

OPĆI TEHNIČKI UVJETI

ZA RADOVE U VODNOM GOSPODARSTVU

KNJIGA 1

**Gradnja i održavanje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina
i vodnih građevina za melioracije**

7. POGLAVLJE

BETONSKI RADOVI

NARUČITELJ: HRVATSKE VODE

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

Koordinator: prof. dr. sc. Stjepan Bezak, dipl. ing. građ.

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

Suradnik: prof. dr. sc. Jovo Beslač, dipl. ing. građ.

Zagreb, prosinac 2010.

7. POGLAVLJE
BETONSKI RADOVI

SADRŽAJ

7-00	OPĆE NAPOMENE	7-1
	7-00.1 DEFINICIJE	7-2
7-01	PROIZVODNJA BETONA	7-7
	7-01.1 RAZREDBA	7-7
	7-01.2 ZAHTJEVI ZA BETON I POSTUPCI VERIFIKACIJE	7-9
	7-01.3 UVJETI KAKVOĆE BETONA	7-17
	7-01.4 ISPORUKA SVJEŽEG BETONA	7-20
	7-01.5 KONTROLA SUKLADNOSTI I KRITERIJI SUKLADNOSTI	7-22
	7-01.6 KONTROLA PROIZVODNJE	7-26
	7-01.7 VREDNOVANJE SUKLADNOSTI	7-29
	7-01.8 OZNAČAVANJE PROJEKTIRANOG BETONA	7-30
7-02	IZVEDBA BETONSKIH RADOVA	7-31
	7-02.1 OPĆENITO	7-31
	7-02.1.1 Dokumentacija	7-31
	7-02.1.2 Skele i oplata	7-32
	7-02.1.3 Betoniranje	7-33
	7-02.1.4 Izvedba s predgotovljenim i na gradilištu proizvedenim elementima	7-38
	7-02.1.5 Geometrijske tolerancije	7-39
	7-02.1.6 Kontrola izvedbe	7-40
	7-02.1.7 Preuzimanje i obračun izvedenih betonskih radova	7-42
7-03	HIDROTEHNIČKI BETON	7-43
	7-03.1 ZAHTJEVI ZA HIDROTEHNIČKI - MASIVNI BETON	7-44
	7-03.1.1 Zahtjevi za svježi masivni beton	7-44
	7-03.1.2 Zahtjevi za očvršli masivni beton	7-45
7-04	VALJANI BETON	7-46
	7-04.1 DOSADAŠNJA ISKUSTVA	7-46
	7-04.2 SVOJSTVA VALJANOG BETONA U OČVRSLOM STANJU	7-46
	7-04.3 PROIZVODNJA, TRANSPORT I UGRADNJA	7-47
	7-04.4 KONTROLA KVALITETE	7-48
7-05	ODRŽAVANJE I POPRAVCI BETONSKIH GRAĐEVINA	7-49
	7-05.1 OPĆENITO	7-49
	7-05.2 PROMATRANJE GRAĐEVINA I EVIDENTIRANJE STANJA	7-49
	7-05.3 SANACIJSKI RADOVI I MATERIJALI (ZA POPRAVAK I ZAŠTITU BETONSKIH KONSTRUKCIJA)	7-50
	7-05.3.1 Odabir proizvoda ili sustava prema normama niza HRN EN 1504	7-50
	7-05.3.2 Vrste proizvoda i sustava	7-53

7-05.4	IZVOĐENJE ZAŠTITE I POPRAVKA TE ODRŽAVANJE NAKON IZVOĐENJA	7-59
7-05.4.1	Odredbe TPBK.....	7-59
7-05.4.2	Opći zahtjevi za izvođenje (HRN EN 1504-10).....	7-59
7-05.4.3	Preporuke za izvođenje pojedinih postupaka sanacije	7-62
7-05.5	KONTROLA KVALITETE	7-66
7-06	NORME I TEHNIČKI PROPISI	7-76

7. POGLAVLJE

BETONSKI RADOVI

7-00 OPĆE NAPOMENE

U ovom poglavlju OTU-a 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).

Ovi Opći tehnički uvjeti za betonske radove u vodnom gospodarstvu (u daljnjem tekstu Tehnički uvjeti ili OTU) 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). 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.

Primjenjuju se samo za beton velike gustoće, zbijen tako da u njemu ne zaostaje značajnija količina zahvaćenog zraka, osim zračnih mikropora uvučenih u beton aeriranjem.

