detaljan nadzor i kontrolu postavljanja
- osigurati da su spojni dijelovi bilo kojeg tipa neoštećeni, točno postavljeni i ispravno izvedeni tako da osiguraju učinkovito ponašanje konstrukcije
- zalivene i lijepljene spojeve izvesti prema specifičnoj tehnologiji prilagođenoj upotrijebljenom materijalu, pretpostavlja se da projektne specifikacije sadrže zahtjeve koji će osigurati da:
 - spojnice imaju veličinu kompatibilnu s postupkom lijepljenja
 - čelični umetci bilo kojeg tipa, upotrijebljeni za povezivanje, ispravno su zaštićeni od korozije i požara izborom odgovarajućeg materijala ili zaštitnim slojem
 - zavarivanje konstrukcijskih spojeva izvedeno je zavarivim materijalima i kontrolirano.
- završni rad izvesti prema zahtjevima danim u izvedbenim specifikacijama uzimajući u obzir konkretne klimatske uvjete
- osigurati da je svaka ugradnja dodatne armature u završnim radovima sukladna uvjetima iz ovih Tehničkih uvjeta
- osigurati da su betoniranja na konstrukciji sukladna uvjetima iz ovih Tehničkih uvjeta.

7-01.8 KONTROLA IZVEDBE

Kvalitetnu izvedbu betonske konstrukcije sukladno ovim općim tehničkim uvjetima i normi HRN EN 13670:2010 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 uporabi opreme i strojeva, sukladnoj (projektom specificiranoj) kvaliteti materijala, sukladnoj

(projektom specificiranoj) kvaliteti izvedbe i sigurnoj uporabi 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 13670:2010, 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 oplata
- 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 prihvaćanja
- 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 iz konstrukcijskog elementa prema važećim hrvatskim normama. Ispitivanja se odlukom nadzornog inženjera povjeravaju odgovarajućoj ovlaštenoj instituciji.

Nesukladnost tlačne čvrstoće (postignute i uvjetovane klase) 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 13791:2019.

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.

7-01.8.1 Preuzimanje i obračun izvedenih betonskih radova

Za preuzimanje i obračun izvedenih betonskih radova na izvedenoj građevini trebaju nadzorni inženjer i predstavnik ovlaštene institucije, koji je sudjelovao u kontroli i ocjeni kvalitete pojedinih faza izvedbe radova, napraviti rekapitulaciju ukupne dokumentacije izvedbe i svaki u svom dijelu dati završnu ocjenu o sukladnosti izvedenih radova s uvjetima projekta betonske konstrukcije i uvjeta važećih propisa.

Radovi se obično mjere u kubičnim metrima ugrađenog betona i obračunavaju po ugovorenim jediničnim cijenama svake pojedine građevine u koje se uključuju svi troškovi materijala i rada, prijevoza i svega ostalog što je nužno za potpuno dovršenje građevine.

Pojedine specifične vrste i faze radova mogu se mjeriti i obračunavati i na drugi ugovorom jasno specificirani način.

Troškove utvrđivanja nesukladnosti i popravka ili zamjene nesukladnih elemenata ili dijelova konstrukcije i njihova dovođenja do stanja zadovoljenja projektom i važećim propisima uvjetovane kakvoće snosi u cjelini izvođač radova.

Eventualno obeštećenje naručitelja za radove izvedene u kvaliteti nižoj od projektom i važećim propisima specificirane treba uvjetovati ugovorom o izvedbi za svaku pojedinu građevinu.

7-02 BETON

7-02.1 RAZREDBA BETONA

7-02.1.1 RAZREDI IZLOŽENOSTI

Djelovanje okoline na betonsku građevinu utvrđuje se glavnim projektom prema stvarnim uvjetima uporabe građevine. Stvarni uvjeti uporabe građevine određuju se razredima izloženosti koji su dani u Tablica 7-02-1 ovog poglavlja odnosno u Tablici 1 norme HRN EN 206:2021.

Razredba prema izloženosti ne isključuje razmatranje posebnih uvjeta koji postoje na mjestu upotrebe betona ili primjenu zaštitnih mjera, kao što su upotreba nehrđajućeg čelika ili drugih metala otpornih na koroziju i upotreba zaštitnih premaza za beton ili armaturu.

Beton može biti izložen više od jednog djelovanja opisanom u Tablica 7-02-1te se stoga okolišni uvjeti kojima je izložen mogu izraziti kao kombinacija razreda izloženosti, a pri izboru materijala potrebno je uzeti u obzir zadovoljavanje kombinacije najstrožih kriterija. Za dani konstrukcijski element, različite betonske površine mogu biti izložene različitim djelovanjima okoliša.

U slučaju kemijskog djelovanja može se izraditi posebna studija kako bi se utvrdili odgovarajući razredi izloženosti, u slučaju kada su :

- granične vrijednosti van navedenih u Tablica 7-02-1
- druge agresivne kemikalije
- kemijski zagađeno tlo ili voda
- velika brzina vode u kombinaciji s kemikalijama u Tablica 7-02-1.

Tablica 7-02-1 Razredi izloženosti (preuzeto iz Tablice 1 norme HRN EN 206:2021)

Oznaka razreda	Opis okoliša	Obavijesni primjeri o tome gdje se razredi izloženosti mogu pojaviti
1 Nema rizika korozije ili štetnog djelovanja		
X0	Za beton bez armature ili ugrađenog metala: Sve izloženosti gdje nema smrzavanja / odmrzavanja, habanja ili kemijskog djelovanja; Za beton s armaturom ili ugrađenim metalom: Vrlo suh	Beton unutar građevina s vrlo niskom vlažnosti zraka
2 Korozija uzrokovana karbonatizacijom		
Tamo gdje je beton koji sadrži armaturu ili drugi ugrađeni metal izložen zraku i vlazi, izloženost se razvrstava u razrede kako slijedi:		
XC1	Suh ili stalno vlažan	Beton unutar građevina s niskom vlažnosti zraka; Beton koji je stalno u vodi
XC2	Vlažan, rijetko suh	Betonske površine izložene dugotrajnom dodiru s vodom; Većina temelja
XC3	Umjereno vlažan	Beton unutar građevina s umjerenom ili visokom vlažnosti zraka; Vanjski beton zaštićen od kiše
XC4	Izmjenično vlažan i suh	Betonske površine u dodiru s vodom, koje nisu u razredu izloženosti XC2
3 Korozija uzrokovana kloridima koji nisu iz morske vode		
Kad je beton koji sadrži armaturu ili drugi ugrađeni metal u dodiru s vodom koja sadrži kloride, uključujući soli za odmrzavanje, iz izvora koji nisu morska voda, izloženost se mora razvrstati u razrede kako slijedi:		
XD1	Umjereno vlažan	Betonske površine izložene kloridima iz zraka
XD2	Vlažan, rijetko suh	Plivališta; Beton izložen industrijskim vodama koje sadrže kloride

Oznaka razreda	Opis okoliša	Obavijesni primjeri o tome gdje se razredi izloženosti mogu pojaviti
XD3	Izmjenično vlažan i suh	Dijelovi mostova izloženi prskanju koje sadrži kloride; Kolnici; Ploče parkirališta.
4 Korozija uzrokovana kloridima iz morske vode		
Kad je beton koji sadrži armaturu ili drugi ugrađeni metal u dodiru s kloridima iz morske vode ili solima iz mora nošenim zrakom, izloženost se mora razvrstati u razrede kako slijedi:		
XS1	Izložen soli iz zraka ali ne u izravnom kontaktu s morskom vodom.	Konstrukcije blizu mora ili na obali.
XS2	Stalno uronjen.	Dijelovi konstrukcija u moru.
XS3	Zone plime i oseke, zapljuskivanja i prskanja.	Dijelovi konstrukcija u moru.
5 Smrzavanje/odmrzavanje sa ili bez sredstava za odmrzavanje		
Kad je beton izložen značajnom djelovanju ciklusa smrzavanja/odmrzavanja dok je u vlažnom stanju, izloženost se mora razvrstati u razrede kako slijedi:		
XF1	Umjerena zasićenost vodom, bez sredstva za odmrzavanje.	Vertikalne površine betona izložene kiši i smrzavanju.
XF2	Umjerena zasićenost vodom sa sredstvom za odmrzavanje.	Vertikalne površine betona cestovnih konstrukcija izložene smrzavanju i sredstvima za odmrzavanje nošenim zrakom.
XF3	Velika zasićenost vodom, bez sredstva za odmrzavanje.	Horizontalne površine betona izložene kiši i smrzavanju.
XF4	Velika zasićenost vodom sa sredstvom za odmrzavanje ili morskom vodom.	Cestovne i mostovske kolničke ploče izložene sredstvima za odmrzavanje; Površine betona izložene direktnom prskanju sredstvima za odmrzavanje i smrzavanju; Zone zapljuskivanja konstrukcija u moru izložene smrzavanju.
6 Kemijsko djelovanje		
Kad je beton izložen kemijskom djelovanju iz prirodnog tla i podzemne vode, izloženost se mora razvrstati u razrede kako slijedi:		
XA1	Kemijski lagano agresivan okoliš.	Beton izložen prirodnom tlu i podzemnoj vodi prema Tablica 7-02-5.
XA2	Kemijski umjereno agresivan okoliš.	Beton izložen prirodnom tlu i podzemnoj vodi prema Tablica 7-02-5.
XA3	Kemijski vrlo agresivan okoliš.	Beton izložen prirodnom tlu i podzemnoj vodi prema Tablica 7-02-5.

Preporučene granične vrijednosti za sastav i svojstva betona ovisno o razredu izloženosti dane su u tablicama Tablica 7-02-2 do Tablica 7-02-4.

Tablica 7-02-2 Preporučene granične vrijednosti za sastav i svojstva betona grupe razreda izloženosti X0 i XC

	Razred izloženosti				
	Nema rizika od korozije ili štetnog djelovanja	Korozija uzrokovana karbonatizacijom			
		X0	XC1	XC2	XC3
Maksimalni v/c omjer	-	0,65	0,60	0,55	0,50
Minimalni razred tlačne čvrstoće	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37
Minimalni sadržaj cementa (kg/m ³)	-	260	280	280	300
Minimalni sadržaj zraka (%)	-	-	-	-	-
Drugi zahtjevi	-	-	-	-	-

Tablica 7-02-3 Preporučene granične vrijednosti za sastav i svojstva betona grupe razreda izloženosti XS i XD

	Razred izloženosti					
	Korozija uzorkovana kloridima					
	Kloridi iz morske vode			Kloridi koji nisu iz morske vode		
	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3
Maksimalni v/c omjer	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45
Minimalni razred tlačne čvrstoće	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45
Minimalni sadržaj cementa (kg/m ³)	300	320	340	300	300	320
Minimalni sadržaj zraka (%)	-	-	-	-	-	-
Drugi zahtjevi	-	-	-	-	-	-

Tablica 7-02-4 Preporučene granične vrijednosti za sastav i svojstva betona grupe razreda izloženosti XF i XA

	Razred izloženosti						
	Ciklusi smrzavanja/odmrzavanja				Kemijsko djelovanje		
	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Maksimalni v/c omjer ^c	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Minimalni razred tlačne čvrstoće	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45
Minimalni sadržaj cementa (kg/m ³)	300	300	320	340	300	320	360
Minimalni sadržaj zraka (%)	-	4,0 ^a	4,0 ^a	4,0 ^a	-	-	-
Drugi zahtjevi	Agregat u skladu s normom HRN EN 12620 s dovoljnom otpornošću na cikluse smrzavanja/odmrzavanja				-	Cement otporan na sulfate ^b	
^a Ako je beton projektiran s uvučenim zrakom, njegova svojstva treba ispitati odgovarajućom metodom ispitivanja u usporedbi s betonom za koji je dokazana otpornost na cikluse smrzavanja/odmrzavanja za odgovarajući razred izloženosti. ^b Gdje sulfat u okolišu dovodi do razreda izloženosti XA2 i XA3, bitno je koristiti cement otporan na sulfate u skladu s HRN EN 197-1. ^c Gdje se primjenjuje k-vrijednost, maksimalni v/c omjer i minimalni sadržaj cementa modificiraju se u skladu s postupkom iz potpoglavlja 5.2.5.2 norme HRN EN 206:2021.							

Okoliši pod kemijskim djelovanjem temelje se na prirodnom tlu i podzemnoj vodi pri temperaturama vode/tla između 5 °C i 25° C i dovoljno maloj brzini vode da se približi statičkim uvjetima. Najnepogodnija vrijednost za pojedinu kemijsku značajku određuje ovaj razred. Kad dvije ili više agresivnih značajki dovode do istog razreda, okoliš se mora razvrstati u sljedeći viši razred, osim ukoliko posebna studija za taj posebni slučaj ne dokaže da to nije potrebno. U nastavku je dana Tablica 7-02-5, preuzeta iz norme HRN EN 206:2021 koja daje granične vrijednosti kemijskih značajki podzemne vode i prirodnog tla za razredu izloženosti kemijskom djelovanju.

Tablica 7-02-5 Granične vrijednosti razreda izloženosti kemijskom djelovanju prirodnog tla i podzemne vode (Tablica 2 norme HRN EN 206:2021)

Kemijska značajka	Referentna metoda ispitivanja	XA1	XA2	XA3
Podzemna voda				
SO ₄ ²⁻ mg/l	EN 196-2	≥200 i ≤ 600	>600 i ≤ 3000	> 3000 i ≤ 6000
pH	ISO 4316	≤ 6,5 i ≥ 5,5	<5,5 i ≥ 4,5	< 4,5 i ≥ 4,0
CO ₂ mg/l agresivan	EN 13577	≥ 15 i ≤ 40	> 40 i ≤ 100	>100 do zasićenja
NH ₄ ⁺ mg/l	ISO 7150-1	≥ 15 i ≤ 30	> 30 i ≤ 60	>60 i ≤ 100
Mg ²⁺ mg/l	EN ISO 7980	≥ 300 i ≤ 1000	> 1000 i ≤ 3 000	>3000 do zasićenja
Tlo				
SO ₄ ²⁻ mg/kg ^{3 a} ukupno	EN 196-2 ^b	≥ 2000 i ≤ 3000 ^c	>3000 ^c i ≤ 12 000	>12 000 i ≤ 24 000
Kiselost prema Baumann-Gullyju ml/kg	prEN 16502	>200	Nije zabilježeno u praksi	
^a Glinovita tla propusnosti manje od 10 ⁻⁵ m/s mogu se premjestiti u niži razred. ^b Ispitna metoda propisuje ekstrakciju SO ₄ ²⁻ upotrebom klorovodične kiseline; alternativno, može se koristiti ekstrakcija vode, prema iskustvu dostupnom na mjestu uporabe betona. ^c Granična vrijednost od 3000 mg/kg mora se smanjiti na 2000 mg/kg ukoliko postoji rizik od nakupljanja sulfatnih iona u betonu uslijed ciklusa sušenja i vlaženja ili kapilarnog upijanja.				

7-02.1.2 SVOJSTVA BETONA U SVJEŽEM STANJU

7-02.1.2.a Razredi konzistencije

Kada je svježi beton opisan obzirom na razred konzistencije, potrebno je primijeniti postupak ispitivanja i razred prema Tablica 7-02-6 do

Tablica 7-02-8 Tablica 7-02-9u skladu s normom HRN EN 206:2021, dok se u slučaju samozbijajućeg betona (SCC) primjenjuje samo Tablica 7-02-9. Razredi konzistencije prema različitim metodama ispitivanja konzistencije nisu međusobno povezani.

Konzistenciju je moguće i definirati kao zadanu vrijednost s odstupanjima opisanim u Tablica 7-02-15.

Za zemljanovlažne betone, kakav je npr. uvaljani beton koji se zbija tehnologijom zbijanja zemljanih materijala, konzistencija nije propisana razredom.

Tablica 7-02-6 Razredi slijeganjem (slump)

Razred	Slijeganje u mm (ispitano prema HRN EN 12350-2:2019)
S1	10 do 40
S2	50 do 90
S3	100 do 150
S4	160 do 210
S5	≥ 220

Tablica 7-02-7 Razredi zbijanjem

Razred	Stupanj zbijenosti (ispitano prema HRN EN 12350-4:2019)
C0	≥ 1,46
C1	1,45 do 1,26
C2	1,25 do 1,11
C3	1,10 do 1,04
C4	< 1,04

Tablica 7-02-8 Razredi rasprostiranjem

Razred	Promjer rasprostiranja u mm (ispitano prema HRN EN 12350-5:2019)
F1	≤ 340
F2	350 do 410
F3	420 do 480
F4	490 do 550
F5	560 do 620
F6	≥ 630

Tablica 7-02-9 Razred rasprostiranja slijeganjem

Razred	Promjer rasprostiranja slijeganjem ^a u mm (ispitano prema HRN EN 12350-8:2019)
SF1	550 do 650
SF2	660 do 750
SF3	760 do 850

^a Razredba nije primjenjiva za D_{\max} veći od 40 mm.

7-02.1.2.b Razredi za dodatna svojstva samozbijajućeg betona (SCC)

Kada se razredba svježeg samozbijajućeg betona provodi u odnosu na viskoznost, sposobnost prolaza ili otpornosti na segregaciju sijanjem, primjenjuju se kriteriji dani u Tablica 7-02-10 do Tablica 7-02-14. do Tablica 7-02-10 Razredi viskoznosti - t_{500}

Razred	t_{500} ^a u sekundama (ispitano prema HRN EN 12350-8:2019)
VS1	< 2,0
VS2	≥ 2,0

^a Razredba nije primjenjiva za D_{\max} veći od 40 mm.

Tablica 7-02-11 Razredi viskoznosti - t_v

Razred	t_v ^a u sekundama (ispitano prema HRN EN 12350-9:2010)
VF1	< 9,0
VF2	9,0 do 25,0

^a Razredba nije primjenjiva za D_{\max} veći od 22,4 mm.

Tablica 7-02-12 Razredi sposobnosti prolaza –L-posuda

Razred	Omjer L-posude (ispitano prema HRN EN 12350-10:2010)
PL1	≥ 0,80 s 2 šipke
PL2	≥ 0,80 s 3 šipke

Tablica 7-02-13 Razredi sposobnosti prolaza – J-prsten

Razred	J-prsten korak u mm (ispitano prema HRN EN 12350-12:2010)
PJ1	≤ 10 s 12 šipki
PJ2	≤ 10 sa 16 šipki

^a Razredba nije primjenjiva za D_{\max} veći od 40 mm.

Tablica 7-02-14 Razredi otpornosti na segregaciju sijanjem

Razred	Udio segregacije u % (ispitano prema HRN EN 12350-11:2010)
SR1	≤ 20
SR2	≤ 15

^a Razredba nije primjenjiva za D_{\max} veći od 40 mm.

U nastavku je dana tablicama s kriterijima prihvaćanja za vrijednosti konzistencije i viskoznosti opisanim u tablicama Tablica 7-02-6 Tablica 7-02-11.

Tablica 7-02-15 Kriteriji prihvaćanja za zadane vrijednosti^a konzistencije i viskoznosti

Slijeganje prema HRN EN 12350-2:2019			
Zadana vrijednost	≤ 40	50 do 90	≥ 100
Odstupanje u mm	± 10	± 20	± 30
Stupanj zbijenosti prema HRN EN 12350-4:2019			
Zadana vrijednost	≤ 1,26	1,25 do 1,11	≥ 1,10
Odstupanje u mm	± 0,13	± 0,11	± 0,08
Promjer rasprostiranja prema HRN EN 12350-5:2019			
Zadana vrijednost	Sve vrijednosti		
Odstupanje u mm	± 40		
Promjer rasprostiranja slijeganjem prema HRN EN 12350-8:2019			
Zadana vrijednost	Sve vrijednosti		
Odstupanje u mm	± 50		
t_{500} prema HRN EN 12350-8:2019			
Zadana vrijednost	Sve vrijednosti		
Odstupanje u mm	± 1		
t_v prema HRN EN 12350-9:2010			
Zadana vrijednost	< 9		≥ 9
Odstupanje u mm	± 3		± 5

^a Ove se vrijednosti odnose osim ako su alternativne vrijednosti dane u Dodatku D norme HRN EN 206:2021 ili u odredbi važećoj prema mjestu ugradnje.

7-02.1.2.c Maksimalno zrno agregata

Maksimalno zrno agregata (D_{max}) treba odabrati uzimajući u obzir debljinu zaštitnog sloja betona, razmak šipki armature i najmanju dimenziju poprečnog presjeka elementa, a za razredbu treba uzeti gornju veličinu krupne frakcije agregata (D_{max}) prema normi HRN EN 12620:2008.

7-02.1.3 SVOJSTVA BETONA U OČVRSNULOM STANJU**7-02.1.3.a Razredi tlačne čvrstoće**

Kada se beton svrstava u razrede prema tlačnoj čvrstoći, primjenjuje se Tablica 7-02-16 za obični i teški beton. Karakteristična tlačna čvrstoća pri starosti 28 dana valjka dimenzija 150 mm promjera i 300 mm visine ($f_{ck, valj}$) ili karakteristična tlačna čvrstoća pri starosti 28 dana kocke brida 150 mm ($f_{ck, koc}$), ispitana prema normi HRN EN 12390-3:2019 mogu se koristiti za razredbu.

Tablica 7-02-16 Razredi tlačne čvrstoće za normalne i teške betone

Razred tlačne čvrstoće	Minimalna karakteristična tlačna čvrstoća na valjku $f_{ck, valj}$ N/mm^2	Minimalna karakteristična tlačna čvrstoća na kocki $f_{ck, koc}$ N/mm^2
C8/10	8	10
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105
C100/115	100	115

7-02.1.3.b Razredi vodonepropusnosti betona

Kada se beton svrstava u razrede prema vodonepropusnosti, primjenjuje se Tablica 7-02-17 za obični i teški beton. Za razredbu se koriste rezultati dobiveni ispitivanjem prema normi HRN EN 1128:2007 na valjcima dimenzija 150 mm promjera i 300 mm visine ili na kockama brida 150 mm, pri starosti betona 28 dana.

Tablica 7-02-17 Razredi vodonepropusnosti betona

Razred vodonepropusnosti	Dopušteni prosječni prodor vode mm <i>prema HRN EN 12390-8:2019</i>
VDP1	50
VDP2	30
VDP3	15

7-02.1.3.c Razredi otpornosti betona na habanje

Kada se beton svrstava u razrede otpornosti na habanje, primjenjuje se Tablica 7-02-18 Tablica 7-02-17 za obični i teški beton. Za razredbu se koriste rezultati dobiveni ispitivanjem prema normi HRN 1128:2007, dodatak M, (Böhme-ov postupak), pri starosti betona 28 dana.