7-00.1 DEFINICIJE

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

Beton - građevni proizvod sastavljen od cementa, agregata i vode, s ili bez dodataka betonu.

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

Očvrsnuli beton - beton u očvrslom stanju koji je razvio određenu čvrstoću.

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

Tvornički proizvedeni beton - beton koji je u svježem stanju isporučila osoba ili netko tko nije korisnik. Tvornički proizveden beton u smislu ovih Tehničkih uvjeta je i:

- beton koji je proizveo korisnik izvan gradilišta,
- beton proizveden na gradilištu, ali ga nije proizveo korisnik.

Predgotovljeni betonski element - betonski proizvod proizveden i njegovan na mjestu izvan konačne uporabe.

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

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

Projekirani beton - beton čija su zahtijevana svojstva uvjetovana proizvođaču koji je odgovoran za isporuku betona uvjetovanih i dodatnih svojstava.

Beton normiranog zadanog sastava - beton čiji su sastav i sastavni materijali, koji će se rabiti uvjetovani proizvođaču koji je odgovoran za isporuku betona zadanog sastava.

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

Porodica betona - grupa sastava betona kojima je utvrđena i dokumentirana veza između bitnih svojstava.

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

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

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

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

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

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

Isporučka - proizvođačev postupak primopredaje svježeg betona.

Kemijski dodatak - materijal dodan za vrijeme miješanja betona u malim količinama u postotku na masu cementa zbog utjecaja na svojstva svježeg ili očvrstlog betona.

Mineralni dodaci - 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 dodaci (tip I) i
- pucolanski ili latentnohidraulički mineralni dodaci (tip II).

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

Normalno teški (obični) agregat - agregat gustoće čestica u osušenom stanju između 2000 kg/m³ i 3000 kg/m³, utvrđene prema HRN EN 1097-6.

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

Teški agregat - agregat gustoće čestica u osušenom stanju veće od 3000 kg/m³, utvrđene prema HRN EN 1097-6.

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

Ukupna količina vode - ukupna voda potrebna za spravljanje svježeg betona, voda sadržana u agregatu i na njegovoj površini, voda upotrijebljena za pripremu dodataka betonu, te voda nastala topljenjem leda dodanog u beton ili zaparivanjem.

Efektivna količina vode - razlika između ukupne količine vode prisutne u svježem betonu i vode koju apsorbira agregat.

V/c omjer - omjer između mase efektivne količine vode i mase cementa u svježem betonu.

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

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.

Zahvaćeni zrak - makropore u betonu koje nisu namjerno uvučene.

Gradilište - mjesto građenja.

Uvjetovana svojstva (specifikacije) ili tehnički uvjeti - konačni zbroj dokumentiranih tehničkih odredaba danih proizvođaču u obliku svojstava ili sastava.

Uvjetovatelj (specifikator) - osoba ili tijelo odgovorno za uvjetovana (specificirana) svojstva betona.

Proizvođač - osoba ili tijelo koje proizvodi svježi beton.

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

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

Početno (prethodno) ispitivanje - ispitivanje ili ispitivanja prije početka proizvodnje zbog provjere usklađenosti novog betona ili nove porodice betona s uvjetovanim svojstvima u njegovom svježem i očvrstlom stanju.

Identifikacijsko (kontrolno) ispitivanje - ispitivanje zbog provjere usklađenosti odabrane mješavine ili šarže betona s objavljenim svojstvima iz početnog ispitivanja.

Ispitivanje sukladnosti - ispitivanje koje provodi proizvođač radi utvrđivanja sukladnosti betona s uvjetovanim svojstvima.

Ocjena sukladnosti - ocjena usklađenosti proizvoda s uvjetovanim svojstvima.

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.

Potvrdba - potvrđivanje sukladnosti proizvoda/betona s uvjetovanim zahtjevima.

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

Predgotovljeni element - betonski element sukladan normi proizvoda, ugrađen i njegovan na mjestu izvan mjesta konačne uporabe.

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.

Certifikat (potvrda sukladnosti) - dokument koji izdaje ovlaštena pravna osoba, a kojim se potvrđuje sukladnost građevnog proizvoda s važećim propisom (normom).

Certifikacijski (potvrdbeni) znak sukladnosti - propisani znak koji otisnut na pakiranje ili otpremni dokument građevnog proizvoda označava njegovu sukladnost s važećim propisom (normom).

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

Referentna linija - linija utvrđena u projektnim specifikacijama na koju se veličina odnosi.

Sekundarna linija - svaka linija upotrijebljena u svrhu postavljanja predložene građevine za provjeru sukladnosti građevine ili dijelova građevine (vidi ISO 4463-1 -1998 - Mjerni postupci za dijelove građevine. Mjerenje - Dio 1: planiranje i organiziranje postupka mjerenja, kriteriji prihvaćanja).

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

Privremena građevina - građevina projektirana za kratko vrijeme korištenja prema tablici 2.1 norme HRN EN 1991-1.

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

Tolerancije predgotovljenih elemenata dijele se kako slijedi:

- proizvodne tolerancije, tj. geometrijske tolerancije kako su utvrđene normom proizvoda,;
- 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.

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

- zadovolji projektne pretpostavke,
- dobije druge funkcionalne potrebe građenja (ovdje su to tolerancije klase 1).

Posebne tolerancije - tolerancije strože od normalnih.

Radni vijek - period vremena tijekom kojega će se svojstva betona u konstrukciji održavati na razini kompatibilnoj s ispunjenjem uvjetovanih svojstava konstrukcije uz osiguranje ispravnog održavanja

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

Uporabni vijek - razdoblje u kojem je postignuto predviđeno ponašanje/svojstvo

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

Održavanje - tekuće ili kontinuirane mjere koje osiguravaju zaštitu.

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

Popravak - mjera kojom se popravljaju nedostaci.

Zaštita - mjera koja sprječava ili umanjuje razvoj nedostataka.

Pasivnost - stanje u kojemu, zbog zaštitne oksidne prevlake, čelik ne korodira spontano

Zaštitni premazi za beton - premazi primijenjeni na površini betona koji stvaraju prevlaku i smanjuju penetraciju H₂O, CO₂, Cl itd. u beton.

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

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

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

Proizvodi i sustavi za konstrukcijsko lijepljenje - proizvodi i sustavi primijenjeni na beton u svrhu osiguranja trajne konstrukcijske veze s dodatno primijenjenim materijalom.

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.

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.

Poboljšani polimerima - mortovi i betoni s polimer-hidrauličnim cementom (PCC). Hidraulični mortovi / betoni poboljšani dodavanjem polimera.

Čišćenje čelika do Sa2 i Sa2 ½ - čišćenje površine čelika kako je definirano u normi ISO 8501-1.

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

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

Lijepljenje - prijanjanje primijenjenog proizvoda ili sustava za podlogu.

Zaglađivanje - glađenje površine betona ili morta posebnim alatom .

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

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

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

Mehaničko uklanjanje - uklanjanje podloge alatom za obijanje.

Uklanjanje - uklanjanje zagađenih, oštećenih ili zdravih dijelova podloge.

Hrapavljenje - uklanjanje čestica podloge veličine do najviše 15 mm.

Pjeskarenje - čišćenje površine mlazom uz primjenu pijeska kao dodatka.

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

Sačmarenje - čišćenje površine mlazom uz primjenu metala kao dodatka.

Premaz - premaz nanesen na površinu s ciljem ispunjavanja praznina, pukotina i pora.

Mlazni mort ili beton - mort ili beton ugrađen pod pritiskom kroz mlaznicu.

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

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

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

Vežni 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.

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

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
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 ISO 2859-1)
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 PROIZVODNJA BETONA**7-01.1 RAZREDBA***Razredi izloženosti djelovanju okoline*

Djelovanje okoline na betonsku građevinu utvrđuje se glavnim projektom građevine prema stvarnim uvjetima uporabe građevine i razređuje najpodudarnijim razredom izloženosti predočenom u tablici 1, norme HRN EN 206-1. Obzirom na stvarne uvjete uporabe (agresivnost okoline), moguć je izbor jednog od sljedećih razreda -

Kad nema rizika korozije

X0 - za nearmirani beton u okolini bez smrzavanja, abrazije ili kemijskog djelovanja i za armirani beton u vrlo suhim uvjetima uporabe.

Korozija uvjetovana karbonatizacijom

XC1 - suha ili stalno vlažna okolina,
XC2 - vlažna, rijetko suha okolina,
XC3 - umjereno vlažna okolina,
XC4 - izmjenično vlažna i suha okolina.

Korozija uvjetovana kloridima koji nisu iz mora

XD1 - umjereno vlažna okolina,
XD2 - vlažna, rijetko suha okolina,
XD3 - izmjenično vlažna i suha okolina.