Tablica 7-02-18 Razredi otpornosti betona na habanje

Razred otpornosti na habanje	Najveća dopuštena količina obrušenog betona $\text{cm}^3/50 \text{ cm}^2$ <i>prema HRN 1128:2007, dodatak M</i>
XM1	25
XM2	21
XM3	18

7-02.1.3.d Razredi otpornosti betona na cikluse smrzavanja i odmrzavanja

Kada se beton svrstava u razrede otpornosti na cikluse smrzavanja i odmrzavanja, primjenjuje se Tablica 7-02-19 Tablica 7-02-17 za obični i teški beton. Za razredbu se koriste rezultati dobiveni ispitivanjem prema normi HRN CEN/TR 15177:2006, pri starosti betona 28 dana.

Tablica 7-02-19 Razredi otpornosti betona na cikluse smrzavanja i odmrzavanja

Razred otpornosti betona na cikluse smrzavanja i odmrzavanja	Pad dinamičkog modula elastičnosti <i>prema HRN CEN/TR 15177:2006</i>
XF1	<25% nakon 28 ciklusa
XF3	<25% nakon 56 ciklusa

7-02.1.3.e Razredi otpornosti betona na cikluse smrzavanja i odmrzavanja sa solima za odleđivanje

Kada se beton svrstava u razrede otpornosti na cikluse smrzavanja i odmrzavanja sa solima za odleđivanje, primjenjuje se Tablica 7-02-20 Tablica 7-02-17 za obični i teški beton. Za razredbu se koriste rezultati dobiveni ispitivanjem prema normi HRS CEN/TS 12390-9:2016, pri starosti betona 28 dana.

Tablica 7-02-20 Razredi otpornosti betona na cikluse smrzavanja i odmrzavanja sa solima za odleđivanje

Razred otpornosti betona na cikluse smrzavanja i odmrzavanja sa solima za odleđivanje	Gubitak na masi (ljuštenje) <i>prema HRS CEN/TS 12390-9:2016</i>
XF2	<0,5 kg/m^3 prosječno i <1 kg/m^3 pojedinačno nakon 28 ciklusa
XF4	<0,5 kg/m^3 prosječno i <1 kg/m^3 pojedinačno nakon 56 ciklusa

7-02.2 ZAHTJEVI ZA BETON I POSTUPCI VERIFIKACIJE

Beton može biti uvjetovan kao:

- projektirani beton
- beton zadanog sastava

- beton normiranog zadanog sastava (uvjetovanog normom).

Za početna ispitivanja projektiranog betona odgovoran je proizvođač, za beton zadanog sastava uvjetovatelj, a za beton normiranog zadanog sastava normizacijsko tijelo.

Prethodna ispitivanja treba provesti prije uporabe novog betona, što znači betona zadanog sastava i ponoviti ga kad se pojave značajne promjene u sastavnim materijalima ili uvjetovanim svojstvima.

Ako bi se beton ugrađivao na gradilištu pri vrlo različitim temperaturnim uvjetima ili ako bi se primjenjivala toplinska obrada, treba o tome informirati proizvođača kako bi procijenio utjecaj uvjeta betoniranja na svojstva betona i poduzeo potrebna dodatna ispitivanja i mjere osiguranja zadanih svojstava.

Beton, kao i svi sastavni materijali moraju biti dopremljeni na gradilište s važećom dokumentacijom, što podrazumijeva:

- izjavu o svojstvima
- CE ili C oznaku
- tehničku uputu.

Izjavu o svojstvima izdaje proizvođač na temelju važećeg Certifikata o stalnosti svojstava, odnosno Certifikata o kontroli tvorničke proizvodnje.

Iznimno, proizvođač nema obvezu sastavljanja Izjave o svojstvima ako je građevni proizvod proizveden ili izrađen u skladu sa svojstvima koja su specificirana u Glavnom projektu i ako je građevni proizvod proizveden:

- u izvanserijskom postupku
- izrađen na gradilištu ili u sklopu neindustrijskog postupka za potrebe ugradnje na predmetnom gradilištu
- na tradicionalan način ili na način koji je primjeren očuvanju baštine (građevina upisana u Registar kulturnih dobara Republike Hrvatske).

Proizvođač koji je građevni proizvod ujedno i ugradio u tu građevinu preuzima odgovornost za proizvod i njegovu sigurnu ugradnju izjavom upisanom u građevinski dnevnik. U protivnom ga se ne smije ugrađivati.

7-03 UVALJANI BETON

7-03.1 Svojstva uvaljanog betona u svježem stanju

Svojstva svježeg uvaljanog betona potrebno je ispitati prema Tablica 7-03-1

Tablica 7-03-1 Svojstva uvaljanog betona u svježem stanju i metode ispitivanja

Svojstvo	Metoda ispitivanja
Obradivost (mjerena konzistencijom)	Vebe ispitivanje prema HRN EN 12350-3; Stupanj zbijenosti prema HRN EN 12350-4:2019*
Sadržaj zraka u mješavini	Povratni proračun recepture betona iz poznate gustoće.
Gustoća	Modificiranim Proctorovim postupkom prema HRN EN 13286-2:2021
Udio vode	Modificiranim Proctorovim postupkom prema HRN EN 13286-2:2021

Napomena: *uz modifikaciju metode koja se odnosi na mjerenje smanjenja visine zbijenog betona u pet točaka, od kojih se dodatna, peta točka nalazi na najvišem mjestu površine zbijenog uvaljanog betona.

7-03.2 Svojstva uvaljanog betona u očvrslom stanju

Svojstva uvaljanog betona u očvrslom stanju ispituju se prema nizu normi HRN EN 12390 koje odgovaraju ispitivanjima očvrslulog betona (običnog) te su navedena u Tablica 7-03-2..

Tablica 7-03-2 Svojstva uvaljanog betona u očvrslom stanju i metode ispitivanja

Svojstvo	Metoda ispitivanja
Tlačna čvrstoća	Tlačna čvrstoća očvrslulog betona prema HRN EN 12390-3:2019
Gustoća	Gustoća očvrsluloga betona prema HRN EN 12390-7:2019
Vlačna čvrstoća cijepanjem	Vlačna čvrstoća cijepanjem ispitnih uzoraka prema HRN EN 12390-6:2010
Vlačna čvrstoća savijanjem	Čvrstoća ispitnih uzoraka na savijanje prema HRN EN 12390-5:2019
Dubina prodora vode pod tlakom	Dubina prodora vode pod tlakom prema HRN EN 12390-8:2019
Modul elastičnosti	Određivanje sekantnog modula elastičnosti pri tlaku prema HRN EN 12390-13:2013
Otpornost površine betona na cikluse smrzavanja i odmrzavanja uz soli za odleđivanje	Otpornost na smrzavanje i odmrzavanje -- Ljuštenje prema HRS CEN/TS 12390-9:2016
Otpornost na habanje	Habanje prema HRN 1128:2007, dodatak M

Izrada uzoraka

Za uvaljani beton u proizvodnji i pri ugradnji mjerodavna je ugradnja u kalupe prema HRN EN 13286-50:2005 (Proctorov nabijač i vibracijski stol), HRN EN 13286-51:2005 (vibracijski čekić), HRN EN 13286-52:2005 (vibracijsko stlačivanje) i HRN EN 13286-53 (aksijalno stlačivanje), priprema uzoraka na potrebne dimenzije piljenjem, ispitivanje prema normama niza HRN EN 12390 i ocjena prema HRN EN 206:2021 i HRN 1128:2007.

Za uvaljani beton ugrađen u betonski kolnik mjerodavne su odredbe norme HRN EN 13877-2:2013, odnosno vađenje uzoraka iz konstrukcije i ispitivanje prema HRN EN 12504-1:2019/Ispr.1:2020 te ocjena prema HRN EN 13877-2:2013.

7-04 MLAZNI BETON

7-04.1 RAZREDBA MLAZNOG BETONA

Razredba mlaznog betona provodi se u skladu s normom za obični beton, HRN EN 206:2021 kako slijedi:

7-04.1.1 Konzistencija

Razredba u odnosu na konzistenciju svježeg mlaznog betona primjenjuje se u slučaju betoniranja mokrim postupkom te se u tom slučaju primjenjuju razredi za obični beton opisani u tablicama Tablica 7-02-6 do Tablica 7-02-9 prema normi HRN EN 206:2021.

7-04.1.2 Razredi izloženosti

Granične vrijednosti dane u normi HRN EN 206:2021 za sastav betona u odnosu na razrede izloženosti primjenjuju se sa sljedećim iznimkama:

- preporučena minimalna količina cementa na m³ betona mora biti 300 kg/m³
- preporuke za minimalnu količinu uvučenog i zahvaćenog zraka nisu primjenjive (raspoložive metode ispitivanja količine zraka ne daju pouzdane podatke kada je u pitanju svježi mlazni beton).

7-04.1.3 Svježi mlazni beton

Svježi mlazni beton može se klasificirati prema ranom razvoju tlačne čvrstoće. Razredba se temelji na prosječnom rasponu tipične brzine očvršćivanja prema odabranom proizvodnom procesu i zahtjevima. Razlikujemo razrede rane tlačne čvrstoće J1, J2 i J3, a opis je dan na slici 1 norme HRN EN 14488-1:2005.

Rana tlačna čvrstoća određuje se metodom penetracijske igle prema HRN EN 14488-2:2007 i/ili metodom skidanja klina prema HRN EN 14488-2:2007, prema očekivanom rasponu čvrstoće.

7-04.1.4 Tlačna čvrstoća

Razredba tlačne čvrstoće mlaznog betona provodi se u skladu s razredbom za obični beton, Tablica 7-02-16.

7-04.1.5 Mlazni beton ojačan vlaknima

Razredi rezidualne čvrstoće

Razredba rezidualne čvrstoće vrši se određivanjem razine čvrstoće u određenom području deformacije prema Tablica 7-04-1. Ispitivanje je potrebno provesti u skladu s HRN EN 14488-3:2007 i označiti kombinacijom simbola za navedeno područje deformacije i razinu čvrstoće.

Tablica 7-04-1 Otkloni razreda rezidualne čvrstoće, prema HRN EN 14487-1:2005.

Raspon deformacije		Razina čvrstoće (minimalna čvrstoća u MPa)			
	Otklon mm	S1	S2	S3	S4
D1	0,5 do 1	1	2	3	4
D2	0,5 do 2				
D3	0,5 do 4				

Sposobnost apsorpcije energije

Ako je sposobnost apsorpcije energije materijala zadana, ona se utvrđuje na uzorku oblika ploče koji se ispituje u skladu s HRN EN 14488-5:2007.

Tablica 7-04-2 Definicije razreda apsorpcije energije, prema HRN EN 14487-1:2005.

Razred apsorpcije energije	Apsorpcija energije u J za otklon do 25 mm
E500	500
E700	700
E1000	1000

7-04.2 Zahtjevi za očvrsnuli mlazni beton

7-04.2.1 Zahtjevi za sastavne materijale

Sastavni materijali mlaznog betona ne bi smjeli sadržavati štetne sastojke u mjeri koja može narušiti trajnost betona ili prouzrokovati koroziju armature te moraju biti prikladni za namjeravanu uporabu u mlaznom betonu.

Gdje je opća prikladnost za sastavni materijal utvrđena, to ne potvrđuje nužno prikladnost tog materijala u svakoj situaciji i za svaki sastav mlaznog betona.

Zahtjevi za sastavne materijale dani su u tablici Tablica 7-04-3.

Tablica 7-04-3 Zahtjevi za sastavne materijale za izradu mlaznog betona

Sastavni materijal	Zahtjevi
Cement	Prikladnost mora biti dokazana za cement u skladu s normom HRN EN 197-1:2012
Agregat	Prikladnost za određenu namjenu potrebno je dokazati za agregat u skladu s normom HRN EN 12620:2008 ili HRN EN 13055:2016
Voda	Voda za miješanje mora biti u skladu s normom HRN EN 1008:2002
Dodaci	Dodaci moraju biti u skladu s normom HRN EN 934-2:2012 i/ili HRN EN 934-5:2008 i HRN EN 934-6:2019
Mineralni dodaci	Mineralni dodaci moraju biti u skladu sa zahtjevima iz norme HRN EN 206:2021
Polimerom modificiran mlazni beton	Polimerom modificiran mlazni beton za popravak mora biti u skladu s normom HRN EN 1504-3:2005
Vlakna	Vlakna moraju zadovoljiti zahtjeve iz norme HRN EN 14889-1:2007 i HRN EN 14889-2:2008

7-05 HIDROTEHNIČKI BETON

7-05.1 OPĆENITO

Pod pojmom hidrotehnički beton podrazumijeva se beton koji se upotrebljava za izvođenje građevina, konstrukcija ili pojedinih njihovih dijelova koji su stalno ili povremeno u dodiru s vodom. Za takav beton je važno da osim što treba zadovoljiti uvjete nosivosti i stabilnosti, mora biti vodonepropustan, otporan na atmosferske uvjete izloženosti te da ima što manje volumne deformacije – skupljanje i temperaturne promjene.

U ove betone spadaju:

- betoni za izvedbu i oblaganje hidrotehničkih građevina kao što su kanali (pravokutni, trapezni), obloge tunela i sl.
- masivni hidrotehnički betoni za izradu elemenata velikih dimenzija na hidrotehničkim građevinama kao što su masivne betonske brane ili druge konstrukcije velikih dimenzija

7-05.2 BETONI ZA IZVEDBU I OBLAGANJE HIDROTEHNIČKIH GRAĐEVINA

Betoni za izvedbu i oblaganje hidrotehničkih građevina su obuhvaćeni i specificirani normom HRN EN 206:2021. Betoni za oblaganje kanala trapeznog poprečnog presjeka se najčešće izvode finišerima za beton, što za betone postavlja zahtjev niske konzistencije (tzv. „zemljo-vlažna“ konzistencija) te ih svrstava po sličnosti s betonima za betonske kolnike. Slično tome, razlikujemo i uvaljane betone koji se koriste kod izgradnje gravitacijskih betonskih brana kao i u cestogradnji (nosivi kolnički slojevi - „stabilizacija“), a po sastavu i postupku ugradnje su isti. Ova kategorija je obrađena u poglavlju 7-03..

7-05.3 UVALJANI BETON

Svojstva uvaljanog betona u svježem stanju

Svojstva svježeg uvaljanog betona potrebno je ispitati prema Tablica 7-05-1.

Tablica 7-05-1 Svojstva uvaljanog betona u svježem stanju i metode ispitivanja

Svojstvo	Metoda ispitivanja
Obradivost (mjerena konzistencijom)	Vebe ispitivanje prema HRN EN 12350-3:2019; Stupanj zbijenosti prema HRN EN 12350-4:2019*
Sadržaj zraka u mješavini	Povratni proračun recepture betona iz poznate gustoće.
Gustoća	Modificiranim Proctorovim postupkom prema HRN EN 13286-2:2010/Ispr.1:2013
Udio vode	Modificiranim Proctorovim postupkom prema HRN EN 13286-2:2010/Ispr.1:2013

*Napomena: *uz modifikaciju metode koja se odnosi na mjerenje smanjenja visine zbijenog betona u pet točaka, od kojih se dodatna, peta točka nalazi na najvišem mjestu površine zbijenog uvaljanog betona.*

Svojstva uvaljanog betona u očvrslom stanju

Svojstva uvaljanog betona u očvrslom stanju ispituju se prema nizu normi HRN EN 12390 koje odgovaraju ispitivanjima očvrslulog betona (običnog) te su navedena u Tablica 7-03-2.

Tablica 7-05-2 Svojstva uvaljanog betona u očvrslom stanju i metode ispitivanja

Svojstvo	Metoda ispitivanja
Tlačna čvrstoća	Tlačna čvrstoća očvrslulog betona prema HRN EN 12390-3:2019
Gustoća	Gustoća očvrsluloga betona prema HRN EN 12390-7:2019/Ispr.1:2020
Vlačna čvrstoća cijepanjem	Vlačna čvrstoća cijepanjem ispitnih uzoraka prema HRN

	EN 12390-6:2010
Vlačna čvrstoća savijanjem	Čvrstoća ispitnih uzoraka na savijanje prema HRN EN 12390-5:2019
Dubina prodora vode pod tlakom	Dubina prodora vode pod tlakom prema HRN EN 12390-8:2019
Modul elastičnosti	Određivanje sekantnog modula elastičnosti pri tlaku prema HRN EN 12390-13:2013:2021
Otpornost površine betona na cikluse smrzavanja i odmrzavanja uz soli za odleđivanje	Otpornost na smrzavanje i odmrzavanje -- Ljuštenje prema HRS CEN/TS 12390-9:2016
Otpornost na habanje	Habanje prema HRN 1128:2007, dodatak M

Izrada uzoraka

Za uvaljani beton u proizvodnji i pri ugradnji mjerodavna je ugradnja u kalupe prema HRN EN 13286-50:2005 (Proctorov nabijač i vibracijski stol), HRN EN 13286-51:2005 (vibracijski čekić), HRN EN 13286-52:2005 (vibracijsko stlačivanje) i HRN EN 13286-53:2005 (aksijalno stlačivanje), priprema uzoraka na potrebne dimenzije piljenjem, ispitivanje prema normama niza HRN EN 12390 i ocjena prema HRN EN 206:2021 i HRN 1128:2007.

Za uvaljani beton ugrađen u betonski kolnik mjerodavne su odredbe norme HRN EN 13877-2:2013, odnosno vađenje uzoraka iz konstrukcije i ispitivanje prema HRN EN 12504-1:2019/Ispr.1:2020 te ocjena prema HRN EN 13877-2:2013.

Ako projektom betonske konstrukcije nije drugačije propisano, betoni za oblaganje hidrotehničkih građevina moraju biti specificirani prema kriterijima iz Tablice Tablica 7-05-3 Kriteriji za beton za oblaganje hidrotehničkih građevina.

Tablica 7-05-3 Kriteriji za beton za oblaganje hidrotehničkih građevina

Svojstvo	Kriterij
Razred tlačne čvrstoće	C35/45
Vodonepropusnost betona	VDP2
Otpornost betona na cikluse smrzavanja i odmrzavanja	XF3

7-05.4 MASIVNI HIDROTEHNIČKI BETONI

Masivni hidrotehnički betoni podrazumijevaju betone koji se ugrađuju u hidrotehničke građevine (npr. brane) ili konstrukcije većih elemenata čiji je volumen veći od 10 m³ i najmanja dimenzija veća od 1,0 m.

Iako su osnovna svojstva i zahtjevi za masivni hidrotehnički beton slična kao i za ostale betone te se isti mogu proizvoditi, specificirati i potvrđivati prema općoj normi specifikacije za beton HRN EN 206:2021, ona ne definira posebnosti masivnog betona.

Velika masa betona razvija visoku toplinu hidratacije i akumulira tu toplinu, no prilikom hlađenja (koje je izraženije na površini betona) dolazi do skupljanja betona. Kako su spriječene deformacije betona zbog temeljnog tla ili razlike temperature na površini i unutrašnjosti betona, javljaju se vlačna naprezanja, a samim time i tzv. termičke pukotine na betonskoj površini. Pojava pukotina ugrožava stabilnost i vodonepropusnost konstrukcije kao osnovna uporabna svojstva građevine, a pogotovo mogu biti opasne ako voda pod tlakom prodre u njih te ako postoji mogućnost smrzavanja i odmrzavanja betona jer se na taj način dodatno oštećuje njegova struktura.

Da bi se izbjegle pukotine, potrebno je minimizirati razliku između površinske i unutarnje temperature betona te se u tu svrhu projektom konstrukcije za masivne brane i sl. konstrukcije mora specificirati:

- konstrukcijske mjere (tip konstrukcije, dilatacije i reške te dimenzije blokova)
- tehnološke mjere koje se moraju poduzeti (cement niske topline hidratacije, podjela na betone za lice i betone za jezgru brane, maksimalno smanjenje količine cementa, definiranje maksimalnog zrna agregata do 125 mm)
- najviša temperatura betona kao rezultat početne temperature betona, realnih lokalnih atmosferskih uvjeta, razvoja topline hidratacije cementa i sastava betona (isto se dokazuje Termičkim proračunom betona).

7-05.4.1 Termički proračun betona

Izvođač radova dužan je, prije početka betoniranja, izraditi Termički proračun betona kako bi se utvrdile maksimalne temperature betona koje će se razviti unutar pojedinog bloka betona, a sve kako bi se zadovoljili sljedeći uvjeti:

- maksimalna temperatura pojedinog bloka betona ne smije prelaziti 65°C
- maksimalni temperaturni gradijent ne smije prelaziti vrijednost od 25 °C/25 cm.

U svrhu zadovoljenja gore navedenih uvjeta, moguća je primjena sljedećih mjera odnosno kombinacija istih:

Tehnološke mjere:

- smanjenje udjela cementa po m³ betona
- zamjena dijela cementa mineralnim dodatkom (npr. leteći pepeo, zgura)
- izbor vrste cementa niže topline hidratacije
- optimizacija granulometrijskog sastava agregata i vrste agregata
- uporaba odgovarajućih aditiva
- podjela betonske konstrukcije po blokovima i optimizacija redoslijeda betoniranja po blokovima (dokazuje se Termičkim proračunom)
- ovisno o dobu godine, odabrati pogodno vrijeme u danu za početak betoniranja (izbjegavati betoniranje ljeti, po potrebi betonirati noću)
- osigurati što kraće vrijeme koje beton provede u transportu od betonare do mjesta ugradnje, jer se i miješanjem betona u mikseru povećava njegova temperatura
- poželjno je da mikseri za transport betona budu što svjetlije boje (po mogućnosti bijela) kako bi se minimizirala apsorpcija topline sunčevim zračenjem.

Mjere njegovanja betona

Njegovanje mora započeti što prije i trajati što duže, ili sve dok temperatura bloka ne dostigne prihvatljivu temperaturu propisanu u Termičkom proračunu. Moguća je primjena sljedećih mjera:

- prekrivanje površine betona materijalima s termoizolacijskim svojstvima (npr. stiropor ili geotekstil) s ciljem smanjenja temperaturnog gradijenta
- polijevanje površine betona vodom (preporuča se polijevanje površine špricanjem, a ne direktnim mlazom kako se ne bi narušila završna izvedba površine; izbjegavati vodu vrlo niske temperature u odnosu na temperaturu betona, preporučuje se maksimalna razlika od 10-15°C)
- voditi dnevnik mjerenja temperature betona (npr. postavljanjem bakrenih cijevi u beton po visini elementa koje su ispunjene vodom i mjerenjem temperature vode ili preko ugrađenih senzora) i ovisno o temperaturi u betonu prilagoditi vrstu i trajanje njegovanja.