U klasu XD1 treba svrstavati površine armiranog betona izložene kloridima iz zraka, u XD2 površine armiranog betone izložene otpadnim vodama iz industrija koje sadrže kloride, a u XD3 površine armiranog betona izložene neposrednom djelovanju (prskanju) kloridima (solima za otapanje).

Korozija uvjetovana kloridima iz mora

XS1 - okolina uz more izložena solima iz zraka,
XS2 - okolina stalnog djelovanja mora (dijelovi armiranobetonske konstrukcije u moru),
XS3 - zona plime i oseke i zona zapljuskivanja valovima.

Djelovanje smrzavanja i odmrzavanja sa ili bez soli za odmrzavanje

XF1 - umjerena zasićenost vodom bez soli za odmrzavanje,
XF2 - umjerena zasićenost vodom sa solima za odmrzavanje,
XF3 - visoka zasićenost vodom bez soli za odmrzavanje,
XF4 - visoka zasićenost vodom sa solima za odmrzavanje.

U klasu XF1 treba svrstavati vertikalne površine betona izložene atmosferilijama, u XF2 vertikalne površine betona prometnih građevina izložene smrzavanju i solima za odmrzavanje iz zraka, u klasu XF3 horizontalne površine betona izložene kiši i smrzavanju i u klasu XF4 betonske površine izložene neposrednom djelovanju smrzavanja i soli za odmrzavanje kao što su npr. prometne kolničke površine te zone plime i oseke izložene zapljuskivanju valova i smrzavanju.

Kemijsko djelovanje

- XA1** - lagano kemijsko djelovanje,
- XA2** - umjereno kemijsko djelovanje,
- XA3** - jako kemijsko djelovanje.

Klasu kemijske agresivnosti treba utvrđivati prema stvarno utvrđenoj nazočnosti kemijski agresivnih tvari u vodi ili tlu u dodiru s betonom građevine i graničnim vrijednostima količina agresivnih tvari navedenim u tablici 2, norme HRN EN 206-1.

Ako je beton pri uporabi izložen više nego jednoj danoj klasi izloženosti, uvjete i klase djelovanja okoline kao i mjere zaštite betona treba kombinirati.

Svježi beton

Sastav betona uvjetovanih svojstava treba utvrditi prethodnim ispitivanjima pokusnih mješavina i početnim ispitivanjima prema Dodatku A norme HRN EN 206-1, te dokazati zadovoljenje osnovnih uvjetovanih svojstava.

Konzistencija betona

Za ispitivanje i kontrolu konzistencije betona treba odabrati postupak ispitivanja i razred prema tablicama 3 do 6, norme HRN EN 206-1. Razredi konzistencije prema različitim metodama ispitivanja konzistencije nisu međusobno povezani.

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

Maksimalno zrno agregata

Maksimalno zrno agregata (D_{\max}) treba odabrati uzimajući u obzir debljinu betona zaštitnog sloja armature, 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.

Očvršli beton

Razredi tlačne čvrstoće betona

Kad se beton svrstava u razrede prema tlačnoj čvrstoći, primjenjuje se tablica 7 za obični i teški beton, te tablica 8 norme HRN EN 206-1 za lagani beton. $f_{ck, valj}$ je tražena karakteristična tlačna čvrstoća valjaka dimenzija 150x300 mm starosti 28 dana i $f_{ck, koc}$ tražena karakteristična tlačna čvrstoća kocke brida 150 mm starosti 28 dana.

7-01.2 ZAHTJEVI ZA BETON I POSTUPCI VERIFIKACIJE**Zahtjevi za sastavne materijale**

Sastavni materijali ne smiju sadržavati štetne primjese u količinama koje mogu biti opasne za trajnost betona ili uzrokovati koroziju armature te moraju biti pogodni za namjeravano korištenje betona.

Kada ne postoji hrvatska norma za određeni sastavni materijal koja se odnosi na njegovo korištenje u betonu sukladnom normi HRN EN 206-1 ili kada materijal značajno odstupa od važeće hrvatske norme, uporabivost mu se može utvrditi tehničkim dopuštenjem koje se posebno odnosi na uporabu tog sastavnog materijala u betonu sukladnom normi HRN EN 206-1, izdanim od strane nadležnog ministarstva ili tijela koje je to ministarstvo ovlastilo.

Cement

Za izradu betona mogu se koristiti cementi propisani normom HRN EN 197-1 koja uvjetuje sastav, svojstva i kriterije sukladnosti cementa opće namjene. Od ostalih vrsta cemenata mogu se koristiti oni cementi za koje postoje odgovarajuće još uvijek važeće hrvatske norme starijeg datuma ili tehnička dopuštenja nadležnog državnog ministarstva ili tijela koje je to ministarstvo ovlastilo.

Smiju se koristiti samo oni cementi koji imaju potvrdu sukladnosti s uvjetima odgovarajuće važeće norme, izdane od strane ovlaštene hrvatske institucije.

Uvozni cementi moraju zadovoljavati uvjete propisane odgovarajućim hrvatskim normama i ove tehničke uvjete i moraju biti na propisani način certificirani.

Cement u vrećama i cisternama treba transportirati i skladištiti na način i u uvjetima koji ne utječu negativno na njegovu kakvoću. Treba ga skladištiti posebno po vrstama i klasama i koristiti prema redosljedu primitka na betonari. Cementi iste vrste i klase različitih proizvođača smiju se skladištiti u istom silosu samo ako se prethodno dokaže da njihovo miješanje ne djeluje negativno na svojstva i ujednačenost kakvoće betona.

Ne smije se rabiti cement koji je na betonari uskladišten duže od 3 mjeseca, ako ispitivanjima osnovnih svojstava nije potvrđeno da mu kakvoća odgovara propisanim uvjetima.

Cijena cementa, ako nije drugačije određeno, ulazi u jediničnu cijenu betona i ne obračunava se posebno.

Agregat

Za izradu betona može se upotrebljavati obični i teški agregat propisan normom HRN EN 12620 i lagani agregat propisan normom HRN EN 13055-1.

Agregat pri spravljanju betona mora biti razdvojen u najmanje 3 frakcije.

Prirodno granulirani agregat smije se rabiti samo za izradu valjanog betona, podložnih betona i betona ispune uvjetovane klase C 8/10.

Smije se rabiti samo agregat koji ima potvrdu sukladnosti s uvjetima navedenih normi koju izdaje ovlaštena hrvatska institucija.

Uporabljivost recikliranog agregata, koji se dobiva preradom prethodno rabljenog anorganskog materijala, a za koji zahtjevi nisu još uključeni u normu HRN EN 206-1, treba utvrđivati prema uvjetima iz potpoglavlja 7-01.2 ovih Tehničkih uvjeta.

Frakcije agregata moraju se transportirati i skladištiti odvojeno tako da se ne prljaju, ne predrobljuju i ne segregiraju.

Podloga odlagališta agregata treba biti izvedena u dovoljnom nagibu za odvodnju vode koja se procjeđuje iz agregata.

Na istom mjestu smije se odlagati samo agregat iste nazivne frakcije iz istog izvora, a iste nazivne frakcije iz različitih izvora samo ako je prethodno dokazano da imaju ista ili dovoljno slična svojstva koja ne uzrokuju promjenu količine doziranja u betonu.

Cijena agregata, ako nije drugačije određeno, ulazi u jediničnu cijenu betona i ne obračunava se posebno.

Voda za spravljanje betona

Voda za spravljanje betona treba zadovoljavati uvjete norme HRN EN-1008.

Pouzdana pitka voda (iz gradskih vodovoda) može se rabiti bez potrebe prethodne provjere uporabljivosti.

Vodu koja se ne koristi za piće, a koristi se za izradu betona na osnovi provedenih ispitivanja, treba kontrolirati najmanje jednom u tri mjeseca.

Cijena vode za spravljanje betona, ako nije drugačije određeno, ulazi u jediničnu cijenu betona i ne obračunava se posebno.

Kemijski dodaci

Mogu se rabiti kemijski dodaci koji zadovoljavaju uvjete serije norma HRN EN 934 . Smiju se rabiti samo oni kemijski dodaci koji imaju potvrdu sukladnosti s uvjetima navedene serije normi koju je izdala ovlaštena hrvatska institucija.

Kemijski dodaci koji nisu uvjetovani navedenom normom mogu se rabiti samo uz odgovarajuće tehničko dopuštenje nadležnog ministarstva ili institucije koju to ministarstvo ovlasti.

Svaka isporuka dodatka na betonaru mora imati na pakiranju otisnutu certifikacijsku oznaku, kopiju certifikata s izvještajem o rezultatima provedenih ispitivanja i deklaraciju s uputama o primjeni. Upute moraju sadržavati sve potrebne podatke o dodatku, preporučene količine doziranja, vrste cementa koji se mogu pritom koristiti, način skladištenja i doziranja te rok trajanja.