Termički proračun sastavni je dio projektne dokumentacije, izrađuje ga izvođač radova koji mora odrediti period (približan datum u godini) početka betoniranja kako bi se iz povijesnih podataka uzele u obzir prosječne temperature za to doba godine. U slučaju da dođe do bitne promjene u vremenu početka betoniranja, potrebno je izraditi novi Termički proračun.

7-05.5 ZAHTJEVI ZA HIDROTEHNIČKI - MASIVNI BETON

Određivanje sastava betona postupak je kojim se utvrđuje udio i svojstva pojedinih sastavnih materijala betona tako da budu zadovoljena zahtijevana svojstva svježeg i očvrstnulog betona.

U slučaju da je zbog poštivanja graničnih uvjeta razvoja topline u betonu i uvjeta maksimalnih temperaturnih gradijenata potrebno izraditi beton zadanog sastava, njegova je svojstva potrebno prethodno ispitati.

Kod prethodnih ispitivanja i utvrđivanja sastava betona potrebno je zadovoljiti zahtjeve čvrstoće, trajnosti i obradivosti, a sve u skladu s postupkom i normama za obični beton, opisano u normi HRN EN 206:2021.

7-05.5.1 Zahtjevi za svježi masivni beton

Za svojstva svježeg betona uobičajeni zahtjevi su:

Temperatura

Mjerenje temperature odmah po završetku miješanja i po potrebi nakon određenog vremena koji odgovara vremenu potrebnom da mikser iz betonare stigne na gradilište. Mjerenje provesti u skladu s normom HRN U M1.032.

Konzistencija

Za masivne hidrotehničke betone uobičajena je tražena konzistencija slijeganjem 10-50 mm. Ispitivanje provesti u skladu s normom HRN EN 12350-2:2019.

Sadržaj pora

Ovisno o razredu otpornosti betona na cikluse smrzavanja i odmrzavanja (sa i bez soli za odleđivanje), preporučene vrijednosti količine uvučenog zraka u % dane su u tablici N.2 norme HRN 1128:2007.

Preporučena količina mikropora uvučenog zraka za aerirane betone maksimalnog zrna agregata $D_{\max} = 32$ mm je 3-5%.

Ispitivanje provesti u skladu s normom HRN EN 12350-7:2019.

7-05.5.2 Zahtjevi za očvrsnuli masivni beton

Za svojstva očvrsnulog betona uobičajeni zahtjevi su:

Tlačna čvrstoća

Tlačna čvrstoća određena je projektom za pojedine elemente konstrukcije ili za cijelu konstrukciju općenito. Uobičajeno je ispitivanje tlačne čvrstoće pri 28 dana starosti betona, a po potrebi mogu biti dodatno zahtjevane i druge starosti betona. Ispitivanje provesti u skladu s normom HRN EN 12390-3:2019, a rezultate vrednovati u skladu s tablicom B.1 norme HRN EN 206:2021.

Vodonepropusnost

Vodonepropusnost betona je određena projektom. Ispitivanje provesti u skladu s normom HRN EN 12390-8:2019, a rezultat vrednovati prema zadanim vrijednostima iz norme HRN EN 1128:2007.

Otpornost betona na cikluse smrzavanja i odmrzavanja

Otpornost betona na cikluse smrzavanja i odmrzavanja uobičajeno je opisana razredom izloženosti XF3. U tom slučaju, ispitivanje treba provesti u skladu s normom HRN CEN/TR 15177:2006, a rezultat vrednovati prema zadanim vrijednostima iz norme HRN 1128:2007.

7-06 SMJESA ZA INJEKTIRANJE NATEGA ZA PREDNAPINJANJE

7-06.1 OPĆENITO

Injektiranje se koristi u slučaju kada je potrebno:

- osigurati zaštitu čelika za prednapinjanje od korozije
- osigurati vezu između čelika za prednapinjanje i cijevi
- omogućiti prijenos tlačnih naprezanja u konstrukciji u smjeru poprečno na natege za prednapinjanje
- ispuniti sve praznine u kojima se voda može nakupiti i uzrokovati štetu od smrzavanja.

Načela ispitivanja predviđena normom HRN EN 447:2008 uključuju tri razine:

- 1) ispitivanje početnog tipa i audit ispitivanje (nije predmet ovih Općih tehničkih uvjeta)
- 2) ispitivanje prikladnosti za potvrdu odabrane smjese za određeni projekt u skladu s HRN EN 445:2008
- 3) kontrola tijekom injektiranja na određenom projektu u skladu s HRN EN 445:2008.

7-06.1.1 Sastavni materijali

Voda

Voda korištena za spravljanje smjese za injektiranje mora biti u skladu s HRN EN 1008:2002.

Kemijski dodatci

Dodatci moraju biti u skladu s HRN EN 934-4:2010 ili HRN EN 934-2:2012. Moguća je uporaba dodataka pojedinačno ili u kombinaciji te je njihova uporaba dozvoljena isključivo prema uputama proizvođača.

Mineralni dodatci

Smjesa za injektiranje može sadržavati silikatnu prašinu koja mora biti u skladu s HRN EN 13263-1:2009. Moguća je i uporaba drugih mineralnih dodataka koji su u skladu s poglavljem 5 norme HRN EN 206:2021, ako je to dopušteno obzirom na mjesto ugradnje smjese za injektiranje. Vrsta i količina dodataka mora biti specificirana.

7-06.1.2 Doziranje i miješanje smjese za injektiranje

Materijali se mogu dozirati i miješati na mjestu ugradnje za proizvodnju smjese za injektiranje. Alternativno, suhi materijali se mogu dozirati u tvornici za gotovu smjesu za injektiranje i pomiješati s tekućim komponentama na mjestu ugradnje.

Svi materijali moraju se dozirati po masi, osim vode za miješanje i tekućih dodataka koji se mogu dozirati po masi ili volumenu. Točnost šarže mora biti:

- $\pm 2\%$ za cement, suhe kemijske dodatke i mineralne dodatke
- $\pm 1\%$ za vodu i tekuće dodatke

od navedene količine.

Voda sadržana u tekućim dodatcima uključuje se u izračun v/c omjera.

Svi pucolanski materijali koji se koriste kao zasebni sastojci moraju biti uključeni u izračun v/c omjera u skladu s postupcima iz HRN EN 206:2021.

Miješanje se mora izvesti mehanički s prikladnom opremom kako bi se dobila homogena i stabilna smjesa s plastičnim svojstvima navedenim u točki 6 norme HRN EN 447:2008.

Za svaku smjesu za injektiranje proizvedenu u skladu s HRN EN 447:2008 proizvođač mora navesti sljedeće podatke:

- omjeri komponenata smjese
- v/c omjer i njegovo prihvatljivo odstupanje
- redosljed uvođenja materijala, vrsta miješača i vrijeme miješanja
- raspon temperature unutar koje je smjesa u skladu s normom HRN EN 447:2008.

Napomena 1: Smjese u skladu s HRN EN 447:2008 obično će imati v/c omjer ispod 0,4.

Napomena 2: HRN EN 445:2008 zahtijeva da se ispitivanje prikladnosti provodi korištenjem iste vrste opreme za miješanje koja će se koristiti na mjestu stvarne ugradnje u konstrukciju, stoga je poželjno koristiti istu vrstu opreme za sva ispitivanja koliko je to moguće.

7-06.1.3 Početno ispitivanje tipa

Početno ispitivanje tipa mora se provesti za bilo koju smjesu za injektiranje što ranije prije upotrebe na projektu u sljedećim slučajevima:

- za svaku novu recepturu smjese za injektiranje
- kada dođe do promjene komponenti smjese za injektiranje, što će vjerojatno imati značajan učinak na svojstva smjese
- ako je smjesa za injektiranje namijenjena korištenju u temperaturnom rasponu za koji prethodno nije provedeno početno ispitivanje tipa.

Svojstva, metode ispitivanja i minimalni broj ispitivanja za početno ispitivanje tipa navedeni su u tablici

Tablica 7-06-1 Opseg početnog ispitivanja tipa, preuzeti iz HRN EN 447:2008

Svojstvo	Ispitna metoda	Minimalni broj ispitivanja
Homogenost	Prisutnost grudica na situ	1 ispitivanje
Protočnost	Metoda s lijevkom	1 ispitivanje odmah po završetku miješanja 2 ispitivanja 30 minuta nakon završetka miješanja
Izdvajanje vode	Metoda sa cilindričnom posudom	1 ispitivanje
Volumne deformacije	Metoda s metalnim kanticama	1 ispitivanje
Tlačna čvrstoća	Metoda s valjcima ili metoda s polovicama prizmi	1 ispitivanje
Vrijeme vezanja	HRN EN 196-3:2016	1 ispitivanje
Gustoća	Izračun iz izmjere mase i volumena	1 ispitivanje odmah po završetku miješanja

Protočnost, izdvajanje vode, vrijeme vezanja ti gustoća moraju biti ispitani pri maksimalnim i minimalnim temperaturama deklariranog temperaturnog raspona korištenja smjese za injektiranje te pri referentnoj temperaturi (20±3) °C. Međutim, ako je razlika između minimalne i maksimalne temperature unutar 15° i ako je raspon centriran otprilike oko (20±3) °C, tada se ispitivanje na referentnoj temperaturi od (20±3) °C smatra dovoljnim. Ostala ispitivanja provode se samo na referentnoj temperaturi (20±3) °C.

7-06.2 SVOJSTVA SVJEŽE SMJESE ZA INJEKTIRANJE

Prisustvo grudica na situ

Prilikom prolaza svježe smjese za injektiranje kroz sito, ne smije ostati grudica. Ispitivanje provesti u skladu s HRN EN 445:2008, točka 4.2.

Protočnost

Protočnost svježe smjese za injektiranje ispituje se u skladu s metodom opisanom u točki 3.2.2 norme HRN EN 445:2008:2000 i u točki 4.3.1 norme HRN EN 445:2008, a dobiveni rezultati moraju zadovoljavati uvjete iz tablice

Ispitna metoda opisana u HRN EN 445:2008	Svojstvo	Ispitano odmah nakon završetka miješanja	Ispitano 30 minuta nakon završetka miješanja ¹⁾ ili u vrijeme određeno od strane proizvođača
Metoda s lijevkom	Vrijeme (u sek.)	$t_0 \leq 25$ s	$1,2 t_0 \geq t_{30} \geq 0,8 t_0$; $t_{30} \leq 25$ s
Metoda rasprostiranjem smjese	a – srednja vrijednost rasprostiranja (u mm)	$a_0 \geq 140$ mm	$1,2 a_0 \geq a_{30} \geq 0,8 a_0$; $a_{30} \geq 140$ mm

¹⁾ Vrijeme miješanja računa se od trenutka kada su sve komponente uvedene u miješač.

Mjerenje protočnosti odmah po završetku miješanja označeno je t_0 za metodu s lijevkom odnosno a_0 za metodu rasprostiranjem. Mjerenje protočnosti nakon 30 minuta označeno je t_{30} za metodu s lijevkom, odnosno a_{30} za metodu rasprostiranjem. Smjesu je potrebno držati pod stalnim miješanjem sve do uzorkovanja za t_{30} i a_{30} .

Izdvajanje vode

Izdvajanje vode mora biti dovoljno nisko da spriječi prekomjernu segregaciju i taloženje materijala smjese za injektiranje.

Izdvajanje vode se ispituje metodom sa cilindričnom posudom u skladu s točkom 3.3 norme HRN EN 445:2008:2000 te izdvajanje ne smije prijeći 0,3% početnog volumena smjese nakon 3 sata mirovanja.

Volumne deformacije

Volumne deformacije mogu se pojaviti u obliku povećanja ili smanjenja volumena. Ispitivanje se provodi u skladu s točkom 3.4.3 norme HRN EN 445:2000 te volumne deformacije izmjerene nakon 24 sata mirovanja moraju biti unutar raspona od -1% do +5%.

Vrijeme vezanja

Vrijeme vezanja smjese za injektiranje ispituje se u skladu s normom HRN EN 196-3:2016 i mora u skladu sa sljedećim:

- početno vrijeme vezanja smjese ≥ 3 h
- konačno vrijeme vezanja smjese ≤ 24 h.

Gustoća

Gustoća se ispituje u skladu s točkom 4.7 norme HRN EN 445:2008 te se dobivena vrijednost deklarira.

7-06.3 SVOJSTVA OČVRSNULE SMJESE ZA INJEKTIRANJE**Tlačna čvrstoća**

U skladu s HRN EN 447:2008, tlačna čvrstoća ne smije biti manja od 30 N/mm² pri 28 dana starosti ili 27 N/mm² pri 7 dana u slučaju da je moguće procijeniti moguću tlačnu čvrstoću pri 28 dana na temelju one pri 7 dana.

Mogući su i drugi zahtjevi za tlačnu čvrstoću pri različitim starostima, a sve prema projektu konstrukcije ovisno o primjeni smjese za injektiranje.

Tlačna čvrstoća ispituje se u skladu s točkom 3.5.2 norme HRN EN 445:2000.

7-07 PREDGOTOVLJENI BETONSKI ELEMENTI

Ovim poglavljem Općih tehničkih uvjeta su utvrđeni zahtjevi izvedbenih operacija koje uključuju konstrukcijske elemente proizvedene na gradilištu ili predgotovljene konstrukcijske elemente (proizvedene u pogonu za predgotovljene elemente) od njihova preuzimanja na gradilištu do postavljanja i konačnog prihvaćanja.

Tvornički proizvedeni (predgotovljeni) betonski elementi do preuzimanja na gradilištu u području su odgovarajuće hrvatske norme ili tehničke ocjene ako nema odgovarajuće norme.

Dijelovi proizvedeni na gradilištu mogu se tretirati kao predgotovljeni elementi ako zadovoljavaju odgovarajuću hrvatsku normu. Na gradilištu proizvedeni elementi koji nisu sukladni ni sa kojom hrvatskom normom ne mogu se smatrati predgotovljenim elementima.

Uporaba predgotovljenih elemenata regulirana je projektom građevinske konstrukcije koji mora sadržavati:

- opis svojstava predgotovljenih elemenata te načina njihove proizvodnje odnosno izrade, kontrole tijekom izrade i dokazivanja uporabljivosti ako su proizvedeni ili se izrađuju prema projektu konstrukcije
- tehničko rješenje ugradnje predgotovljenih elemenata u građevinsku konstrukciju, uključivo proračun i zahtijevana svojstva materijala spojeva te način povezivanja s ostalim elementima građevinske konstrukcije
- tehničko rješenje prijenosa i prijevoza predgotovljenih elemenata (mjesto oslanjanja i vješanja i opis sustava podizanja, položaj elemenata prilikom prijenosa i prijevoza, put prijevoza, i drugo), te projektiranu težinu i dopuštena odstupanja težine elemenata
- prikaz rasporeda oslonaca, potrebnih potpora, sustava i drugih mjera za osiguravanje stabilnosti i sprječavanja oštećivanja predgotovljenih elemenata tijekom prijenosa, prijevoza, ugrađivanja i spajanja.

Izvedbene specifikacije

Izvedbene specifikacije moraju biti dostupne na gradilištu te sadržavati:

- uvjete i način rukovanja, skladištenja i zaštitu predgotovljenih betonskih elemenata na gradilištu
- zahtjeve za postavljanje i povezivanje predgotovljenih elemenata
- radni program s fazama operacija na gradilištu, izvedba ne smije započeti dok prethodne faze nisu zadovoljavajuće potvrđene
- raspored oslonaca, potrebnih podupora i po potrebi privremena osiguranja stabilnosti
- konstruktivne mjere koje osiguravaju učinkovitost i stabilnost privremenih i trajnih podupora
- kada je potrebno, u izvedbenim specifikacijama treba naznačiti osi i radnu poziciju vođenja elementa i dostizanja dispozicije dizanja.

Izvedba predgotovljenih konstrukcija

Prilikom izvedbe predgotovljene konstrukcije potrebno je:

- provjeriti točnu poziciju elementa, dimenzionalnu točnost oslonaca, uvjete spojnica, raspored konstrukcije te provesti potrebna pripremanja
- prije povezivanja montiranih predgotovljenih elemenata i prije bilo koje faze završnih radnji provesti detaljan nadzor i kontrolu postavljanja
- osigurati da su spojni dijelovi bilo kojeg tipa neoštećeni, točno postavljeni i ispravno izvedeni tako da osiguraju učinkovito ponašanje konstrukcije
- zalivene i lijepljene spojeve izvesti prema specifičnoj tehnologiji prilagođenoj upotrijebljenom materijalu, pretpostavlja se da projektne specifikacije sadrže zahtjeve koji će osigurati da:
 - spojnice imaju veličinu kompatibilnu s postupkom lijepljenja

- čelični umetci bilo kojeg tipa, upotrijebljeni za povezivanje, ispravno su zaštićeni od korozije i požara izborom odgovarajućeg materijala ili zaštitnim slojem
- zavarivanje konstrukcijskih spojeva izvedeno je zavarivim materijalima i kontrolirano.
- završni rad izvesti prema zahtjevima danim u izvedbenim specifikacijama uzimajući u obzir konkretne klimatske uvjete
- osigurati da je svaka ugradnja dodatne armature u završnim radovima sukladna uvjetima iz ovih Općih tehničkih uvjeta
- osigurati da su betoniranja na konstrukciji sukladna uvjetima iz ovih Općih tehničkih uvjeta.

7-08 ODRŽAVANJE I POPRAVCI BETONSKIH GRAĐEVINA

7-08.1 OPĆENITO

Betonske i armiranobetonske konstrukcije treba održavati u stanju projektom predviđene sigurnosti i funkcionalnosti. Ako se pojave oštećenja, moraju se odmah poduzeti mjere zaštite, uključujući i mjere popravka i rekonstrukcije, ako to stabilnost i sigurnost zahtijevaju.

7-08.2 MONITORING GRAĐEVINA I EVIDENTIRANJE STANJA

Projektom konstrukcije treba izraditi Program održavanja betonskih i armiranobetonskih konstrukcija uvjetujući redovite kontrolne preglede:

- svake godine za sve betonske površine izložene eroziji
- svake 2 godine za mostove
- svakih 5 godina za sve ostale građevine vodnog gospodarstva
- nakon svake prirodne nepogode, iznimno velikih voda kod građevina koje su s njima u dodiru.

Detaljnim vizualnim pregledom uočavaju se, klasificiraju i upisuju (u odgovarajuće knjige evidencije stanja konstrukcije) vidljive neispravnosti, posebno one koje utječu na stabilnost, sigurnost i funkcionalnost konstrukcije (deformacije, pukotine, ljuštenje i sl.).

Ako se vizualno utvrdi da takvih neispravnosti ima ili ako su već prije uočene, a pri konkretnom se pregledu utvrdi pogoršanje stanja, treba obaviti kontrolu progiba glavnih nosivih elemenata.

Projektom programom obveznog održavanja betonskih konstrukcija u stanju projektirane stabilnosti, sigurnosti i funkcionalnosti treba utvrditi glavne nosive elemente konstrukcije, u njih ugraditi mjerne repere i napraviti nulto očitavanje stanja tih progiba prema kojima se uspoređuju eventualna kasnija mjerenja i prema tome procjenjuje stanje konstrukcije.

Pri kontrolnim pregledima betonskih konstrukcija koje se u tijeku uporabe nalaze u okolini razreda agresivnosti XD2 i XD3, XS2 i XS3 i XA2 i XA3 treba ispitati i stanje zaštitnog sloja betona s obzirom na prodor agresivnih tvari iz okoline i stanje same armature (korozijski aktivno ili pasivno).

Način pregledavanja konstrukcije, uočavanja, upisivanja i ocjenjivanja neispravnosti i na osnovu toga ocjenjivanja stanja i planiranja potrebnih daljnjih mjera ispravnog održavanja treba utvrditi projektom konstrukcije ili pravilnikom njezina vlasnika, ovisno o vrsti i osjetljivosti konstrukcije. Uočavanje, utvrđivanje i sanaciju oštećenja na građevinama vodnog gospodarstva treba provoditi sustavno, temeljito i visokostručno.

7-08.3 SANACIJSKI RADOVI I MATERIJALI (ZA POPRAVAK I ZAŠTITU BETONSKIH KONSTRUKCIJA)

7-08.3.1 Odabir proizvoda ili sustava prema normama niza HRN EN 1504

Niz normi HRN EN 1504 (1-10): „Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija - Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti“ se sastoji od 10 dijelova kako je navedeno u Tablica 7-08-1.

Tablica 7-08-1 Dijelovi niza normi HRN EN 1504

Dio	Norma	Naslov
1.	HRN EN 1504-1:2005	Definicije
2.	HRN EN 1504-2:2004	Sustavi površinske zaštite
3.	HRN EN 1504-3:2005	Konstrukcijski i nekonstrukcijski popravak
4.	HRN EN 1504-4:2004	Konstruktivno ljepljenje
5.	HRN EN 1504-5:2005	Injektiranje betona
6.	HRN EN 1504-6:2007	Sidrenje armature

7.	HRN EN 1504-7:2007	Zaštita armature od korozije
8.	HRN EN 1504-8:2005	Kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti
9.	HRN EN 1504-9:2008	Opća načela uporabe proizvoda i sustava
10.	0:2017	Primjena proizvoda i sustava na gradilištu i kontrola kvalitete radova

7-08.3.1.a HRN EN 1504-1:2005: Definicije

Norma HRN EN 1504-1:2005 daje nazive i definicije, glavne vrste proizvoda i sustava te glavne kemijske tipove i sastojke proizvoda i sustava.

7-08.3.1.b HRN EN 1504-2:2004: Sustavi površinske zaštite

Norma HRN EN 1504-2:2004 definira zahtjeve za identifikaciju, svojstva (uključujući trajnosna svojstva), sigurnost i ocjenu sukladnosti proizvoda i sustava koji će biti korišteni u svrhu površinske zaštite betona i armiranobetonskih konstrukcija, što podrazumijeva i nove betone i radove u cilju održavanja i popravka betonskih konstrukcija.