Sukladno Prilogu E Tehničkog propisa za betonske konstrukcije (skraćeno TPBK) i normi HRN 1128, uporabljivost i učinkovitost svake isporuke kemijskog dodatka treba prije uporabe provjeriti u konkretnim uvjetima.

Skladištenje i primjenu kemijskih dodataka treba provoditi prema uputama proizvođača.

Cijena kemijskih dodataka betonu, ako nije drugačije određeno, ulazi u jediničnu cijenu betona i ne obračunava se posebno.

Mineralni dodaci

Pod uvodno definiranim pojmom mineralnih dodataka razlikuju se:

- gotovo inertni mineralni dodaci (tip I),
- pucolanski ili latentno hidraulični mineralni dodaci (tip II).

Od mineralnih dodataka tipa I mogu se rabiti.

- fileri koji zadovoljavaju uvjete norme HRN EN 12620,
- pigmenti koji zadovoljavaju uvjete norme HRN EN 12878.

Od mineralnih dodataka tipa II mogu se rabiti:

- leteći pepeo koji zadovoljava uvjete norme HRN EN 450,
- silikatna prašina koja zadovoljava uvjete norme HRN EN 13263
- šljaka visokih peći koja zadovoljava uvjete normi HRN EN 15167-1 i HRN EN 15167-2

Ostali mineralni dodaci mogu se rabiti samo ako zadovoljavaju uvjete odgovarajuće hrvatske norme ili tehničkog dopuštenja izdanog od nadležnog ministarstva ili tijela koje je to ministarstvo ovlastilo.

Dokaz uporabljivosti mineralnog dodatka jest potvrđena sukladnost s odgovarajućom normom koju je izdala ovlaštena institucija i certifikacijski znak otisnut na pakiranje ili otpremni dokument.

Zahtjevi za sastav betona

Beton može biti uvjetovan kao:

- projektirani beton,
- beton zadanog sastava,
- beton normiranog zadanog sastava (uvjetovanog normom).

Projektirani beton je uvjetovan svojstvima svježeg i očvrsnulog betona, beton zadanog sastava je uvjetovan sastavom koji uvjetuje naručitelj, a beton normiranog zadanog sastava je utvrđen odgovarajućom normom.

Sastav betona i sastavne materijale za projektirani beton i beton uvjetovan sastavom treba odabrati tako da zadovoljavaju svojstva uvjetovana za svježi i očvršli beton, uključivo konzistenciju, gustoću, čvrstoću, trajnost, zaštitu ugrađenog čelika od korozije, uzimajući u obzir proizvodni proces i odabrani postupak izvedbe betonskih radova koji uključuju transport, ugradnju, zbijanje, njegovanje i moguće druge tretmane ili obrade ugrađenog betona.

Kada nisu pobliže uvjetovani, proizvođač treba odabrati tipove i razrede sastavnih materijala između onih utvrđene uporabljivosti za utvrđene uvjete djelovanja okoline.

Beton treba projektirati tako da se minimalizira segregacija i izdvajanje vode iz svježeg betona ako nije drugačije uvjetovano.

Uvjetovani sastav projektiranog betona projektira se (utvrđuje) prethodnim ili početnim ispitivanjima čiji rezultati moraju zadovoljiti sva svojstva svježeg i očvrnulog betona uvjetovana prema uvjetima uporabe građevine kojoj je namijenjen. Ako proizvođač ili uvjetovatelj sastava betona posjeduje odgovarajući projekt betona izrađen na osnovi već prije provedenih prethodnih (početnih) ispitivanja ili dugogodišnjeg pozitivnog iskustva, može se to smatrati prethodnim ili početnim ispitivanjem.

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 uvjetovanih novih svojstava ili nove porodice betona i ponoviti ga kad se pojave značajne promjene u sastavnim materijalima ili uvjetovanim svojstvima.

Prethodno ispitivanje treba provesti na svježem betonu temperature od 15°C do 22°C. 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 uvjetovanih svojstava.

Za početno ispitivanje pojedinog betona treba ispitati po tri uzorka iz svake od tri mješavine, a za početno ispitivanje porodice betona broj pojedinih betona koji se ispituju, treba obuhvatiti sastave betona cijelog područja porodice. U ovom drugom slučaju se broj pojedinih mješavina koje se ispituje može reducirati na jednu.

Čvrstoća ili drugo uvjetovano svojstvo mješavine je srednja vrijednost pojedinih rezultata ispitivanja, a rezultat početnih ispitivanja je srednja vrijednost rezultata svih mješavina. U izvještaj uz ostalo treba upisati i vrijeme između miješanja betona i ispitivanja konzistencije, gubitak konzistencije tijekom vremena.

Pri ocjeni i prihvaćanju svojstava betona, posebno svojstava svježeg betona, treba uzeti u obzir eventualne razlike u tipu miješalice i postupaka miješanja primijenjenih pri početnim ispitivanjima i onih u stvarnoj proizvodnji.

Tlačna čvrstoća ispitivanog sastava betona treba biti veća od uvjetovane klase (karakteristične tlačne čvrstoće) najmanje za veličinu potrebe zadovoljenja uvjeta sukladnosti prema Dodatku A norme HRN EN 206-1, odnosno oko dva puta veća od očekivane standardne devijacije (tj. od 6 N/mm² do 12 N/mm²), ovisno o proizvodnim uvjetima, sastavnim materijalima i dostupnim informacijama o ranijoj ujednačenosti kakvoće.

Trajnosna svojstva ispitivanog sastava betona moraju zadovoljiti najmanje uvjetovani kriterij.

Ako se uvjetuju vodonepropusnost i otpornost betona na smrzavanje, treba ih uvjetovati prema HRN 1128 te prema istoj normi početnim ispitivanjima uvjetovane razrede dokazati i u kontroli kvalitete proizvodnje osigurati.

Konzistencija betona mora biti unutar granica razreda konzistencije u vrijeme koje odgovara vremenu ugradnje ili, u slučaju tvornički proizvedenog betona, u vrijeme isporuke.

Sastav betona normiranog zadanog sastava treba ograničiti na:

- prirodni normalni agregat,
- mineralne dodatke uz uvjet da nisu uzeti u račun količine cementa i v/c,
- kemijske dodatke osim aeranata,
- sastavne materijale koji ispunjavaju prethodno dane kriterije prihvatanja početnog ispitivanja.

Izbor cementa

Cement treba izabrati između onih utvrđene uporabljivosti, uzimajući u obzir:

- izvedbu radova,
- krajnju uporabu betona,
- uvjete njegovanja betona (npr. toplinsku obradu),
- dimenzije konstrukcije (razvoj topline hidratacije),
- uvjete okoline kojima će konstrukcija biti izložena (vidi 7-01.2.1),
- potencijalnu reaktivnost agregata prema alkalijama iz sastavnih materijala.

Uporaba agregata

Tip agregata, granulometrijski sastav i njegove kategorije po njegovim svojstvima, npr. oblika zrna, otpornosti na smrzavanje, otpornosti na abraziju, količinu sitnih čestica treba odabrati uzimajući u obzir:

- izvedbu radova,
- krajnju uporabu betona,
- uvjete okoline kojima će beton biti izložen,
- sve zahtjeve za izloženi agregat i završnu obradu betona.

U pravilu treba odabirati agregat čija svojstva zadovoljavaju prvi ili najmanje drugi razred prema normi HRN EN 12620.

Maksimalno zrno agregata (D_{max}) treba odabrati uzimajući u obzir debljinu betona zaštitnog sloja armature, razmak šipki armature i najmanju dimenziju poprečnog presjeka.

Prirodno granulirani (nefrakcionirani) agregat sukladan EN HRN 12620 treba rabiti samo u betonu klase tlačne čvrstoće manje ili jednake C8/10.

Agregat obnovljen (recikliran) iz vode ispiranog betona može se rabiti za izradu betona.

Nerazdvojeni obnovljeni agregat ne treba dodavati u količinama većim od 5% ukupnog agregata. Kada su količine recikliranog agregata veće od 5% ukupne količine agregata, moraju biti istog tipa kao osnovni agregat u betonskoj mješavini i moraju biti razdvojene u frakcije te zadovoljavati uvjete norme HRN EN 12620.

Ako agregat sadrži silikatne varijacije minerala i stijena potencijalno reaktivnih s alkalijama (Na_2O i K_2O) porijeklom iz cementa ili drugog izvora i beton će biti izložen vlazi, treba poduzeti pouzdano utvrđene mjere spriječavanja alkalno-silikatne reakcije.

Preventivne mjere treba prilagoditi geološkom izvoru agregata uzimajući u obzir prethodno iskustvo s određenom kombinacijom cementa i agregata.

Uporaba obnovljene (reciklirane) vode

Recikliranu vodu iz proizvodnje betona treba rabiti prema uvjetima njezine uporabe u HRN EN 1008.