Načela površinske zaštite, u skladu s normom HRN EN 1504-9:2008 su:

- zaštita od prodora
- kontrola vlage
- fizička otpornost
- kemijska otpornost
- povećanje otpornosti.

Proizvodi i sustavi površinske zaštite betona dijele se na:

Hidrofobna impregnacija

Hidrofobna impregnacija je postupak obrade betona s ciljem postizanja vodo-odbojne površine. Pore i kapilare u betonu su premazane iznutra, ali nisu ispunjene, što sprječava prodiranje tekućina kapilarnim upijanjem, ali pore su i dalje otvorene za plinove. Takvi proizvodi su na bazi silana i siloksana.

Ovisno o namjeravanoj uporabi hidrofobne impregnacije i načelu zaštite, ona mora biti definirana sljedećim svojstvima:

Tablica 7-08-2 Obavezna svojstva hidrofobne impregnacije ovisno o načelu zaštite

Ispitna norma	Svojstvo	Načelo zaštite				
		Zaštita od prodora	Kontrola vlage	Fizička otpornost	Kemijska otpornost	Povećanje otpornosti
HRN EN 13579 za primjenu hidrofobne impregnacije, HRN EN 14630:2007 za očitavanje rezultata	Dubina penetracije	■	■	/	/	■
HRN EN 13580	Upijanje vode i otpornost na lužine	■	■	/	/	■
HRN EN 13579	koeficijent sušenja	■	■	/	/	■

Ovisno o posebnim namjenama, hidrofobna impregnacija može biti definirana i drugim svojstvima, a sve prema tablici 1 norme HRN EN 1504-2:2004.

Impregnacija

Impregnacija je postupak obrade betona s ciljem smanjenja površinske poroznosti i jačanja površine betona. Pore i kapilare su djelomično ili potpuno ispunjene proizvodom.

Ovisno o namjeravanoj uporabi impregnacije i načelu zaštite, ona mora biti definirana sljedećim svojstvima:

Tablica 7-08-3 Obavezna svojstva impregnacije ovisno o načelu zaštite

Ispitna norma	Svojstvo	Načelo zaštite				
		Zaštita od prodora	Kontrola vlage	Fizička otpornost	Kemijska otpornost	Povećanje otpornosti
HRN EN 1062-3	Propusnost tekuće vode	■	/	■	/	/
HRN EN 13579 za primjenu hidrofobne impregnacije, HRN EN 14630:2007 za očitavanje rezultata	Dubina penetracije	■	/	■	/	/
HRN EN ISO 5470-1	Otpornost na habanje	/	/	■	/	/
HRN EN ISO 6272-1	Otpornost na udar	/	/	■	/	/
HRN EN 1542:2007	Čvrstoća prionljivosti	/	/	■	/	/

Ovisno o posebnim namjenama, impregnacija može biti definirana i drugim svojstvima, a sve prema tablici 1 norme HRN EN 1504-2:2004.

Premaz

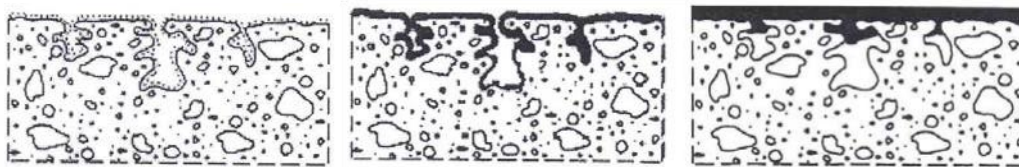
Premaz je postupak obrade betona s ciljem postizanja neprekidnog zaštitnog sloja na površini betona. Nanosi se u jednom ili više slojeva. Tipični primjeri glavnih sastojaka premaza su epoksidi, poliuretan, vinil, akrilati, stiren butadijen, cement i bitumen.

Ovisno o namjeravanoj uporabi premaza i načelu zaštite, ono mora biti definirano sljedećim svojstvima:

Tablica 7-08-4 Obavezna svojstva premaza ovisno o načelu zaštite

Ispitna norma	Svojstvo	Načelo zaštite				
		Zaštita od prodora	Kontrola vlage	Fizička otpornost	Kemijska otpornost	Povećanje otpornosti
HRN EN 1062-6	Propustljivost na ugljični dioksid	■	/	/	/	/
HRN EN ISO 7783	Paropropusnost	■	■	/	/	■
HRN EN 1062-3	Propusnost tekuće vode	■	■	■	/	■
HRN EN 1542:2007	Čvrstoća prionljivosti	■	■	■	■	■
HRN EN ISO 5470-1	Otpornost na habanje	/	/	■	/	/
HRN EN ISO 6272-1	Otpornost na udar	/	/	■	/	/
HRN EN 13529	Otpornost na oštar kemijski napad	/	/	/	■	/

Ovisno o posebnim namjenama, premaz može biti definiran i drugim svojstvima, a sve prema tablici 1 norme HRN EN 1504-2:2004.



Slika 7-08-1 Prikaz vrsta površinske zaštite betona; hidrofobna impregnacija (lijevo), impregnacija (sredina) i premaz (desno).

7-08.3.1.c HRN EN 1504-3:2005: Konstrukcijski i nekonstrukcijski popravak

Norma HRN EN 1504-3:2005 definira zahtjeve za identifikaciju, svojstva (uključujući trajnosna svojstva) i sigurnost proizvoda i sustava koji će biti korišteni u svrhu konstrukcijskog i nekonstrukcijskog popravka betonskih konstrukcija.

Norma pokriva reparaturne mortove i betone koji mogu po potrebi biti korišteni u kombinaciji s drugim proizvodima i sustavima, u svrhu obnove i/ili zamjene oštećenog betona i zaštite ojačanja kako bi se produljio životni vijek betonske konstrukcije izložene propadanju.

Načela konstrukcijskih i nekonstrukcijskih popravaka u skladu s normom HRN EN 1504-9:2008 su:

- obnova betona
(ručna ugradnja morta, reprofiliranje betonom, ugradnja mlaznog morta ili betona)
- konstrukcijsko ojačanje
(dodavanje morta ili betona)
- očuvanje ili obnova pasivnosti
(povećanje zaštitnog sloja betona s mortom ili betonom, zamjena oštećenog betona).

Ovisno o namjeravanoj uporabi i načelu zaštite, proizvod, odnosno sustav, mora biti definiran sljedećim svojstvima:

Tablica 7-08-5 Obavezna svojstva ovisno o načelu zaštite

Ispitna norma	Svojstvo	Načelo zaštite		
		Obnova betona	Konstrukcijsko ojačanje	Očuvanje ili obnova pasivnosti
HRN EN 12190:2001	Tlačna čvrstoća	■	■	■
<u>HRN EN 1015-17:2000/A1:2005</u>	Sadržaj kloridnih iona	■	■	■
HRN EN 1542:2007	Čvrstoća prionljivosti	■	■	■
HRN EN 12617-4:2003	Skupljanje i bubrenje	■	■	■
HRN EN 13295:2004	Otpornost na karbonatizaciju	■	■	■
HRN EN 13412:2007	Modul elastičnosti	/	■	/

Ovisno o posebnim namjenama, proizvodi i sustavi za konstrukcijski i nekonstrukcijski popravak mogu biti definirani i drugim svojstvima, a sve prema Tablici 1 norme HRN EN 1504-3:2005.

Većina ovih materijala za popravak može se svrstati u četiri grupe:

Tablica 7-08-6 Mortovi i betoni za popravak

Oznaka	Grupa	Tip	Komentar
CC	Anorganski na bazi cementa (klasični mortovi)	Portland cement: - cementni mort za injektiranje - mortovi - mikro-beton - beton.	- dobro poznati materijal - jeftin, ali zahtijeva više ručnog rada - zahtijeva njegovanje. Trebapaziti na: - prionljivost - skupljanje - kvalitetu.
	Anorganski na bazi cementa (posebni mortovi)	Portland cement s posebnim dodatcima: - dodaci za bujanje - fosfati, Mg, Al - aluminatni cement - sulfoaluminat.	- kompenzirano skupljanje - brzovezujući - brzi prirast čvrstoće.
PC	Na organskoj bazi (smole i polimeri)	Epoksidna smola Poliuretan Poliesterska smola	- skupi - dobra prionljivost - učinak prepreke - nealkalni - podložnost starenju od UV zračenja - osjetljivost na visoke temperature (>70°C) i kiseline.
PCC	Na miješanoj bazi (Polimeri i Portland cement)	Akrihati Akrilamidi Ester butadijen Acetati	- visoka čvrstoća - vodonepropusnost - dobra prionljivost.

7-08.3.1.d HRN EN 1504-4:2004: Konstrukcijsko lijepljenje

Norma HRN EN 1504-4:2004 definira zahtjeve za identifikaciju, svojstva (uključujući trajnosna svojstva) i sigurnost proizvoda i sustava za konstrukcijsko lijepljenje koji se koriste za lijepljenje materijala za ojačanje na postojeću betonsku konstrukciju, uključujući:

- lijepljenje vanjskih ploča od čelika ili drugih prikladnih materijala (npr. kompozita ojačanih vlaknima) na površinu betonske konstrukcije u svrhu ojačanja, uključujući laminiranje ploča u takvoj primjeni;
- lijepljenje očvrsnulog betona na očvrsnuli beton, obično povezano s upotrebom predgotovljenih elemenata za popravak i ojačanje;
- lijevanje svježeg betona u očvrsnuli beton korištenjem lijepljeno spojenog spoja koji čini dio konstrukcije i mora djelovati kompozitno.

Zahtijevana svojstva ne pokrivaju specijalizirane okolnosti kao što su slučajni udar, npr. zbog prometa ili leda ili opterećenja od potresa gdje će se primjenjivati specifični zahtjevi za svojstva.

Ovisno o namjeravanoj uporabi i načelu zaštite, proizvod, odnosno sustav, mora biti definiran sljedećim svojstvima:

Tablica 7-08-7 Obavezna svojstva ovisno o načelu zaštite

Ispitna norma	Svojstvo	Načelo popravka	
		Ljepljena ploča	Ljepljeni mort ili beton
HRN EN 12188:2001	Prikladnost za primjenu i njegovanje uslijed specijalnih vremenskih uvjeta, metoda s mokrom podlogom	/	■
HRN EN 12188:2001	Prionljivost, metoda ploče na ploču	■	/
HRN EN 12188:2001	Prionljivost, metoda ploče na beton	■	/
HRN EN 12188:2001	Prionljivost, metoda očvrnulog betona na očvrsnuli beton	/	■
HRN EN 12188:2001	Prionljivost, metoda svježeg betona na očvrsnuli beton	/	■
HRN EN 13733:2003	Trajnost konstruktivnih ljepila, toplinski ciklusi	■	■
HRN EN 13733:2003	Trajnost konstruktivnih ljepila, ciklusi vlage	■	■
HRN EN 12189:2001	Vrijeme ugradivosti	■	■
HRN EN ISO 9514:2019	Uporabno vrijeme	■	■
HRN EN 13412:2007	Modul elastičnosti pri tlaku	■	■
HRN EN 12190:2001	Tlačna čvrstoća	/	■
HRN EN 12615:2010	Posmična čvrstoća	■	■
HRN EN 12614:2005	Temperatura prelaska u staklasto stanje	■	■
HRN EN 1770:2001	Koeficijent toplinske rastezljivosti	■	■
HRN EN 12617-1:2003	Skupljanje	■	■

Ovisno o posebnim namjenama, proizvodi i sustavi za konstrukcijsko ljepljenje mogu biti definirani i drugim svojstvima, a sve prema Tablici 1 norme HRN EN 1504-4:2004.

7-08.3.1.e HRN EN 1504-5:2005: Injektiranje betona

Norma HRN EN 1504-5:2005 definira zahtjeve za identifikacijom, svojstva (uključujući trajnosna svojstva) i sigurnost proizvoda za injektiranje za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija, koja se koriste za:

- prijenos sile kroz pukotine, šupljine i međuprostora u betonu
- duktilno popunjavanje pukotina, šupljina i međuprostora u betonu
- popunjavanje pukotina, šupljina i međuprostora u betonu bubrenjem.

Zahtjevi za svojstva proizvoda za injektiranje ne pokrivaju specijalizirane okolnosti kao što su slučajni udar, npr. zbog prometa ili leda, ili potresno opterećenje, gdje će se primjenjivati specifični zahtjevi izvedbe.

Norma HRN EN 1504-5:2005 ne definira:

- obradu pukotina njihovim proširenjem i brtvljenjem elastomernom masom za brtvljenje
- vanjsko punjenje šupljina, odnosno postavljanje proizvoda izvan konstrukcije (općenito unutar okolnih temeljnih tla, ili na granici između konstrukcije i tla); isto je pokriveno normom HRN EN 12715:2020
- prethodno injektiranje, ako je potrebno, za privremeno zaustavljanje prodora vode tijekom injektiranja proizvoda za postizanje vodonepropusnosti.

Injektiranje betona primjenjuje se kao metoda za sljedeća načela opisana u normi HRN EN 1504-9:2008:

- zaštita od prodora i vodootpornost
- ispunja pukotina
- konstrukcijsko ojačanje
- injektiranje pukotina, šupljina i međuprostora
- ispunja pukotina, šupljina i međuprostora (bez pritiska).

Injektiranje se primjenjuje kako bi se izbjegle štetne posljedice postojanja šupljina i međuprostora u betonu odnosno:

- da bi se postigla nepropusnost odnosno vodonepropusnost
- da bi se izbjegao prodor sredstava koji bi mogli potaknuti koroziju čeličnih ojačanja
- kako bi se ojačanjem betona ojačala konstrukcija.

Razredba proizvoda za injektiranje provodi se prema zahtjevima za svojstva uporabom sustava razredbe UW (U: predviđena uporaba (*engl. intended use*); W: obradivost (*engl. workability*)).

Iza slova U slijede jedno slovo i jedan broj u zagrada koja označuju predviđenu uporabu. Iza slova W za obradivost slijede tri (ili četiri) skupine brojeva u zagrada.

Tablica 7-08-8- Razredba proizvoda za injektiranje

U	Razred F: proizvod za injektiranje za ispunjavanje pukotina, šupljina i međuprostora u betonu koje omogućuje prijenos sila.	
	F1	vlačna čvrstoća prionljivosti $>2 \text{ N/mm}^2$ (za injektiranje pukotina, šupljina i međuprostora)
	F2	vlačna čvrstoća prionljivosti $> 0,6 \text{ N/mm}^2$ (ograničeno za ispunjavanje šupljina i međuprostora)
	Razred D: proizvod za injektiranje za ispunjavanje pukotina, šupljina i međuprostora u betonu koje omogućuje duktilno ponašanje.	
	D1	vodonepropusnost pri $2 \times 10^5 \text{ Pa}$
	D2	vodonepropusnost pri $7 \times 10^5 \text{ Pa}$ (za naročite primjene)
	Razred S: proizvodi za injektiranje za ispunjavanje pukotina, šupljina i međuprostora uz bubrenje u betonu	
	S1	vodonepropusnost pri $2 \times 10^5 \text{ Pa}$
	S2	vodonepropusnost pri $7 \times 10^5 \text{ Pa}$ (za naročite primjene)
		prva skupina (jedan broj):

W	druga skupina (jedan ili više brojeva):	stanje vlažnosti pukotine (1 za suhu, 2 za vlažnu, 3 za mokru, 4 za protok vode)
	treća skupina (dva broja):	najniža i najviša uporabna temperatura
	četvrta skupina (jedan broj), primjenjivo samo na F:	(1) uporabljiv za pukotine izložene tijekom njege dnevnim pomacima većim od 10% ili 0,03 mm
		(0) uporabljiv za pukotine bez dnevnih pomaka ili manjim od 10% ili 0,03 mm tijekom njege.
<p><i>Primjer:</i></p> <p><i>U(F1) W(1) (1/2) (5/30) (1) označuje proizvod za injektiranje za:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - prijenos sila ispunjavanjem pukotina - injektiranje pukotina širine 0,1 mm, suhих i vlažnih - upotrebljiv pri temperaturama od 5 °C do 30 °C - upotrebljiv za pukotine izložene tijekom njege dnevnim pomacima većim od 10% ili 0,03 mm. 		

Ovisno o namjeravanoj uporabi i načelu zaštite, proizvod odnosno sustav mora biti definiran sljedećim svojstvima:

- Tablica 7-08-9 Obavezna svojstva ovisno o načelu zaštite

Ispitna norma	Svojstvo	Načelo popravka		
		Prijenost sile (F)	Duktilno popunjavanje (D)	Popunjavanje bubrenjem (S)
HRN EN 12618-2:2005	Adhezija ispitivanjem vlačne čvrstoće prionljivosti	■	/	/
HRN EN 12190:2001	Tlačna čvrstoća	■	/	/
HRN EN ISO 3251:2019	Sadržaj nehlapivih tvari	■	/	/
HRN EN 445:2008/3.3	Izdvajanje vode	■	/	/
HRN EN 445:2008/3.4	Volumne promjene	■	/	/
<u>HRN EN 1771:2005/Ispr.1:2008</u>	Injektibilnost kroz suhi medij	■	■	/
<u>HRN EN 1771:2005/Ispr.1:2008</u>	Injektibilnost kroz mokar medij	■	■	/
HRN EN ISO 3219:2021	Viskoznost	■	■	■
HRN EN 14117:2004	Vrijeme istjecanja	■	/	/
HRN EN ISO 9514:2019	Uporabno vrijeme	■	/	■
HRN EN 1543:2001	Porast vlačne čvrstoće polimera	■	/	/

HRN EN 196-3:2016	Vrijeme vezivanja	■	/	/
HRN EN 12618-2:2005	Adhezija ispitivanjem vlačne čvrstoće prionljivosti nakon toplinskih i mokro-suhih ciklusa	■	/	/
HRN EN 12618-2:2005	Kompatibilnost s betonom	■	/	/
HRN EN 12618-1:2003	Sposobnost prionljivosti i rastezanja proizvoda za injektiranje sa svojstvom duktilnosti	/	■	/
HRN EN 12637-1:2005	Kompatibilnost s betonom	/	■	/
HRN EN 14068:2004	Vodootpornost	/	/	■
HRN EN 14498:2005	Omjer promjene volumena i mase uslijed pohrane u vodi	/	/	■
HRN EN 14498:2005	Osjetljivost na vodu: bubrenje prouzrokovano pohranom u vodi	/	/	■
HRN EN 14498:2005	Osjetljivost na mokro-suhe cikluse: bubrenje prouzrokovano pohranom u vodi	/	/	■
HRN EN 14498:2005	Kompatibilnost s betonom	/	/	■

Ovisno o posebnim namjenama, proizvodi i sustavi za konstrukcijsko ljepljenje mogu biti definirani i drugim svojstvima, a sve prema Tablicama 1, 2 i 3 norme HRN EN 1504-5:2005.

7-08.3.1.f HRN EN 1504-6:2007: Sidrenje čelične armature

Norma HRN EN 1504-6:2007 definira zahtjeve za identifikaciju, svojstva (uključujući trajnosna svojstva) i sigurnost proizvoda i sustava koji će biti korišteni u svrhu sidrenja čelika za ojačanje (armature) za konstrukcijsko ojačanje kako bi se osigurao kontinuitet armiranobetonskih konstrukcija.

Ovo su proizvodi i sustavi kojima se:

- sidri armatura u beton radi postizanja odgovarajućeg ponašanja konstrukcije
- ispunjavaju šupljine radi osiguranja kontinuiteta između čelika i betonskih elemenata.

Ovisno o namjeravanoj uporabi i načelu zaštite, proizvod, odnosno sustav mora biti definiran sljedećim svojstvima:

- *Tablica 7-08-10 Obavezna svojstva ovisno o načelu zaštite*

Ispitna norma	Svojstvo	Načelo popravka
		Konstrukcijsko ojačanje Ugradnja armature sa proizvodom za sidrenje
HRN EN 1881:2007	Pull-out	■
<u>HRN EN 1015-17:2000/A1:2005</u>	Sadržaj iona klorida	■
HRN EN 12614:2005	Temperatura prelaska u staklasto stanje	■
HRN EN 1544:2007	Puzanje uslijed vlačnog opterećenja	■

7-08.3.1.g HRN EN 1504-7:2007: Zaštita armature od korozije

Norma HRN EN 1504-7:2007 definira zahtjeve za identifikaciju, svojstva (uključujući trajnosna svojstva) i sigurnost proizvoda i sustava za zaštitu postojeće nepremazane čelične armature i ugrađenih čeličnih elemenata u betonskim konstrukcijama pod popravkom. Ne odnosi se na proizvode za zaštitu od korozije čelika za prednapinjanje i nehrđajuće čelike.

Norma dijeli ove proizvode na aktivne premaze i premaze koji stvaraju prepreku.

Aktivni premazi su premazi koji sadrže portland cement ili elektrokemijski aktivne pigmente koji mogu djelovati kao inhibitori ili koji mogu osigurati lokalnu katodnu zaštitu. Portland cement se smatra aktivnim pigmentom zbog svoje alkalnosti.

Premazi koji stvaraju prepreku su premazi koji izoliraju armaturu od porne vode iz okolnog cementnog kamena.

Ovisno o namjeravanoj uporabi i načelu zaštite, proizvod mora biti definiran svojstvom zaštite od korozije, ispitano u skladu s normom HRN EN 15183:2007.

Za posebne namjene, proizvodi i sustavi za zaštitu armature od korozije mogu biti definirani i drugim svojstvima, a sve prema tablici 1 norme HRN EN 1504-7:2007.

7-08.3.1.h HRN EN 1504-8:2005: Kontrola kvalitete i ocjenjivanje i provjera stalnosti svojstava

Norma HRN EN 1504-8:2005 definira postupke za uzorkovanje, kontrolu kvalitete, ocjenu i provjeru stalnosti svojstava uključujući označavanje proizvoda i sustava za zaštitu i popravak betona u skladu s HRN EN 1504-2:2004 do HRN EN 1504-7:2007 te nije predmet ovih Općih tehničkih uvjeta.

7-08.3.1.i HRN EN 1504-9:2008: Zaštita armature od korozije

Norma HRN EN 1504-9:2008 postavlja osnovna razmatranja za specifikaciju zaštite i popravka armiranih i nearmiranih betonskih konstrukcija (uključujući, na primjer, pločnike, uzletno-sletne staze, podne ploče i prednapete konstrukcije) korištenjem proizvoda i sustava specificiranih u seriji HRN EN 1504-(2 do 7) ili bilo koju drugu relevantnu hrvatsku, odnosno europsku normu ili hrvatsku odnosno europsku tehničku ocjenu. Norma pokriva atmosferski izložene, ukopane ili konstrukcije u vodi.

U slučaju ako metode navedene u normi HRN EN 1504-9:2008 nisu uporabljive za određene proizvode i sustave definirane u normama HRN EN 1504-(2 do 7), projektom se moraju specificirati odgovarajuće vrijednosti svojstava odabranih proizvoda ili sustava.

Načela zaštite i popravka (Tablica 7-08-11) temelje se na kemijskim i fizikalnim zakonima koji u obzir uzimaju sprječavanje ili stabilizaciju procesa pogoršanja kemijskih i fizikalnih svojstava betona ili procesa elektrokemijske korozije na površini čelika. Za svako načelo dane su metode popravka, no mogu se primijeniti i druge metode, ako se može dokazati da zadovoljavaju načela.

Tablica 7-08-11 Načela i metode zaštite i popravka betonskih konstrukcija

Načelo	Primjer metoda temeljenih na načelu	Dio serije HRN EN 1504 (ako je primjenjivo)
Načela i metode povezane s oštećenjem u betonu		
1. Zaštita od prodora	1.1 Hidrofobna impregnacija	2
	1.2 Impregnacija	2
	1.3 Premaz	2
	1.4 Lokalno oblaganje pukotina	/
	1.5 Ispunjavanje pukotina	5
	1.6 Pretvaranje pukotina u spojeve	/

Načelo	Primjer metoda temeljenih na načelu	Dio serije HRN EN 1504 (ako je primjenjivo)
	1.7 Postavljanje vanjskih panela	/
	1.8 Primjena membrana	/
2. Kontrola vlage	2.1 Hidrofobna impregnacija	2
	2.2 Impregnacija	2
	2.3 Premaz	2
	2.4 Postavljanje vanjskih panela	/
	2.5 Elektrokemijski postupak	/
3. Obnova betona	3.1 Ručna primjena morta	3
	3.2 Reprofilacija betonom ili mortom	3
	3.3 Mlazni beton ili mort	3
	3.4 Zamjena elemenata	/
4. Konstrukcijsko ojačanje	4.1 Dodavanje ili zamjena ugrađene armature ili dodavanje vanjske armature	/
	4.2 Ugradnja armature u unaprijed postavljene ili izbušene rupe u betonu	6
	4.3 Lijepljenje ploča	4
	4.4 Dodavanje morta ili betona	3,4
	4.5 Injektiranje pukotina, šupljina ili međuprostora	5
	4.6 Ispunjavanje pukotina, šupljina ili međuprostora	5
	4.7 Prednapinjanje (naknadno napinjanje).	/
5. Povećanje fizikalne otpornosti	5.1 Premazi	2
	5.2 Impregnacija	2
	5.3 Dodavanje morta ili betona	3
6. Otpornost na kemikalije	6.1 Premazi	2
	6.2 Impregnacija	2
	6.3 Dodavanje morta ili betona	3
Načela i metode povezane s korozijom armature		
7. Očuvanje ili obnavljanje pasivnosti	7.1 Povećanje zaštitnog sloja dodavanjem morta ili betona	3
	7.2 Zamjena zagađenog ili karbonatiziranog betona	3
	7.3 Elektrokemijska realkalizacija karbonatiziranog betona	/
	7.4 Realkalizacija karbonatiziranog betona difuzijom	/
	7.5 Elektrokemijska ekstrakcija klorida	/
8. Povećanje otpornosti	8.1 Hidrofobna impregnacija	2
	8.2 Impregnacija	2

Načelo	Primjer metoda temeljenih na načelu	Dio serije HRN EN 1504 (ako je primjenjivo)
	8.3 Premaz	2
9. Katodna kontrola	9.1 Ograničenje sadržaja kisika (na katodi) natapanjem do zasićenja ili površinskim premazom	/
10. Katodna zaštita	10.1 Primjena električnog potencijala	/
11. Kontrola anodnih područja	11.1 Premazivanje armature aktivnim premazima	7
	11.2 Premazivanje armature premazima koji stvaraju prepreku	7
	11.3 Primjena inhibitora korozije u betonu ili na beton	/

Načela 1-6 u Tablica 7-08-11 obuhvaćaju nedostatke betona ili betonskih konstrukcija prouzročene sljedećim faktorima, pojedinačno ili u kombinaciji:

- mehanička djelovanja, npr. udar, preopterećenje, pomaci prouzročeni slijeganjem, eksplozija, vibracije
- kemijska i biološka djelovanja okoliša, npr. alkalno-silikatna reakcija, agresivni uzročnici, npr. sulfati, meka voda, soli, biološke aktivnosti
- fizikalna djelovanja, npr. djelovanje ciklusa smrzavanja i odmrzavanja, toplinsko raspucavanje, pomaci prouzročeni vlagom, kristalizacija soli i erozija.

Načela 7-11 Tablica 7-08-11 obuhvaćaju koroziju armature prouzročenu:

- fizičkim gubitkom zaštitnoga sloja betona
- kemijskim gubitkom lužnatosti zaštitnoga sloja betona kao posljedice reakcije s ugljičnim dioksidom iz atmosfere (karbonatizacija)
- zagađenjem zaštitnoga sloja betona korozivnim uzročnicima (obično ionima klorida) koji su uključeni u beton u vrijeme miješanja ili koji su prodrli u beton iz okoliša
- lutajućom električnom strujom koju provodi armatura ili se u njoj inducira iz susjednih električnih instalacija.

7-08.4 IZVOĐENJE ZAŠTITE I POPRAVKA TE ODRŽAVANJE NAKON IZVOĐENJA

Pri građenju betonske konstrukcije primjenom proizvoda i sustava treba odgovarajuće primijeniti pravila određena poglavljem III. i IV. Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije te pojedinosti dane projektom betonske konstrukcije, tehničkom uputom za ugradnju i uporabu proizvoda i sustava, normom HRN EN 1504-10:2017 i normama na koje ta norma upućuje, koje se odnose na:

- sve faze predviđenog vijeka uporabe proizvoda ili sustava
- uvjete kojima mora udovoljavati podloga
- proizvode i sustave te norme kojima se potvrđuje sukladnost tih proizvoda i sustava
- ispitivanja svojstava proizvoda tijekom i nakon primjene (u očvrslom stanju)
- uporabu i održavanje.

Kontrola prije ugradnje

Kontrola proizvoda i sustava provodi se u slučaju kada postoji sumnja da je došlo do promjene pojedinog svojstva proizvoda ili proizvoda iz sustava.

Kontrola se provodi primjenom odgovarajuće norme iz niza HRN EN 1504 i normama na koje ta norma upućuje.

Održavanje svojstava

Proizvođač i distributer proizvoda i sustava te izvođač radova dužni su poduzeti odgovarajuće mjere u cilju održavanja svojstava proizvoda tijekom prijevoza, pretovara i skladištenja prema tehničkim uvjetima proizvođača i prema normi HRN EN 1504-10:2017.

7-08.4.1 HRN EN 1504-10:2017: Primjena proizvoda i sustava na gradilištu i kontrola kvalitete radova

Norma HRN EN 1504-10:2017 daje zahtjeve za stanje podloge prije i tijekom primjene uključujući konstrukcijsku stabilnost, skladištenje, pripremu i primjenu proizvoda i sustava za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija uključujući kontrolu kvalitete, održavanje, zdravlje i sigurnost te okoliš.

Moraju se uzeti u obzir kemijski, elektrokemijski i fizikalni uvjeti podloge i sva onečišćenja, sposobnost konstrukcije da preuzme opterećenje, deformacije i vibracije u tijeku zaštite i popravka, uvjeti okoline, svojstva materijala koji su dio konstrukcije ili su proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak.

Tijekom pripreme, zaštite i popravka mora se osigurati mehanička otpornost, stabilnost i sigurnost konstrukcije. Dio trajanja popravka uključuje i razdoblje potrebno za postizanje čvrstoće proizvoda ili sustava.

Moraju se zadovoljiti sljedeći zahtjevi:

- postizanje zahtijevanih uvjeta podloge koji se odnose na čistoću, hrapavost, pukotine, vlačnu i tlačnu čvrstoću, kloride ili druge zagađivače i njihovo prodiranje, dubinu karbonatizacije, sadržaj vlage, temperaturu i stupanj korozije armature
- postizanje kompatibilnosti starog betona i armature s proizvodima i sustavima za zaštitu i popravak i kompatibilnosti između različitih proizvoda i sustava, uključujući izbjegavanje rizika od nastajanja uvjeta koji mogu prouzročiti koroziju
- postizanje specificiranih svojstava proizvoda i sustava pri primjeni i u očvrslom stanju s obzirom na ispunjenje njihove namjene u zaštiti i popravku konstrukcije
- poštivanje zahtijevanih uvjeta skladištenja i ugradnje u odnosu na temperaturu okoline, vlažnost i točku rošnja, jačinu vjetra i padaline kao i potrebne mjere privremene zaštite.

Izvođenje radova mora se provoditi u skladu s Programom kontrole i osiguranja kvalitete iz projekta sanacije.

Norma definira uvjete za pripremu podloge (betona i armature), zahtjeve (svojstva) za primjenu proizvoda i sustava, uvjete za lijepljenje, ručnu ugradnju morta i betona, za ugradnju mlaznog morta i betona, ponovnu ugradnju morta ili betona, njegovanje, obradu pukotina i razdjelnih reški, primjenu površinskih premaza, sidrenje, zaštitu armature, uklanjanje i zamjenu armature.

Norma definira predmet kontrole kvalitete: svojstva podloge, prihvaćanje prikladnosti proizvoda i sustava, uvjete za njihovu primjenu i konačna svojstva očvrslulih proizvoda i sustava.

Norma HRN EN 1504-10:2017 daje zahtjeve za:

- stanje podloge prije i tijekom primjene
- konstrukcijsku sigurnost i stabilnost prije, za vrijeme i nakon popravka
- skladištenje, pripremu i primjenu proizvoda i sustava
- kontrolu kvalitete i održavanje
- zdravlje, sigurnost i zaštitu okoliša.

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
- vodenim mlazom s niskim tlakom, do 18 MPa
- 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
 - vodenim mlazom s visokim tlakom do 60 MPa.

UKLANJANJE BETONA

Opseg uklanjanja u skladu s načelom i odabranom metodom (HRN EN 1504-9:2008):

- 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
 - korozivnu 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 ljski hrđe, morta, betona, prašine i nevezanih materijala;
- potrebno je čistiti cijeli opseg izložene armature;
- očišćenu armaturu treba zaštititi od daljnjeg onečišćenja;
- izbjeci 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 Sa2½ 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 1504-4:2004, 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.

7-08.4.2 Preporuke za izvođenje pojedinih postupaka sanacije

7-08.4.2.a Općenito

Norma HRN EN 1504-10:2017 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.

7-08.4.2.b 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 prajmer – 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 (t.j. 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.

7-08.4.2.c Mlazni mort ili beton

Ugradnja mlaznog morta mora biti u skladu s HRN EN 14487-1:2005 i HRN EN 14487-2:2007:

- 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).

7-08.4.2.d Ugradnja morta ili betona u oplati

Ugradnja morta/betona treba biti u skladu s HRN EN 13670:2010. U normi su dane specifikacije u cilju da se izbjegne segregacija, izdvajanje vode i gubitak cementne paste:

- za cementni proizvod bez prajmera potrebno je dobro vlaženje podloge, na način da površina betona bude bez slobodne površinske vode; stanje podloge treba specificirati ako se predviđa prajmer
- oplata u skladu s HRN EN 13670:2010
- 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.

7-08.4.2.e Njega

Provođenje njegovanja izvedenih slojeva nužna je za cementne proizvode za popravak i u skladu s HRN EN 13670:2010, 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 PCC 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.

7-08.4.2.f 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.

7-08.4.2.g *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“.

7-08.4.2.h *Sidrenje ankerima (sidrima)*

- koristi se armatura za sidrenje koja mora biti u skladu s HRN EN 1504-6:2007, nizom HRN EN 1992i 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.

7-08.4.2.i *Lijepljenje (ploča, vlaknima armiranih kompozita)*

Konstruktivno lijepljenje se treba izvoditi u skladu s HRN EN 1504-4:2004, nizom HRN EN 1992, drugim EN ili ETA:

- površina na koju se lijepi vanjska armatura mora biti čista, nahrapavljena, 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.

7-08.4.2.j *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
- premazom se ne smije zagaditi okolni beton zbog svojstva prionljivosti

- postupak sprječavanja korozije armature provesti u skladu s EN 1504-7:2007.

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.

7-08.4.2.k *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 1504-10:2017, HRN EN 13670:2010, HRN EN 10080:2012, 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. drugačijim koncentracijama kisika.

7-08.4.3 KONTROLA KVALITETE

Potrebno je izraditi program kvalitete za pripremu i primjenu proizvoda i sustava. Radove treba izvršiti u skladu s programom te moraju biti sukladni normi HRN EN 1504-8:2005.

Uvjeti skladištenja i rok uporabljivosti proizvoda i sustava trebaju biti sukladni specifikaciji.

Svojstva podloge, prihvaćanje prikladnosti proizvoda i sustava, uvjeti za njihovu primjenu i konačna svojstva očvršnutih proizvoda i sustava trebaju biti predmetom kontrole kvalitete koju treba provesti primjenom ispitivanja i promatranja navedenih u Tablica 7-08-12.

Tablica 7-08-12 Najveće i najmanje prihvatljive vrijednosti parametara ispitivanih svojstava

VOJSTVA	NAJVEĆA I NAJMANJA VRIJEDNOST
Temperatura podloge	Ovisi o materijalu, ali je obično između 5° - 30°C.
Oborine	Obično ni jedna, ali se neki materijali mogu rabiti na vlažnim ili mokrim podlogama.
Jakost vjetra	Manje od 8 m/s.
Točka rošenja	Ovisi o materijalu, ali obično nema primjene pri temperaturama manjim od 3° iznad točke rošenja.
Stupanj ispunjenosti pukotina	80% je najčešće prihvatljivo
Prionjivost (mortovi i betoni)	Ovisi, ali nikad ne može biti više od površinske vlačne čvrstoće podloge. Tražene vrijednosti za sustav su 2,0 MPa, dok dobivene na gradilištu mogu biti unutar raspona od 1,2 – 1,5 MPa za konstrukcijski popravak i najmanja vrijednost od 0,7 MPa za nekonstrukcijski popravak su prihvatljive. Vrijednosti za laboratorijsku primjenu su dane u normi HRN EN 1504-3:2005.
Prionjivost (površinski premazi)	Ovisi i nikad ne može biti veća od površinske vlačne čvrstoće podloge. Vrijednosti za laboratorijsku primjenu su dane u normi HRN EN 1504-2:2004.
Tlačna čvrstoća	Vrijednosti za laboratorijsku primjenu su dane u normi HRN EN 1504-3:2005.
Prionjivost materijala za ispunjavanje pukotina za podlogu	Ovisi i nikad ne može biti veća od površinske vlačne čvrstoće podloge. Vrijednosti za laboratorijsku primjenu su dane u normi HRN EN 1504-5:2005.

Upućivanja na ispitne metode su navedena za ispitivanja u (HRN) EN ili ISO normama i gdje takve norme ne postoje upućuju na ispitivanja i promatranja navedena u informativnom dodatku A koji, gdje je to bitno, ukazuje na nacionalne norme. Nacionalne norme mogu biti navedene pri nepostojanju europske norme. Ispitivanja dana u nacionalnim normama su informativna.

Najveće i najmanje vrijednosti i učestalost pregleda ili ispitivanja trebaju biti u skladu s projektnom specifikacijom. U slučaju da učestalost nije navedena, primjenjuju se one iz sljedećih tablica.

Za izuzete metode neophodni su istovjetni zahtjevi za kontrolom kvalitete.

Osoblje koje poduzima provedbu radova zaštite i popravka treba imati prikladno iskustvo i posjedovati pismeni dokaz njihove nadležnosti, ako im je dostupan.

Ispitivanje na gradilištu služi za ocjenu svojstava i zahtijevane kakvoće proizvoda i sustava pri njihovom dolasku na gradilište i za njihovu trajnost za vrijeme i nakon primjene. Ispitivanje na gradilištu je također metoda ocjene uvjeta konstrukcije i podloge na kojoj se primjenjuju proizvodi i sustavi te uvjeti okoliša u kojem se primjenjuju proizvodi i sustavi.

Metode ispitivanja su opisane u EN normama, ali ako takve norme ne postoje, ispitivanja treba provoditi u skladu s ISO ili nacionalnim normama ili s ispitivanjima i promatranjima.

U nastavku su dane metode ispitivanja i opažanja na gradilištu u cilju provedbe kontrole kvalitete sanacijskih radova i ugrađenih materijala:

Ispitivanje ili opažanje br. 1: Raslojavanje, odvajanje slojeva

Kucanje i mjerenje dubine betonske površine može se izvesti laganim čekićem ili ostalom opremom za stvaranje odziva udaranjem. Svrha je otkrivanje raslojenih područja betonske konstrukcije ili neučvršćenih pojedinačnih zrna agregata u betonskoj podlozi.

Ispitivanje ili opažanje br. 2: Čistoća

Na površini treba vizualno provjeriti nazočnost:

- očvrslolog cementa i filma od raspršivanja
- mrlja poput džepova šljunka
- iscvjetavanja
- praha i pijeska
- neučvršćenih zrna poput prašine ili ljuštenja betona (npr. iznad armature)
- razvitka organizama
- zagađivača poput ulja, maziva ili parafina
- sredstva za odvajanje, sredstva za njegu ili ostataka starog premaza
- odvajanja morta.

Nazočnost prašine ili onečišćenja na površini podloge može se utvrditi vizualno brisanjem ili grebanjem betonske površine. Ljepljiva traka će nakon uklanjanja na površini pokazati nazočnost prašine.

Ispitivanje ili opažanje br. 3: Površinske neravnine

Vizualna provjera će odati nazočnost pora i šupljina na površini podloge koje mogu izazvati prekid jednake debljine ljepila ili obložnog filma.

Neravnine podloge je moguće utvrditi primjenom čeličnog ravnala.

Ispitivanje ili opažanje br. 4: Hrapavost

Hrapavost se može odrediti primjenom pomične mjerke ili metode površine pijeska. Ova potonja metoda je opisana u normi HRN EN 1766:2017 točki 7.2. Metoda preslikavanja teksture površine je opisana u normi HRN EN ISO 3274:2008 i HRN EN ISO 4288:2008.

Ispitivanje ili opažanje br. 5: Površinska vlačna čvrstoća podloge

Površinska vlačna čvrstoća može se na gradilištu mjeriti primjenom ispitivanja otkidanjem sukladnog normi HRN EN 1542:2007 (*Pull off test*). Može se rabiti neposredno na površini za ispitivanje ili u položaju na podlozi koja je djelomično bušena, ako je potrebno ispitati čvrstoću na određenoj dubini ispod površine. Bušenje treba izvršiti s pripremom površine i brojem i razmještajem ispitivanja na takav način da budu prikladno reprezentativna.

Ispitivanje ili opažanje br. 6: Širina i dubina pukotine

Širina pukotine može se mjeriti električnim tenzometrima ili mehaničkom mjerkom na izloženim konstrukcijama, a najbitnija svojstva pukotina (širina pukotine i promjene širine pukotine) su podvrgnuta uvjetima promjene vremena (vidi Ispitivanje ili opažanje br.7).

Kada se utvrde ova svojstva, moraju se zabilježiti i sljedeći dodatni podatci:

1. datum, vrijeme
2. vremenski uvjeti; npr. temperatura zraka, naoblaka/kiša (uključujući vrijednosti prijašnjih dana)
3. temperatura površine elementa u područjima s pukotinama i u posebnim slučajevima u unutrašnjosti elementa.

Bušene se jezgre mogu rabiti za određivanje vrste pukotine, stanja pukotine i njezinih rubova i prethodnih mjerenja. Bušenje jezgri uvijek predstavlja poremećaj i zbog toga treba biti ograničeno na neophodne slučajeve. Ultrazvučna ispitivanja također daju dobre podatke o svojstvima pukotina. Može ih primjenjivati samo prikladno izvježbano i iskusno osoblje.

Ispitivanje ili opažanje br. 7: Širenje - rad pukotina

Promjena širine pukotine može se mjeriti mehaničkim ili električnim uređajima (tenzometrima) s točnošću od bar 0,1 mm. Obično je dovoljno vizualno usporediti širinu pukotina s baždarenom crtom na komparatoru širine pukotine. Za uporabu povećala treba više iskustva.

Metode s različitom osjetljivošću mogu se rabiti za mjerenje promjena udaljenosti stijenki pukotine (rada pukotine) uslijed promjene širine pukotina kako slijedi:

1. ravnalo-komparator širine pukotine
2. staklene pločice ili elektrootporni tenzometri mogu se pričvrstiti preko pukotine, (vidi BS 1881-206)
3. povećalo pukotina
4. tanke gipsane oznake mogu se nanijeti četkom na betonsku podlogu. Pri širenju pukotina u betonu, pukotine se također pojavljuju i na gipsu. Širinu pukotina je lako odrediti povećalom pukotina. Ponovljena očitavanja do točnosti od 0,01 mm mogu se rabiti za praćenje sporih promjena u širini pukotina, uključujući dugoročne promjene. Više gipsanih oznaka, ako je potrebno, može se nanijeti u razmacima na istu pukotinu.

Ako se promjene širine pukotine (rad pukotine) opažaju tijekom trajanja dana, važeće podatke treba zabilježiti nekoliko puta na dan. U slučaju da su promjene širine pukotine vezane uz promet, može biti neophodno obaviti karakterizaciju prometa u svrhu omogućavanja učinkovitije analize rezultata. Odabrana vremena mjerenja trebaju biti takva da se odgovarajući zaključci, na kratkotrajnim i dnevnim promjenama širine pukotine u predviđeno vrijeme punjenja, mogu pročitati iz rezultata.

Na nadgradnjama monolitnih mostova i sličnih konstrukcija izloženih neposrednom utjecaju vremenskih prilika, postoje dnevne promjene u širini pukotina, u nekim slučajevima ovisnim o izolaciji. Najveće su promjene očekivane u vedrim danima ljetnih mjeseci, a ne u danima visoke naoblake i visoke temperature zraka. Pri najvećim širinama pukotina, prometni utjecaji obično vode do ekstremnih vrijednosti kratkotrajne promjene širine pukotina.

Ispitivanje ili opažanje br. 8: Vibracije

Pri primjeni proizvoda i sustava važno je promatrati vibracije prouzročene utjecajem prometa, opreme ili vjetrovitog vremena. U svrhu bilježenja vibracija može se rabiti oprema za njihovo

mjerenje (npr. akcelerometar). Nikakva ograničenja uzroka vibracija nisu potrebna ako su veličine vibracija unutar vrijednosti dinamičkih opterećenja prihvaćenih za proizvode ili sustave prilikom primjene.

Ispitivanje ili opažanje br. 9: Vlažnost podloge i pukotina

Sadržaj vlage na podlozi može se ocijeniti pomoću sljedećih ispitivanja i opažanja:

1. vizualno

Površinska se vlažnost može promatrati praćenjem sljedeće približne upute:

$\frac{3}{4}$ "suho" – svježe nastali lom površine s dubinom od približno 2 cm, ne smije postati vidljivo svjetlije boje kao rezultat sušenja;

$\frac{3}{4}$ "vlažno" – podloga je bez sjaja, pojava vlage bez sjajnog vodenog filma; sustav pora u podlozi ne smije biti zasićen vodom, tj. kapi vode prosute na betonsku podlogu moraju biti upijene, ostavljajući podlogu nakon nekog vremena ponovo bez sjaja;

$\frac{3}{4}$ "mokro" – sustav pora može biti zasićen vodom; može postojati površinski sjaj na betonu, ali bez vlažnog vodenog filma.

Daljnje se vizualne naznake mogu dobiti prekrivanjem površine politenskim filmom kroz 24 sata. Ako se ne vidi vlaga, površina i materijal ispod nje se mogu smatrati suhima.

2. primjenom proba relativne vlažnosti
3. mjerenjem električne otpornosti primjenom Wenner-ovog ispitivanja i povezivanjem mjerenja s apsolutnom vlažnosti mjerenom u laboratoriju. Postoji također i ispitivanje vodljivosti pomoću dvije diode koje se može povezati s apsolutnom vlažnošću
4. uzimanjem uzoraka i ispitivanjem u laboratoriju

Sadržaj vlage u pukotinama može se promatrati uzimanjem uzoraka ili jezgri i vizualnim opažanjem.

Ispitivanje ili opažanje br. 10: Temperatura podloge

Mjerenje temperature betonske ili čelične površine treba izvesti termometrom namijenjenim mjerenju temperature na površinama. Ako postoji potreba za točnim mjerenjem temperature podloge, nakon nanošenja prikladnog materijala za osiguranje toplinskog spoja s podlogom, mjerenje se može provesti kako slijedi. Termometar se stavlja u položaj za mjerenje u sredini izolacijskoga materijala poput ploče od porastog betona veličine od 0,5 m² i debljine od 70 mm. Mjerenje treba provesti pri ustaljenoj temperaturi, tj. temperaturi kod koje je promjena u toku vremena manja od 1/10 stupnja kroz 5 minuta.

Ispitivanje ili opažanje br. 11: Mjerenje dubine karbonatizacije

Rabi se ispitivanje dano u HRN EN 14630:2007.

Ispitivanje ili opažanje br. 12: Sadržaj klorida

Sadržaj klorida u betonskoj podlozi može se dobiti uzimanjem uzoraka prašine i naknadnim ispitivanjem u laboratoriju pomoću metode dane u HRN EN 14629:2007.

Postoje i zamjenski sustavi ispitivanja na gradilištu koje je također moguće primjenjivati, a temelje se na elektrokemijskoj tehnologiji.

Ispitivanje ili opažanje br. 13 i br. 14: Prodiranje ostalih onečišćenja i onečišćenje pukotina

Betonska podloga i pukotine u njoj mogu biti onečišćene tvarima koje izazivaju propadanje podloge, proizvoda i sustava za popravak i potiču koroziju armature. Takva onečišćenja uključuju ugljični dioksid, kloride, sulfate i ostale organske i anorganske tvari. Povijest konstrukcije i njezinog okoliša će vjerojatno ukazati na moguće onečišćenje. Ako postoji sumnja na onečišćenje, mogu se uzeti uzorci bušenjem i vađenjem jezgri i ispitati u laboratoriju da bi se utvrdio sadržaj i osobine.

Ispitivanje ili opažanje br. 15: Električna otpornost betona/morta

Električna otpornost podloge i materijala za popravak mogu se izmjeriti metodama temeljenim na Wenner 4 ispitnoj metodi mjerenja električne otpornosti tla. Električna otpornost materijala za popravak treba se mjeriti na materijalu primijenjenom na gradilištu ili na pripremljenim uzorcima i obično se određuje u granicama između 50 i 200 % otpornosti podloge za elektrokemijske metode 7.3, 7.5 i 10.1 opisane u Tablica 7-08-11.

Ispitivanje ili opažanje br. 16: Čistoća postojeće armature

Zahtijevani stupanj čistoće čelične armature ovisi o odabranoj metodi popravka. Najbolje se prosuđuje usporedbom izgleda očišćenog čelika s onim određenim u HRN EN ISO 8501-1:2007 npr. Sa2½.

Ispitivanje ili opažanje br. 17: Promjer postojeće armature

Promjer armature treba mjeriti mehanički u cilju određivanja veličine poprečnog presjeka na mjestima uklanjanja korozije i dobivanja površine najmanjeg poprečnog presjeka, što omogućuje provedbu statičkog proračuna i usporedbu s tehničkim propisima.

Ispitivanje ili opažanje br. 18: Stupanj korozije postojeće armature

Gubitak površine armature uslijed korozije može se procijeniti mehaničkim mjerenjem. Posebnu pažnju treba posvetiti otkrivanju korozijskim jamicama u čeliku.

Epoksidni ili drugi nepropusni premazi na armaturi trebaju se pobliže ispitati kao i pukotine ili oštećenja u premazu koji u kombinaciji s visokom razinom klorida mogu rasti i pojačati koroziju na oštećenom mjestu te smanjiti vezu s premazom. Uzrok korozije je taj da je armaturni čelik izoliran premazom od zaštitne lužnate okoline.

Koroziju se također može otkriti potencijalnim preslikavanjem, primjenom ispitivanja polučelijskim potencijalom.

Ispitivanje ili opažanje br. 19: Čistoća lamela za ojačanje

Čelične lamele trebaju biti bez strugotina, prašine, hrđe, maziva i ostalih onečišćenja. Stupanj čistoće treba biti do Sa2½ kako je određeno u HRN EN ISO 8501-1:2007. Sastavljene lamele trebaju biti očišćene kako je određeno.

Ispitivanje ili opažanje br. 20: Potvrđivanje sukladnosti proizvoda

Potvrđivanje sukladnosti proizvoda za popravak i zaštitu betona može se utvrditi na temelju označavanja i deklariranja u skladu s HRN EN 1504-8:2005 ili pismenom potvrdom o sukladnosti. Čistoća vode se može utvrditi kako je navedeno u normi HRN EN 1008.

Ispitivanje ili opažanje br. 21: Temperatura okoline

Temperatura okoline može se mjeriti uporabom termometara. Točnost očitavanja treba biti bar $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Mjerenje treba izvršiti u neposrednoj blizini radova. Temperaturno osjetilo ne treba biti izloženo neposrednom sunčevom zračenju. Mjerenja treba provoditi dovoljno često da bi se zabilježilo promjene od 2°C i snižavanje ili povećanje temperature.

Ispitivanje ili opažanje br. 22: Vlažnost okoline

Vlažnost okoline može se mjeriti metodama danim u ISO 4677-1:1985 i ISO 4677-2:1985.

Ispitivanje ili opažanje br. 23: Oborine

Oborine se mogu promatrati vizualno ili ako je potrebno zapisivati primjenom mjernog uređaja. Mogu uključivati kišu, snijeg, rosu ili vodenu prašinu.

Ispitivanje ili opažanje br. 24: Snaga vjetra

Brzinu vjetra treba mjeriti pomoću vjetromjera tako da se mogu izmjeriti najveće vrijednosti tijekom primjene i radovi zaustaviti ako je tako određeno.

Ispitivanje ili opažanje br. 25: Točka rošenja

Za primjenu mnogih polimernih proizvoda podloga mora biti suha i rošenje se mora izbjeći, osim ako je određeno drugačije. Točka rošenja ovisi neposredno o relativnoj atmosferskoj vlažnosti okoliša i temperaturi okoliša. Pojavljuje se samo pri temperaturi podloge nižoj ili jednakoj temperaturi točke rošenja.

Sljedeća tablica (izvadak iz tablice dane u ISO 4677-1:1985 i ISO 4677-2:1985) daje temperature točaka rošenja uz poznatu temperaturu suhe okoline i relativnu atmosfersku vlažnost okoline.

Tablica 7-08-13 Temperature točaka rošenja uz poznatu temperaturu suhe okoline i relativnu atmosfersku vlažnost okoline prema ISO 4677-1:1985 i ISO 4677-2:1985.

Temperatura suhe okoline (°C)	Temperature točke rošenja (°C) za relativnu vlažnost okoliša između 40 i 100%						
	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
35	19,4	23,0	26,1	28,7	31,0	33,1	35
30	15,0	18,5	21,4	23,9	26,2	28,2	30
25	10,5	13,9	16,7	19,6	20,1	23,2	25
20	6,0	9,3	12,0	14,4	16,5	18,3	20
15	1,5	4,2	7,3	9,6	11,6	13,4	15
10	-3,0	0,1	2,6	4,8	6,7	8,5	10
5	-7,0	-4,7	-2,0	0	1,9	3,5	5

Proizvod za zaštitu i popravak se obično ne može primijeniti kada je temperatura suhe okoline manja od 3°C ispod temperature točke rošenja, no to ovisi o materijalu i tehničkim uputama.

Temperatura zraka se mjeri uporabom živinog ili digitalnog termometra. Zahtijevana točnost je $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

Za mjerenje temperature površine mogu se koristiti digitalni elektronski termometri. Zahtijevana točnost je $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

Za procjenu vlažnosti vidjeti ispitivanje br. 22.

Ispitivanje ili opažanje br. 26: Debljina mokrog premaza

Metoda br. 1 norme HRN EN ISO 2808:2019 daje dvije metode mjerenja debljine mokrog premaza: mjerenje češljem i mjerenje pomičnim mjerilom.

Prva metoda je lakše prilagodljiva od njezine izvorne primjene pri mjerenju boja i lakova do primjene za mjerenje premaza u sustavu proizvoda za popravak i zaštitu betona. Mjerilo se sastoji od nehrđajućeg čeličnog češlja s time da vanjski zub tvori nultu crtu. Unutarnji zubi su postupno kraći tako da je, pošto predstavljaju niz razmaka između zuba i nulte crte, veličina svakog razmaka čitljiva s ljestvice na mjerilu.

Neposredno nakon nanošenja proizvoda, mjerni češalj se čvrsto smješta na podlogu na način da su zubi okomiti na ravninu površine i da ne klizi. Mjerni se češalj uklanja, a zubi pregledavaju te se utvrđuje koji je najkraći zub dodirnuo mokri premaz. Potrebno je izvršiti najmanje tri čitanja na različitim mjestima na sličan način zbog postizanja rezultata reprezentativnih za popravljenu površinu. Moguće je koristiti i pomično mjerilo.

Ispitivanje ili opažanje br. 27: Konzistencija betona ili morta

Pri ispitivanju konzistencije tekućeg betona, osim slijeganjem, Vebe ispitivanjem i ispitivanjem stolom za rasprostiranje kako je dano u normi HRN EN 12350 dijelovima 1-5, moguće je za ispitivanje konzistencije tekućeg betona primijeniti i ispitivanje koritom. Beton, mort i smjese za injektiranje moguće je ispitati kako je opisano u normi HRN EN 13395, dijelovi 1-3.

Ispitivanje ili opažanje br. 28: Sadržaj zraka u svježem betonu

Primjena ispitivanja danog u normi HRN EN 12350-7:2019.

Ispitivanje ili opažanje br. 29: Debljina suhog premaza

Debljinu suhog površinskog premaza moguće je mjeriti poznavajući količinu korištenog proizvoda primjenom norme HRN EN ISO 2808:2019, metoda br. 2.

Debljinu je moguće mjeriti i razarajućim načinom poput:

- metodom mjerenja presjeka prema normi HRN EN ISO 2808:2019
- metodom sječenja klinom (dostupan je posebni uređaj koji uključuje sitnozori s rasvjetnim tijelima i alatkom za sječenje) prema normi HRN EN ISO 2808:2019, metoda 5B
- bušenjem jezgri i mjerenjem debljine filma (razornija metoda za koju ne postoji norma).

Ispitivanje ili opažanje br. 30: Prekrivanje premaza

Praznine, rupe i oštećenja u premazu moguće je otkriti vizualno i postupkom danim u normi HRN EN ISO 4628-(1-6).

Ispitivanje ili opažanje br. 31: Prodiranje impregnacije

Prodiranje impregnacije ovisi o poroznosti podloge i sposobnosti prodiranja proizvoda. Prodiranje je moguće procijeniti znajući količinu primijenjenog proizvoda. U tu je svrhu primjenjiva norma HRN EN ISO 2808:2019 (metoda br.2: Određivanje debljine suhog filma računanjem iz mase filma po jedinici površine). Prodiranje je također moguće odrediti ispitivanjem jezgri.

Ispitivanje ili opažanje br. 32: Vodonepropusnost premaza, materijala za popravak ili ispunjenih pukotina

Načelo njemačkog ispitivanja Karstenovim postupkom je mjerenje količine vode koja prodire u jedinici vremena u beton, a provodi se pomoću staklene baždarene epruvete, prethodno vodonepropusno zabrtvljene za ispitivanu površinu. Promjer epruvete, ovisno o primijenjenoj normi, može biti 20, 50 ili 100 mm. Visina vodenog stupca, ovisno o primijenjenoj normi, može biti 100, 150 ili 200 mm.

Dobiveni rezultati:

- količina vode prodrle tijekom vremena ispitivanja (linearna ili nelinearna, ograničena ili neograničena)
- temperaturni uvjeti
- vlažnost ispitivane površine.

Pukotine kod kojih je volumen ispunjen barem 80%, s čvrstom vezom između betona i materijala za brtvljenje, mogu se vizualno ocijeniti kao vodonepropusne. Pri dvojbenim slučajevima mogu se izvaditi jezgre i izvršiti ispitivanje vodonepropusnosti kako je naznačeno u normi HRN EN 12390-8:2019.

Ispitivanje ili opažanje br.33. Stupanj ispunjenosti pukotina

Uzorkovanje bušenih jezgri se provodi s ciljem procjene stupnja ispunjenosti. Pukotine moraju biti u potpunosti ispunjene. To je određeno s barem 80% ispunjenosti volumena pukotina vidljivih na površini bušenih jezgri. Obično se jezgre malog promjera (50 mm ili manje) uzimaju iz reprezentativnih presjeka ispunjenih pukotina.

Ultrazvučna ispitna metoda koja je dana u normi HRN EN 12504-4:2021 također može dati podatak o stupnju ispunjenosti. Trenutno dostupne metode namijenjene pružanju pouzdanih nalaza na gradilištu zahtijevaju stručno znanje i sofisticiranu opremu za ispitivanje.

Ispitivanje ili opažanje br. 34: Debljina ili zaštitni sloj materijala za popravak

Zaštitni sloj betona iznad armature moguće je procijeniti primjenom elektromagnetskog uređaja - mjerača debljine zaštitnog sloja. Očekivana točnost pri prosječnim uvjetima na gradilištu treba biti unutar $\pm 15\%$ ili 5 mm, tj. veća od ove dvije veličine za zaštitni sloj armature manji od 100 mm. Metoda ispitivanja je opisana u normi BS 1881, dio 204.

Zaštitni sloj betona je također moguće odrediti postupkom uzimanja bušenih jezgri i postupkom uklanjanja zaštitnog materijala.

Ispitivanje ili opažanje br. 35: Prionjivost premaza, ljepila i materijala za popravak

Prionjivost premaza je moguće odrediti primjenom ispitivanja zarezivanjem mrežice, kako je određeno u normi HRN EN ISO 2409-6:2020 te prionjivosti materijala za popravak primjenom ispitivanja otkidanjem (*pull off test*), kako je određeno u normi HRN EN ISO 4624:2016 i u BS 1881-201 i 207 ili sukladno laboratorijskom ispitivanju prema normi HRN EN 1542:2007. Ispitivanje zarezivanjem mrežice se može primijeniti za slojeve manje od 0,5 mm debljine, a ispitivanje otkidanjem za deblje slojeve.

Ispitivanje ili opažanje br. 36: Tlačna čvrstoća

Tlačnu čvrstoću izvornog betona i očvrstnalog betona ili morta za popravak moguće je mjeriti uzimanjem bušenih jezgri i njihovim ispitivanjem prema normi HRN EN 12504-1:2019/Ispr.1:2020 ili uporabom sklerometra prema normi HRN EN 12504-2:2021. Pri primjeni zadnje metode posebno treba paziti da je instrument pravilno baždaren. Osobina posljednje metode, kao i moguća varijacija u površini betona ili morta, čini ju uporabljivom za naznaku usporedne čvrstoće, prije negoli apsolutnih vrijednosti.

Čvrstoću betona za popravak moguće je utvrditi u skladu s HRN EN 12390-(1-3) primjenom tlačnog ispitivanja kocke, ali se za PC ili PCC i HCC mortove može ispitati u skladu s HRN EN 12190:2001.

Ispitivanje ili opažanje br. 37: Gustoća očvrstnalog morta ili cementa

Gustoća očvrstnalog morta ili cementa za popravak treba biti utvrđena primjenom ispitivanja danih u HRN EN 12390-7:2019. Ako se zahtijeva gustoća izvornog betona, može se utvrditi uzimanjem jezgri i mjerenjem težine i volumena.

Ispitivanje ili opažanje br. 38: Skupljanje i raspucavanje materijala za popravak

Može se promatrati vizualno ili mjeriti pomoću mjerila. Vrlo sitne pukotine moguće je otkriti namakanjem površine i postupnim sušenjem. Tijekom sušenja pukotine postaju uočljive jer zadržavaju vodu duže vrijeme od neraspucale površine.

Ispitivanje ili opažanje br. 39: Nazočnost pukotina i šupljina u očvrstnulim materijalima za popravak

Šupljine, uključujući i one prouzročene nedovoljnim zbijanjem, injektiranjem ili ispunjavanjem, te pukotine je moguće otkriti primjenom radiografije prema normi BS 1881, dio 205 ili mjerenjem brzine radarskog ili ultrazvučnog impulsa prema normi HRN EN 12504-4:2021. Osim navedenog, mogu se izvaditi i jezgre te vizualno pregledati.

Ispitivanje ili opažanje br. 40: Položaj armature

Položaj armature uz poštivanje vanjske površine betona i druge armature moguće je mjeriti mehanički nakon uklanjanja betona ili primjenom mjerila debljine pokrova prema normi BS 1881-204 ako armatura nije vidljiva.

Ispitivanje ili opažanje br. 41: Prionjivost armature

Čvrstoću prionjivosti armature ugrađene u mort ili beton za popravak moguće je odrediti primjenom prikladnih izraza iz HRN EN 1881:2007, ASTM A 944-599 ili drugih odgovarajućih normi. Uzorci armature ugrađene u materijal za popravak mogu se ispitati na taj način.

Ispitivanje ili opažanje br. 42: Nazočnost šupljina između lijepljenih lamela i podloge

Nazočnost šupljina je moguće utvrditi primjenom kucanja ili slične metode udaranja i osluškivanja te primjenom ispitivanja ultrazvukom, kako je opisano u normi HRN EN 12504-4:2021.

Ispitivanje ili opažanje br. 43: Ispitivanje pokusnim opterećenjem

Ispitivanja nosivosti elementa konstrukcije pokusnim opterećenjem na gradilištu treba primjenjivati po okončanju radova na popravcima ili ojačanjima.

Ispitivanje ili opažanje br. 44: Prianjanje materijala za ispunjavanje pukotina za podlogu

Ne postoji ispitivanje na gradilištu namijenjeno mjerenju čvrstoće prionjivosti materijala za ispunjavanje pukotina. Pokazatelje prianjanja je moguće utvrditi uzimanjem i ispitivanjem jezgri i ispitivanjem jezgri do loma primjenom ispitivanja prema normi HRN EN 12504-1:2019/Ispr.1:2020.

Ispitivanje ili opažanje br. 45: Boja i tekstura obrađene površine

Boja i tekstura obrađene površine se, što je moguće više, trebaju slagati s izvornom površinom.

7-09 KONTROLA KVALITETE UGRADENIH MATERIJALA

U nastavku je dana tablica s definiranim ispitivanjima materijala koje je potrebno provesti, ovisno o razredu izvedbe, za dokazivanje kvalitete ugrađenih materijala i sukladnosti s uvjetima iz projekta konstrukcije odnosno sanacije.

	Dokument/ svojestvo	Pregled/metoda ispitivanja	Učestalost za razred izvedbe			Kriterij za ocjenu sukladnosti / dopuštena odstupanja
			1	2	3	
I. BETON – OSNOVNA SVOJSTVA						
1	Otpremnica	Vizualni pregled otpremnice. Vrijeme dostave, vrijeme ugradnje.	Svaka dostavljena količina.			Zahtijevana svojstva u skladu sa specifikacijom i projektom.
2	Dodavanje vode/ kemijskog dodatka na gradilištu	Kontrola i zapis vrste i količine doziranja.	Svaka dostavljena količina koja se prilagođava.			U skladu s uputom proizvođača betona.
3	Jednolikost/homogenost mješavine	Vizualna usporedba izgleda s uobičajenim izgledom betona specificirane konzistencije.	Svaka dostavljena količina.			Jednoličan i homogen izgled, izgled u skladu s iskustvenom procjenom sukladnosti zahtijevanom razredu konzistencije.
4	Temperatura betona i zraka	HRN U.M1.032	- kod prve dnevne dostavljene količine - u slučaju sumnje.			U skladu s točkom 8.5 norme HRN EN 13670:2010.
5	Konzistencija - slijevanje (slump) - stupanj zbijenosti - rasprostiranje - rasprostiranje konusom za slijevanje (samozbijajući beton)	HRN EN 12350-2:2019 HRN EN 12350-4:2019 HRN EN 12350-5:2019 HRN EN 12350-8:2019	- u slučaju sumnje - nakon prilagođavanja zahtijevanoj vrijednosti.	- kod prve dnevne dostavljene količine - kod izrade uzoraka za ispitivanje svojstava očvrstlog betona - nakon prilagođavanja zahtijevanoj vrijednosti - u slučaju sumnje.		Vrijednosti u skladu sa zahtijevanim razredom prema HRN EN 206:2021: - za beton koji se ugrađuje zbijanjem: tablice 3, 4 i 5 - za samozbijajući beton: tablica 6. Dopuštena odstupanja u skladu s tablicom 23 norme HRN EN 206:2021

	Dokument/ svojevstvo	Pregled/metoda ispitivanja	Učestalost za razred izvedbe			Kriterij za ocjenu sukladnosti / dopuštena odstupanja
			1	2	3	
6	Svojstva samozbijajućeg betona u svježem stanju: - viskoznost rasprostiranjem - viskoznost V-ljevkom - sposobnost zaobilaženja prepreka L-kutijom - otpornost segregaciji - sposobnost zaobilaženja prepreka J-prstenom	HRN EN 12350-8:2019 HRN EN 12350-9:2010 HRN EN 12350-10:2010 HRN EN 12350-11:2010 HRN EN 12350-12:2010	- u slučaju sumnje - nakon prilagođavanja zahtijevanoj vrijednosti.	- prema zahtjevu projekta - kod prve dnevne dostavljene količine - kod izrade uzorka za ispitivanje svojstava očvrsllog betona - nakon prilagođavanja zahtijevanoj vrijednosti - u slučaju sumnje.	Vrijednosti u skladu sa zahtijevanim razredom prema HRN EN 206:2021, tablice 7, 8, 9, 10 i 11. Dopuštena odstupanja u skladu s tablicom 23 norme HRN EN 206:2021.	
7	Gustoća svježeg betona	HRN EN 12350-6:2019	- u slučaju sumnje, - kod izrade uzorka za ispitivanje svojstava očvrslnog betona (ako se zahtijeva u projektu).		- U skladu s deklariranom vrijednosti, ili - prema zahtjevu projekta	
8	Sadržaj zraka	HRN EN 12350-7:2019 ASTM C173 (lagani beton)	Nije predviđeno.	Za obični beton: - u slučaju sumnje Za aerirani i mikroarmirani beton: - kod prve dnevne dostavljene količine nakon toga na svakih 20 m ³ dostavljenog betona, - kod izrade uzorka za ispitivanje otpornosti na cikluse smrzavanja i odmrzavanja sa i bez soli za odleđivanje.	Vrijednosti u skladu sa zahtjevima: - projekta - točke 5.3.4 norme HRN 1128:2007, Dopuštena odstupanja u skladu s tablicom 23 norme HRN EN 206:2021.	
9	Tlačna čvrstoća pri starosti od 28 dana	HRN EN 12390-3:2019	U skladu s točkom B.2 norme HRN EN 206:2021, i: najmanje 2 uzorka za istu vrstu betona koji se bez prekida ugradi unutar 24 sata najmanje 2 uzorka na svakih ugrađenih 100 m ³ iste vrste betona te ukupno najmanje 3 uzorka za istu vrstu betona. U skladu s projektom, ali ne manje od najmanjih prethodno navedenih		Ocjena prihvatljivosti rezultata uzorka prema točki B.2 norme HRN EN 206:2021. Ocjena identičnosti u skladu s točkom B.3 norme HRN EN 206:2021.	

	Dokument/ svojestvo	Pregled/metoda ispitivanja	Učestalost za razred izvedbe			Kriterij za ocjenu sukladnosti / dopuštena odstupanja
			1	2	3	
10	Gustoća očvrstnalog betona	HRN EN 12390-7:2019	Kod svakog ispitivanja tlačne čvrstoće prema I.9 i II.13.			Vrijednosti u skladu s: - definicijama prema normi HRN EN 206:2021, točka 3.1.4, ili - u skladu s deklariranom vrijednosti ili - prema zahtjevu projekta, ili - informativna vrijednost.
II. BETON – OSTALA SVOJSTVA						
11	Rana tlačna čvrstoća	HRN EN 12390-3:2019	Nije predviđeno.	Prema zahtjevu projekta.		U skladu sa zahtjevom projekta
12	Tlačna čvrstoća uzoraka njegovanih u uvjetima konstrukcije	HRN EN 12390-3:2019	Nije predviđeno.	Prema zahtjevu projekta.		U skladu sa zahtjevom projekta
13	Tlačna čvrstoća betona iz konstrukcije	HRN EN 12504-1:2019/Ispr.1:2020 HRN EN 12390-3:2019	- prema odobrenom programu u skladu s normom HRN EN 13791.			U skladu sa zahtjevom projekta i prema normi HRN EN 13791.
14	Temperatura površine betona nakon ugradnje	Kontaktni termometar	Nije predviđeno.	- u slučaju sumnje - prema zahtjevu projekta.		U skladu s točkom 8.5 norme HRN EN 13670
15	Dubina prodora vode pod tlakom	HRN EN 12390-8:2019	Nije predviđeno.	Za istu vrstu betona: - najmanje 1 serija (3 uzorka) - 1 serija/500 m ³ ugrađenog betona. U skladu sa zahtjevom projekta, ne manje od najmanjih prethodno navedenih količina.		Vrijednosti u skladu sa razredima prema točki 5.5.3 norme HRN EN 1128
16	Otpornost na smrzavanje	HRN CEN/TR 15177:2006,		Za istu vrstu betona:		U skladu s točkom 5.3.4 norme HRN

	Dokument/ svojevstvo	Pregled/metoda ispitivanja	Učestalost za razred izvedbe			Kriterij za ocjenu sukladnosti / dopuštena odstupanja
			1	2	3	
		točka 7 - metoda prizme				EN 1128
17	Otpornost na smrzavanje i soli za odmrzavanje	HRS CEN/TS 12390-9:2016, točka 5 - metoda ploče		- Najmanje 1 serija (3 uzorka) - 1 serija /500 m3. U skladu sa zahtjevom projekta, ne manje od najmanjih prethodno navedenih količina.		U skladu s točkom 5.3.4 norme HRN EN 1128
18	Otpornost na habanje	Dodatak M norme HRN 1128:2007, ispitano na reznoj površini		- 1 ispitivanje - 1 serija (4 uzorka)/500 m ³ ugrađenog betona. U skladu sa zahtjevom projekta, ne manje od najmanjih prethodno navedenih količina.		U skladu s točkom 5.5.5 norme HRN 1128:2007
19	Čvrstoća na savijanje	HRN EN 12390-5:2019		- 1 serija (3 uzorka) - 1 ispitivanje/2000 m2 površine. U skladu sa zahtjevom projekta, ne manje od najmanjih prethodno navedenih količina.		U skladu sa zahtjevom projekta.
20	Vlačna čvrstoća cijepanjem	HRN EN 12390-6:2010				
21	Statički modul elastičnosti	HRN EN 12390-13:2013				
22	Skupljanje	HRN U.M1.029 HRN EN 12390-16:2019				
23	Puzanje	HRN U.M1.027 HRN EN 12390-17:2019				

	Dokument/ svojstvo	Pregled/metoda ispitivanja	Učestalost za razred izvedbe			Kriterij za ocjenu sukladnosti / dopuštena odstupanja
			1	2	3	
24	Plinopropusnost	HRN EN 993-4:2008				
25	Kapilarno upijanje	HRN EN 13057:2013 <u>HRN EN ISO 15148:2004/A1:2016</u>				
26	Koeficijent migracije klorida	NT BUILD 492				
III. UVALJANI BETON						
Primjenjuju se odredbe grupe I. (1 do 4), grupe II. (relevantna svojstva), grupe III. i sljedeće:						
27	Konzistencija svježeg betona	HRN EN 12350-4:2019, modificirani stupanj zbijenosti.	Nije predviđeno.	U slučaju sumnje		Vrijednosti u skladu sa zahtijevanim razredom prema HRN EN 206:2021, tablica 4. Dopuštena odstupanja u skladu s tablicom 23 HRN EN 206:2021.
28	Gustoća svježeg betona i udio vode	<u>HRN EN 13286-2:2010/Ispr.1:2013</u> (modificirani Proctor)	Nije predviđeno.	- 1/dan - u slučaju sumnje.		U skladu s deklariranom vrijednosti (početno ispitivanje).
29	Stupanj zbijenosti ugrađenog betona	Ispitivanje volumetrom prema HRN U.B1.016 ili DIN 18125-2 i usporedba s gustoćom dobivenom Proctorovim postupkom ili ispitivanje nuklearnim denzimetrom prema ASTM	Nije predviđeno.	Minimalno 3 ispitivanja za površine < 1.000 m ² ili na svakih 500 m ² za površine >1.000 m ² .		Prema projektnim specifikacijama.

	Dokument/ svojtvo	Pregled/metoda ispitivanja	Učestalost za razred izvedbe			Kriterij za ocjenu sukladnosti / dopuštena odstupanja
			1	2	3	
30	Tlačna čvrstoća na izrađenim uzorcima	C1040 HRN EN 13286- 2:2010/Ispr.1:2013 (modificirani Proctor), prilagodba uzoraka na omjer h/d = 1 HRN EN 12390-3:2019	Nije predviđeno.	- 1/dan - 2 ispitna uzorka/100 m ³ .		Ocjena prihvatljivosti rezultata uzoraka prema točki B.2 norme HRN EN 206:2021 Ocjena identičnosti u skladu s točkom B.3 norme HRN EN 206:2021
IV. MLAZNI BETON						
Primjenjuju se odredbe grupe I. (1 do 4) , grupe II. (relevantna svojstva) i sljedeće:						
KONTROLA SASTAVNIH MATERIJALA						
31	Cement Agregat Dodatna kontrola laganog betona Kemijski i mineralni dodatci betonu Voda Vlakna	HRN EN 14487-1:2005, točka 7.4.2	Prema točki 7.4.2 norme HRN EN 14487-1:2005.			Prema točki 7.4.2 norme HRN EN 14487-1:2005.
KONTROLA OSNOVNE MJEŠAVINE						
32	Konzistencija u slučaju mokrog postupka Sadržaj dodatka ubrzivača vezivanja	HRN EN 14487-1:2005, točka 7.4.3	Prema točki 7.4.3 norme HRN EN 14487-1:2005.			- prema točki 7.4.3 norme HRN EN 14487-1:2005 - prema zahtjevu projekta.

	Dokument/ svojtvo	Pregled/metoda ispitivanja	Učestalost za razred izvedbe			Kriterij za ocjenu sukladnosti / dopuštena odstupanja
			1	2	3	
KONTROLA TIJEKOM UGRADNJE						
33	Vodocementni omjer u slučaju mokrog postupka	Izračunom	U skladu s točkom 7.4.4 i razredom 1 tablice 12 norme HRN EN 14487-1:2005 za:	U skladu s točkom 7.4.4 i razredom 2 tablice 12 norme HRN EN 14487-1:2005 za:	U skladu s točkom 7.4.4 i razredom 3 tablice 12 norme HRN EN 14487-1:2005 za:	- u skladu s osnovnom mješavinom
34	Doziranje ubrzivača vezivanja	Izračunom	- ojačanje tla - popravak ili ojačanje betonske konstrukcije - samostojeće betonske konstrukcije	- ojačanje tla - popravak ili ojačanje betonske konstrukcije - samostojeće betonske konstrukcije	- ojačanje tla - popravak ili ojačanje betonske konstrukcije - samostojeće betonske konstrukcije	- u skladu s osnovnom mješavinom
35	Sadržaj vlakana u svježem mikroarmiranom mlaznom betonu	HRN EN 14488-7				- u skladu s točkom 7.5.2.1 norme HRN EN 14487-1:2005 - prema zahtjevu projekta
36	Rana tlačna čvrstoća	HRN EN 14488-2				- u skladu s točkom 7.5.1.1 norme HRN EN 14487-1:2005 (razredi prema točki 4.3 norme HRN EN 14487-1:2005)
37	Tlačna čvrstoća	HRN EN 12504-1:2019/Ispr.1:2020 HRN EN 14487-1:2005, tablica 8	(svojstva koja moraju biti specificirana navedena su u tablici 9 norme HRN EN 14487-1:2005)	(svojstva koja moraju biti specificirana navedena su u tablici 9 norme HRN EN 14487-1:2005)	(svojstva koja moraju biti specificirana navedena su u tablici 9 norme HRN EN 14487-1:2005)	- u skladu s točkom 7.5.1.2 norme HRN EN 14487-1:2005
38	Gustoća očvrstlog mlaznog betona	HRN EN 12390-7:2019				- vrijednosti u skladu s definicijama prema HRN EN 206:2021, točka 3.1.4 - u skladu s deklariranom vrijednosti ili - prema zahtjevu projekta
39	Vodonepropusnost	HRN EN 12390-8:2019				- u skladu s točkom 7.5.1.3 norme HRN EN 14487-1:2005 - vrijednosti u skladu sa razredima

	Dokument/ svojevstvo	Pregled/metoda ispitivanja	Učestalost za razred izvedbe			Kriterij za ocjenu sukladnosti / dopuštena odstupanja
			1	2	3	
40	Otpornost na smrzavanje	HRN CEN/TR 15177:2006				prema točki 5.5.3 norme HRN EN 1128
41	Otpornost na smrzavanje i soli za odmrzavanje	HRS CEN/TS 12390-9:2016				- u skladu s točkom 7.5.1.4 norme HRN EN 14487-1:2005 - u skladu s točkom 5.3.4 norme HRN EN 1128
42	Vlačna čvrstoća prionjivosti kidanjem	HRN EN 14488-4:2008 HRN EN 1542:2007				- u skladu s točkom 7.5.1.5 norme HRN EN 14487-1:2005
43	Sadržaj vlakana u očvrslom mikroarmiranom mlaznom betonu	HRN EN 14488-7:2007				- u skladu s točkom 7.5.2.1 norme HRN EN 14487-1:2005 - prema zahtjevu projekta
44	Preostala čvrstoća ili sposobnost upijanja energije mikroarmiranog betona	HRN EN 14488-3:2007 ili HRN EN 14488-5:2007				- u skladu s točkama 7.5.2.4 i 7.5.2.5 norme HRN EN 14487-1:2005 (razredima prema tablicama 2 i 3)
45	Prvi vrh čvrstoće na savijanje i konačna čvrstoća na savijanje mikroarmiranog betona	HRN EN 14488-3:2007				- u skladu s točkama 7.5.2.2 i 7.5.2.3 norme HRN EN 14487-1:2005
46	Čvrstoća na savijanje	HRN EN 12390-5:2019			kao V.56 (preostala čvrstoća)	- prema zahtjevu projekta
47	Debljina na podlozi	HRN EN 14488-6 za očvrsnuli beton ili na uzorcima ispitanim prema V.52			kao V.54 (vlačna čvrstoća prionjivosti)	- prema zahtjevu projekta
48	Modul elastičnosti	HRN EN 12390-13:2013			kao V.56 (preostala čvrstoća) (ako se zahtijeva)	- prema zahtjevu projekta

Dokument/ svojestvo	Pregled/metoda ispitivanja	Učestalost za razred izvedbe			Kriterij za ocjenu sukladnosti / dopuštena odstupanja
		1	2	3	
V. MASIVNI BETON					
Primjenjuju se odredbe grupe I. (1 do 10) , grupe II. (relevantna svojstva) i sljedeće:					
49	Temperatura betona tijekom procesa hidratacije	mjerjenje temperature temperaturnom sondom točnosti 0,5 °C postavljenoj na poziciju prema utvrđenom programu kroz vrijeme definirano u projektu ili do stabilne vrijednosti temperature	- Nije predviđeno	Prema zahtjevu projekta za utvrđivanje: - najveće temperature u unutrašnjosti betona - razlike temperatura u unutrašnjosti i pri površini betona (za kontrolu toplinskog gradijenta) - brzine smanjivanja temperature.	- u skladu s točkom 8.5 norme HRN EN 13670:2010, ili - u skladu sa zahtjevom projekta (za više informacija vidi ACI 207.1R i ACI 207.2R)
VI. SMJESA ZA INJEKTIRANJE NATEGA ZA PREDNAPINJANJE					
KONTROLA PRIJE INJEKTIRANJA					
50	Zahtjevi prije injektiranja	HRN EN 445:2008, točka 9.3, tablica 2	Nije predviđeno	HRN EN 445:2008, točka 9.3, tablica 2	- HRN EN 445:2008, točka 9.3, tablica 2
51	Ispitivanje prikladnosti: - Prisustvo grudica - Protočnost - Izdvajanje vode - Volumne promjene - Tlačna čvrstoća - Gustoća	HRN EN 445:2008	Nije predviđeno	ne zahtjeva se ako se provodi redovito audit-ispitivanje prije početka izvođenja u skladu s tablicom 1 norme HRN EN 445:2008	- svojstva odabranog sastava za određeni projekt u skladu s početnim ispitivanjem i/ili audit-ispitivanjem (početno i audit-ispitivanje provode se prema točkama 7.2 i 7.3 norme HRN EN 447:2008)
KONTROLA TIJEKOM INJEKTIRANJA					
52	Temperatura okoline, prikladna metoda konstrukcije i smjese		Nije predviđeno	prema točki 8.3 norme HRN EN 445:2008	- u skladu s točkom 8.3 norme HRN EN 445:2008

	Dokument/ svojevstvo	Pregled/metoda ispitivanja	Učestalost za razred izvedbe			Kriterij za ocjenu sukladnosti / dopuštena odstupanja
			1	2	3	
53	Zahtjevi tijekom injektiranja	HRN EN 445:2008, točka 9.3, tablica 3	Nije predviđeno	prema HRN EN 445:2008, točka 9.3, tablica 3		HRN EN 445:2008, točka 9.3, tablica 3
54	Kontrola doziranja i v/c omjera	HRN EN 447:2008, točka 5	Nije predviđeno	Svaka mješavina		<ul style="list-style-type: none"> - u skladu sa sastavom iz početnog ispitivanja - Dopuštena odstupanja u skladu s točkom 5 norme HRN EN 447:2008
55	Prisustvo grudica	HRN EN 445:2008, točka 4.2		prema tablici 3 norme HRN EN 445:2008		<ul style="list-style-type: none"> - bez prisustva grudica
56	Protočnost	HRN EN 445:2008, točka 4.3.1				<ul style="list-style-type: none"> - u skladu s točkom 6.3 norme HRN EN 447:2008
57	Izdvajanje vode	HRN EN 445:2008, točka 4.5				<ul style="list-style-type: none"> - vrijednosti u skladu s točkom 6.4 norme HRN EN 447:2008 - kriterij prihvatljivosti u skladu s tablicom 5 norme HRN EN 445:2008 - dopušteno odstupanje u skladu s tablicom 6 norme HRN EN 445:2008
58	Volumne promjene	HRN EN 445:2008, točka 4.5				<ul style="list-style-type: none"> - vrijednosti u skladu s točkom 6.5 norme HRN EN 447:2008 - kriterij prihvatljivosti u skladu s tablicom 5 norme HRN EN 445:2008 - dopušteno odstupanje u skladu s tablicom 6 norme HRN EN 445:2008
59	Tlačna čvrstoća	HRN EN 445:2008, točka 4.6 alternativna metoda na valjku prema HRN EN 445:2008:2000,				<ul style="list-style-type: none"> - vrijednosti u skladu s točkom 6.6 norme HRN EN 447:2008 - kriterij prihvatljivosti u skladu s tablicom 5 norme HRN EN 445:2008

	Dokument/ svojestvo	Pregled/metoda ispitivanja	Učestalost za razred izvedbe			Kriterij za ocjenu sukladnosti / dopuštena odstupanja
			1	2	3	
60	Gustoća svježe smjese	HRN EN 445:2008, točka 4.7				- dopušteno odstupanje u skladu s tablicom 6 norme HRN EN 445:2008 - u skladu s točkom 6.8 norme HRN EN 447:2008 - u skladu s deklariranom vrijednosti
KONTROLA NAKON INJEKTIRANJA						
61	Zahtjevi nakon injektiranja	HRN EN 445:2008, točka 9.3, tablica 4	Nije predviđeno		prema točki 8.5 norme HRN EN 445:2008	prema točki 8.5 norme HRN EN 445:2008
VII. ČELIK ZA ARMIRANJE I ČELIK ZA PREDNAPINJANJE						
62	Otpremnica	Vizualno			Svaka dostavljena količina	- zahtijevana svojstva u skladu sa specifikacijama HRN 1130-1 do 5 i projektom
63	Izgled	Vizualno			Svaka dostavljena količina	- u skladu sa specifikacijama HRN 1130-(1 do 5)
64	Vlačna čvrstoća, istezanje, ispitivanje savijanjem, svedena ploština rebra	HRN EN ISO 15630-(1 do 3)			U slučaju sumnje	- u skladu sa specifikacijama HRN 1130-(1 do 5)
VIII. PREDGOTOVLJENI BETONSKI ELEMENTI						
65	Otpremnica, oznaka, količina	Vizualno			Svaka dostavljena količina	- zahtijevana svojstva u skladu sa specifikacijom i projektom
66	Izgled	Vizualni pregled: vidljivi nedostaci spojne plohe oprema za dizanje na elementu – vrsta, cjelovitost, spojivost			svaki konstrukcijski element za nekonstrukcijske elemente 10 % svake dostavljene količine	- u skladu sa specifikacijom i projektom
		Potpis na otpremnici i napomena				

	Dokument/ svojestvo	Pregled/metoda ispitivanja	Učestalost za razred izvedbe			Kriterij za ocjenu sukladnosti / dopuštena odstupanja
			1	2	3	
67	Geometrijska odstupanja	Mjerenje mjernom vrpcom, ravnalom	o nedostacima	svaki konstrukcijski element za nekonstrukcijske elemente 10 % svake dostavljene količine	- u skladu s projektom - dopuštena odstupanja u skladu s Dodatkom G norme HRN EN 13670:2010	
68	Oštećenja širina i rasprostiranje pukotina druga oštećenja	Mjerenje mjernom vrpcom, ravnalom, povećalom	u slučaju sumnje		-	
IX. PROIZVODI I SUSTAVI ZA ZAŠTITU I POPRAVAK						
OPĆENITO						
69	Otpremnica	Vizualno	Svaka dostavljena količina		- zahtijevana svojstva u skladu sa specifikacijom i projektom	
70	Svojstva i materijali koji nisu navedeni u ovoj tablici	HRN EN 1504-1:2005, tablica 4 i dodatak A	HRN EN 1504-1:2005, tablica 4 i dodatak A prema zahtjevu projekta		- u skladu s normom HRN EN 1504-1:2005 i projektom	
OKOLIŠNI UVJETI						
71	Temperatura i vlažnost zraka Točka rosišta Jačina vjetra	HRN EN 1504-1:2005, tablica 4 i dodatak A	HRN EN 1504-1:2005, tablica 4 i dodatak A prema zahtjevu projekta u slučaju sumnje		- u skladu s normom HRN EN 1504-1:2005 i projektom - u skladu s uputom za ugradnju proizvođača	
STANJE PODLOGE PRIJE I/ILI NAKON PRIMJENE PROIZVODA						
72	Odlamanje Čistoća Neravnost	HRN EN 1504-1:2005, tablica 4 i dodatak A	HRN EN 1504-1:2005, tablica 4 i dodatak A prema zahtjevu projekta		- u skladu s normom HRN EN 1504-1:2005 i projektom	

	Dokument/ svojstvo	Pregled/metoda ispitivanja	Učestalost za razred izvedbe			Kriterij za ocjenu sukladnosti / dopuštena odstupanja
			1	2	3	
73	Pukotine Hrapavost Temperatura i vlažnost podloge Druga svojstva prema tablici 4 norme HRN EN 1504- 1:2005 ako je relevantno Vlačna čvrstoća podloge	HRN EN 1542:2007				- 1,2 do 1,5 MPa za konstrukcijski popravlak, - u skladu sa zahtjevom projekta.
MORT ZA POPRAVAK						
74	Konzistencija morta	HRN EN 13395-2 HRN EN 13395-3				- u skladu s uputom za ugradnju proizvođača.
75	Tlačna čvrstoća morta	HRN EN 12190:2001				- u skladu s projektom i specificiranim razredom prema normi HRN EN 1504-3:2005.
76	Vlačna čvrstoća savijanjem morta	HRN EN 196-1:2016				- u skladu s projektom i/ili deklaracijom proizvođača.
77	Tlačna čvrstoća mlaznog morta	HRN EN 12504- 1:2019/Ispr.1:2020 HRN EN 12390-3:2019				- u skladu s projektom
78	Vlačna čvrstoća cijepanjem mlaznog morta	HRN EN 12504- 1:2019/Ispr.1:2020				- u skladu s projektom

	Dokument/ svojestvo	Pregled/metoda ispitivanja	Učestalost za razred izvedbe			Kriterij za ocjenu sukladnosti / dopuštena odstupanja
			1	2	3	
79	Vlačna čvrstoća prionljivosti morta	HRN EN 12390-6:2010 HRN EN 1542:2007	prema zahtjevu projekta 1 serija ispitivanja (5 uzoraka, minimalno 3 valjana rezultata) na (100-500) m ² , ili 1 serija ispitivanja za element/grupu istovrsnih elemenata, ili prema zahtjevu projekta.			Za konstrukcijski popravak: - $\geq 1,5$ MPa - rezultati najmanje u rasponu od 1,2 do 1,5 MPa, ili - lom u podlozi, - u skladu sa zahtjevom projekta. - u skladu s projektom i/ili deklaracijom proizvođača
80	Modul elastičnosti	HRN EN 13412:2007	prema zahtjevu projekta.			- u skladu s projektom i/ili deklaracijom proizvođača
PREMAZ						
81	Debljina premaza	HRN EN ISO 2808:2019 proračun	Debljina mokrog filma: metodom 4.2.6 (češalj, kotač) 3/dan ugradnje, i/ili metodom 4.3 (gravimetrijski) za svaki dan ugradnje, drugom metodom prema zahtjevu projekta. Debljina suhog filma mehaničkim metodama prema t. 5 ili drugom metodom prema zahtjevu projekta: 1 ispitivanje na (100-500) m ² , ili 1 za element/grupu istovrsnih elemenata, prema zahtjevu projekta. Debljina suhog filma izračunom količine na temelju deklaracije o sadržaju suhe tvari			- u skladu sa zahtjevom projekta - vrijednost debljine suhog filma izražena za razinu pouzdanosti od 95 % mora biti u skladu sa specificiranom vrijednošću
82	Vlačna čvrstoća prionljivosti premaza	HRN EN 1542:2007	1 serija ispitivanja (5 uzoraka, minimalno 3 valjana rezultata) na (100-500) m ² , ili 1 serija ispitivanja za element/grupu istovrsnih elemenata, prema zahtjevu projekta.			- u skladu s tablicom 5, red 15 norme HRN EN 1504-2:2004, ovisno o opterećenju prometom i fleksibilnosti/krutosti sustava, ili - lom u podlozi

	Dokument/ svojestvo	Pregled/metoda ispitivanja	Učestalost za razred izvedbe			Kriterij za ocjenu sukladnosti / dopuštena odstupanja
			1	2	3	
IMPREGNACIJA/ HIDROFOBNA IMPREGNACIJA						
83	Količina nanošenja	proračun	1 ispitivanje na (100-500) m ² ili 1 za element/grupu istovrsnih elemenata prema zahtjevu projekta			- u skladu s uputom proizvođača
84	Dubina penetracije	mjerjenje na izbušenom valjku HRN EN 1504-2:2004, tablica 3, red 19	1 ispitivanje na (100-500) m ² ili 1 za element/grupu istovrsnih elemenata prema zahtjevu projekta			- u skladu s projektom, ovisno o razredu proizvoda prema normi 1504-2:2004, tablica 3, red 19 i vrsti betona/morta na koji se nanosi
85	Vodonepropusnost pod malim tlakom	Karsten metoda Rilem metoda II.4	1 ispitivanje na (100-500) m ² ili 1 za element/grupu istovrsnih elemenata prema zahtjevu projekta			- u skladu sa zahtjevom projekta

7-09.1 NORME I TEHNIČKI PROPISI**PROJEKTIRANJE BETONSKIH KONSTRUKCIJA**

<u>HRN EN 1990</u>	Eurokod: Osnove projektiranja konstrukcija
<u>HRN EN 1991</u>	Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije
<u>HRN EN 1992</u>	Eurokod 1: Projektiranje betonskih konstrukcija

NORME ZA CEMENT

<u>HRN EN 197-1:2012</u>	Cement -- 1. dio: Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti cementa opće namjene
<u>HRN EN 196-2:2013</u>	Metode ispitivanja cementa -- 2. dio: Kemijska analiza cementa
<u>HRN EN 196-3:2016</u>	Metode ispitivanja cementa -- 3. dio: Određivanje vremena vezivanja i postojanosti volumena

NORME ZA AGREGAT

<u>HRN EN 12620:2008</u>	Agregati za beton
<u>HRN EN 13055:2016</u>	Lagani agregati

NORME ZA VODU

<u>HRN EN 1008:2002</u>	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
-------------------------	---

NORME ZA DODATKE BETONU

<u>HRN EN 934-2:2012</u>	Dodaci betonu, mortu i smjesi za injektiranje -- 2. dio: Dodaci betonu -- Definicije, zahtjevi, sukladnost, označavanje i obilježavanje
<u>HRN EN 934-4:2010</u>	Dodaci betonu, mortu i smjesi za injektiranje -- 4. dio: Dodaci mortu za injektiranje prednapetih kabela -- Definicije, zahtjevi, sukladnost, označavanje i obilježavanje
<u>HRN EN 934-5:2008</u>	Dodaci betonu, mortu i mortu za injektiranje -- 5. dio: Dodaci mlaznom betonu -- Definicije, zahtjevi, sukladnost, označavanje i obilježavanje
<u>HRN EN 934-6:2019</u>	Dodaci betonu, mortu i mortu za injektiranje -- 6. dio: Uzorkovanje, ocjenjivanje i provjera stalnosti svojstava
<u>HRN EN 13263-1:2009</u>	Silicijska prašina za beton -- 1. dio: Definicije, zahtjevi i kriteriji sukladnosti

NORME ZA VLAKNA U BETONU

<u>HRN EN 14889-1:2007</u>	Vlakna za beton -- 1. dio: Čelična vlakna -- Definicije, specifikacije i sukladnost
<u>HRN EN 14889-2:2008</u>	Vlakna za beton -- 2. dio: Polimerna vlakna -- Definicije, specifikacije i sukladnost

NORME ZA BETON

<u>HRN EN 206:2021</u>	Beton – Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost
<u>HRN EN 13670:2010</u>	Izvedba betonskih konstrukcija
<u>HRN EN 13791:2019</u>	Ocjena in-situ tlačne čvrstoće u konstrukcijama i predgotovljenim betonskim dijelovima
<u>HRN 1128:2007</u>	Beton - Smjernice za primjenu norme HRN EN 206-1:
<u>HRN U.M1.032:1981</u>	Beton - Merenje temperature svežeg betona
<u>HRN EN 12350-1:2019</u>	Ispitivanje svježega betona - 1. dio: Uzorkovanje i uobičajena oprema

HRN EN 12350-2:2019	Ispitivanje svježega betona - 2. dio: Ispitivanje slijeganjem
HRN EN 12350-3:2019	Ispitivanje svježega betona - 3. dio: Vebe ispitivanje
HRN EN 12350-4:2019	Ispitivanje svježega betona - 4. dio: Stupanj zbijenosti
HRN EN 12350-5:2019	Ispitivanje svježega betona - 5. dio: Ispitivanje rasprostiranjem
HRN EN 12350-6:2019	Ispitivanje svježega betona - 6. dio: Gustoća
HRN EN 12350-7:2019/Ispr.1:2022	Ispitivanje svježega betona - 7. dio: Sadržaj pora – Tlačne metode
<u>HRN EN 12350-8:2019</u>	Ispitivanje svježega betona -- 8. dio: Samozbijajući beton -- Ispitivanje rasprostiranja slijeganjem
<u>HRN EN 12350-9:2010</u>	Ispitivanje svježega betona -- 9. dio: Samozbijajući beton -- Ispitivanje V-lijevkom
<u>HRN EN 12350-10:2010</u>	Ispitivanje svježega betona -- 10. dio: Samozbijajući beton -- Ispitivanje L-posudom
<u>HRN EN 12350-11:2010</u>	Ispitivanje svježega betona -- 11. dio: Samozbijajući beton -- Ispitivanje segregacije sijanjem
<u>HRN EN 12350-12:2010</u>	Ispitivanje svježega betona -- 12. dio: Samozbijajući beton -- Ispitivanje J-prstenom
HRN EN 12390-1:2021	Ispitivanje očvrsloga betona -- 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe
HRN EN 12390-2:2021	Ispitivanje očvrsnuloga betona -- 2. dio: Izrada i njega ispitnih uzoraka za ispitivanja čvrstoće
HRN EN 12390-3:2019	Ispitivanje očvrsnuloga betona -- 3. dio: Tlačna čvrstoća ispitnih uzoraka
HRN EN 12390-5:2019	Ispitivanje očvrsnuloga betona -- 5. dio: Čvrstoća ispitnih uzoraka na savijanje
HRN EN 12390-6:2010	Ispitivanje očvrsloga betona -- 6. dio: Vlačna čvrstoća cijepanjem ispitnih uzoraka
HRN EN 12390-7:2019/Ispr.1:2020	Ispitivanje očvrsnuloga betona -- 7. dio: Gustoća očvrsnuloga betona
HRN EN 12390-8:2019	Ispitivanje očvrsnuloga betona -- 8. dio: Dubina prodora vode pod tlakom
HRS CEN/TS 12390-9:2016	Otpornost na smrzavanje i odmrzavanje -- Ljuštenje
HRN CEN/TR 15177:2006	Ispitivanje otpornosti betona na smrzavanje i odmrzavanje - Oštećenje unutarnje strukture
HRN EN 12390-13:2013:2021	Ispitivanje očvrsloga betona -- 13. dio: Određivanje sekantnog modula elastičnosti pri tlaku
<u>HRN EN 12390-16:2019</u>	Ispitivanje očvrsnuloga betona -- 16. dio: Određivanje skupljanja betona
<u>HRN EN 12390-17:2019</u>	Ispitivanje očvrsnuloga betona -- 17. dio: Određivanje puzanja betona pod pritiskom
HRI CEN/TR 15739:2016,	Predgotovljeni betonski proizvodi – Završne obrade betona – Identifikacija
ACI 207.2R	Report on thermal and volume change effects on cracking of mass concrete

ACI 207.1R	Guide to Mass Concrete
DIN 18125-2	Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Dichte des Bodens - Teil 2: Feldversuche
ASTM C173	Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Volumetric Method
NT BUILD 492	Concrete, mortar and cement-based repair materials: Chloride migration coefficient from non-steady-state migration experiments
HRN EN ISO 15148:2004/A1:2016	Značajke građevnih materijala i proizvoda s obzirom na toplinu i vlagu -- Određivanje koeficijenta vodoupojnosti pri djelomičnom uranjanju
HRN EN 993-4:2008	Metode ispitivanja neprozirnih vatrostalnih proizvoda -- 4. dio: Određivanje propusnosti na plinove

NORME ZA BETONSKE KOLNIKE

HRN EN 13877-1:2013	Betonski kolnici -- 1. dio: Materijali
HRN EN 13877-2:2013	Betonski kolnici -- 2. dio: Funkcionalni zahtjevi za betonske kolnike
ASTM C1040	Standard Test Methods for In-Place Density of Unhardened and Hardened Concrete, Including Roller Compacted Concrete, By Nuclear Methods
HRN U.B1.016:1992	Geomehanička ispitivanja - Određivanje zapreminske mase materijala tla sa porama metodom pomoću gumenog balona
<u>HRN EN 13286-2:2010/Ispr.1:2013</u>	Nevezane i hidrauličnim vezivom vezane mješavine -- 2. dio: Metode ispitivanja za određivanje laboratorijske referentne gustoće i udjela vode -- Zbijanje prema Proctoru
<u>HRN EN 13286-50:2005</u>	Nevezane i hidrauličnim vezivom vezane mješavine -- 50. dio: Metoda za izradu ispitnih uzoraka hidrauličnim vezivom vezanih mješavina zbijanjem Proctorovim zbijanjem ili (zbijanjem) na vibracijskom stolu
<u>HRN EN 13286-51:2005</u>	Nevezane i hidrauličnim vezivom vezane mješavine -- 51. dio: Metoda za izradu ispitnih uzoraka hidrauličnim vezivom vezanih mješavina zbijanjem vibracijskim čekićem
<u>HRN EN 13286-52:2005</u>	Nevezane i hidrauličnim vezivom vezane mješavine -- 52. dio: Metoda za izradu ispitnih uzoraka hidrauličnim vezivom vezanih mješavina vibracijskim stlačivanjem
<u>HRN EN 13286-53:2005</u>	Nevezane i hidrauličnim vezivom vezane mješavine -- 53. dio: Metoda za izradu ispitnih uzoraka hidrauličnim vezivom vezanih mješavina aksijalnim stlačivanjem

NORME ZA BETON U KONSTRUKCIJAMA

HRN EN 12504-1:2019/Ispr.1:2020	Ispitivanje betona u konstrukcijama -- 1. dio: Izvađeni ispitni uzorci - Uzimanje, pregled i ispitivanje tlačne čvrstoće
---------------------------------	--

NORME ZA BOJE I LAKOVE

HRN EN ISO 2808:2019	Boje i lakovi -- Određivanje debljine filma
HRN EN ISO 3251:2019	Boje, lakovi i plastike -- Određivanje sadržaja nehlapivih tvari
<u>HRN EN ISO 9514:2019</u>	Boje i lakovi -- Određivanje uporabnog vremena mješavine višekomponentnih prekrivnih sustava -- Priprema i kondicioniranje

	uzoraka i smjernice za ispitivanje
--	------------------------------------

NORME ZA MLAZNI BETON

HRN EN 14487-1:2005	Mlazni beton -- 1. dio: Definicije, specifikacije i sukladnost
HRN EN 14487-2:2007	Mlazni beton -- 2. dio: Izvedba
HRN EN 14488-1:2005	Ispitivanje mlaznog betona - 1. dio: Uzorkovanje svježega i očvrstloga betona
HRN EN 14488-2:2007	Ispitivanje mlaznoga betona - 2. dio: Rana tlačna čvrstoća mlaznoga betona
HRN EN 14488-3:2007	Ispitivanje mlaznoga betona - 3. dio: Čvrstoća na savijanje (prvi vrh, konačna i preostala) vlaknima ojačanog uzorka grede (mikroarmiranoga betona)
HRN EN 14488-4:2008	Ispitivanje mlaznoga betona - 4. dio: Vlačna čvrstoća prionljivosti kidanjem
HRN EN 14488-5:2007	Ispitivanje mlaznoga betona - 5. dio: Određivanje sposobnosti upijanja energije vlaknima ojačanog uzorka ploče (mikroarmiranoga betona)
HRN EN 14488-6:2007	Ispitivanje mlaznoga betona - 6. dio: Debljina betona na podlozi
HRN EN 14488-7:2007	Ispitivanje mlaznoga betona - 7. dio: Sadržaj vlakana u vlaknima ojačanom betonu (mikroarmiranome betonu)

NORME ZA SMJESE ZA INJKTIRANJE NATEGA ZA PREDNAPINJANJE

HRN EN 445:2008	Smjesa za injektiranje natega za prednapinjanje -- Metode ispitivanja
HRN EN 446:2008	Smjesa za injektiranje natega za prednapinjanje -- Postupci injektiranja
HRN EN 447:2008	Smjesa za injektiranje natega za prednapinjanje -- Osnovni zahtjevi

NORME ZA PROIZVODE I SUSTAVE ZA ZAŠTITU I POPRAVAK BETONSKIH KONSTRUKCIJA

HRN EN 1542:2007:2001	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Metode ispitivanja -- Mjerenje čvrstoće prionljivosti pull-off metodom
<u>HRN EN 1504-1:2005</u>	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 1. dio: Definicije
HRN EN 1504-2:2004	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 2. dio: Sustavi površinske zaštite
HRN EN 1504-3:2005	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 3. dio: Konstrukcijski i nekonstrukcijski popravak
HRN EN 1504-4:2004	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 4. dio: Konstrukcijsko lijepljenje
HRN EN 1504-5:2005:2013	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 5. dio: Injektiranje betona
HRN EN 1504-6:2007	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 6. dio: Sidrenje čelične armature
<u>HRN EN 1504-7:2007</u>	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 7. dio: Zaštita armature od korozije

<u>HRN EN 1504-8:2016</u>	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete te ocjenjivanje i provjera stalnosti svojstava (AVCP) -- 8. dio: Kontrola kvalitete i ocjenjivanje i provjera stalnosti svojstava
<u>HRN EN 1504-9:2008</u>	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 9. dio: Opća načela za uporabu proizvoda i sustava
<u>HRN EN 1504-10:2017</u>	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija - Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti - 10. dio: Primjena proizvoda i sustava na gradilištu i kontrola kvalitete radova
<u>HRN EN 12618-1:2003</u>	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Ispitne metode -- 1. dio: Sposobnost prionljivosti i rastezanja proizvoda za injektiranje ograničene duktilnosti
<u>HRN EN 12618-2:2005</u>	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Ispitne metode -- 2. dio: Određivanje adhezije proizvoda za injektiranje s toplinskim ciklusima ili bez njih -- Adhezija ispitivanjem vlačne čvrstoće prionljivosti
<u>HRN EN 1771:2005/Ispr.1:2008</u>	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Ispitne metode -- Određivanje injektibilnosti ispitivanjem pomoću stupca pijeska
<u>HRN EN ISO 3219:2002</u>	Plastike -- Polimeri / smole u kapljevitom stanju ili kao emulzije ili disperzije -- Određivanje viskoznosti primjenom rotacijskog viskozimetra s određenom brzinom smicanja
<u>HRN EN 14117:2004</u>	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Ispitne metode -- Određivanje vremena istjecanja proizvoda za injektiranje na osnovi cementa
<u>HRN EN 1543:2001</u>	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Metode ispitivanja -- Određivanje porasta vlačne čvrstoće polimera
<u>HRN EN 12637-1:2005</u>	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Ispitne metode -- Kompatibilnost proizvoda za injektiranje -- 1. dio: Kompatibilnost s betonom
<u>HRN EN 14068:2004</u>	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Ispitne metode -- Određivanje vodonepropusnosti injektiranih pukotina bez pomaka u betonu
<u>HRN EN 14498:2005</u>	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Ispitne metode -- Promjene volumena i mase proizvoda za injektiranje nakon ciklusa sušenja na zraku i čuvanja u vodi
<u>HRN EN 1015-17:2000/A1:2005</u>	Metode ispitivanja mortova za zide -- 17. dio: Određivanje topljivih klorida u svježemu mortu
<u>HRN EN 12614:2005</u>	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Ispitne metode -- Određivanje temperature prelaska polimera u staklasto stanje
<u>HRN EN 1544:2007</u>	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Ispitne metode -- Određivanje puzanja proizvoda od sintetske smole za sidrenje armature pri održivome vlačnom opterećenju
<u>HRN EN 15183:2007</u>	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Ispitne metode -- Ispitivanje antikoroziivne zaštite
<u>HRN EN 12190:2001:2001</u>	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Metode ispitivanja -- Određivanje tlačne čvrstoće mortova za popravak
<u>HRN EN 13057:2013:2003</u>	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Ispitne metode -- Određivanje otpornosti na kapilarno upijanje
<u>HRN EN 13412:2007</u>	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Ispitne metode -- Određivanje statičkog modula elastičnosti pritiskom
<u>HRN EN 13395-2:2003</u>	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Ispitne metode -- Određivanje obradivosti -- 2. dio: Ispitivanje protokom mortova za injektiranje i mortova

HRN EN 13395-3:2003	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Ispitne metode -- Određivanje obradivosti -- 3. dio: Ispitivanje protokom betona za popravak
<u>HRN EN 1766:2017</u>	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Metode ispitivanja -- Referentni betoni za ispitivanje
RILEM Tentative Recommendations, Commission 25-PEM	Recommended tests to measure the deterioration of stone and to assess the effectiveness of treatment methods; Materials and Structures, Vol.13, No.75, 1980, p. 175-253, metoda II.4

Poveznica:

Više informacija o EU fondovima možete pronaći na stranici Ministarstva regionalnoga razvoja i fondova
Europske unije: **www.strukturnifondovi.hr**

Sadržaj publikacije isključiva je odgovornost Hrvatskih voda