Uporaba mineralnih dodataka

Količine mineralnih dodataka tipa I i tipa II koje će se rabiti u betonu moraju biti pokrivene početnim ispitivanjima kojima treba utvrditi utjecaj na čvrstoću i na sva ostala uvjetovana svojstva betona.

Mineralni dodaci tipa II, sukladni potpoglavlju 5.2.5 norme HRN EN 206-1, mogu se uključiti u proračun sastava betona vezan na količinu cementa i v/c faktor (u agresivnoj okolini) ako im je uporabljivost utvrđena.

Uporaba kemijskih dodataka

Ukupna količina kemijskog dodatka ne smije prijeći maksimalnu količinu preporučenu od proizvođača ili 50 g dodatka po kg cementa dok se ne utvrdi utjecaj veće količine dodatka na svojstva i trajnost betona.

Kemijski dodaci koji se primjenjuju u količinama manjim od 2 g po 1 kg cementa dopušteni su samo ako su dispergirani u dijelu vode za izradu betona.

Ako ukupna količina tekućih kemijskih dodataka prelazi 3 l po 1 m³ betona, njihovu količinu vode treba uračunati u proračun v/c faktora.

Kad se rabi više od jednog kemijskog dodatka, kompatibilnost kemijskih dodataka treba provjeriti u početnim ispitivanjima.

Količina klorida

Količina klorida u betonu izražena kao postotak kloridnih iona na masu cementa, ne smije prijeći vrijednosti iskazane za odabrani razred u tablici 10, norme HRN EN 206-1.

Kalcijev klorid i kemijski dodaci na bazi klorida ne smiju se dodavati u beton koji sadrži armaturni čelik, čelik za prednapinjanje ili druge ugrađene metalne dijelove.

Za utvrđivanje količine klorida u betonu treba utvrditi ukupan doprinos sastavnih materijala.

Temperatura betona

Temperatura svježeg betona ne smije biti ispod 5°C u vrijeme isporuke. Kada je potreban zahtjev za drugačiju minimalnu ili za maksimalnu temperaturu svježeg betona, treba ih propisati uz utvrđivanje i toleranciju. Bilo koji uvjet za umjetno hlađenje ili grijanje betona treba prije otpreme usuglasiti između proizvođača i korisnika.

Zahtjevi vezani uz razrede izloženosti djelovanju okoline

Zahtjevi za beton otporan na djelovanje okoline dani su i u graničnim vrijednostima sastava betona i u utvrđenim svojstvima betona ili zahtjevi mogu biti izvedeni iz postupaka projektiranja prema ponašanju u uporabi. Zahtjevi trebaju uzeti u obzir predviđeni uporabni (radni) vijek konstrukcije.

Granične vrijednosti sastava betona

U nedostatku europskih normi za potpuno i pouzdano ispitivanje svojstava trajnosti betona i kriterija za ocjenu njihove otpornosti; uvjeti za betone otporne na djelovanje

okoline prema pojedinim razredima izloženosti dani su u normi HRN EN 206-1; *tablica F.1 - Preporučljive granične vrijednosti sastava i svojstava betona.*

U ovim Tehničkim uvjetima dodana su za pojedine razrede agresivnosti i trajnosna svojstva čiji su postupci ispitivanja i kriteriji propisani u HRN 1128 -2007.

U uvjetima prilagođenim mjestu korištenja treba maksimalni v/c faktor dati u odsječcima po 0,05, minimalnu količinu cementa po 20 kg/m^3 , tlačnu čvrstoću betona u razredima iskazanim u tablici 7 za normalni i teški beton, te u tablici 8, norme HRN EN 206-1 za lagani beton.

Granične vrijednosti svojstava i sastava betona za pojedine razrede izloženosti trebaju zadovoljavati najmanje uvjete iz tablice F.1 Dodatka F norme HRN EN 206-1 koji pretpostavljaju upotrebu cementa CEM I sukladnog normi HRN EN 197-1 i agregata maksimalnog zrna u području 16 do 32 mm. Dani minimalni razredi čvrstoće izvedeni su iz omjera v/c faktora i razreda čvrstoće betona proizvedenog s cementom klase 42,5.

U pravilu, uz predočeni pristup prilagođen EN 206-1, prema našim iskustvima u uvjetima djelovanja smrzavanja i soli za odmrzavanje treba zadovoljiti i uvjete navedene u Prilogu A TPBK i norme HRN 1128.

U uvjetima agresivne okoline XF 2 do XF 4 treba koristiti agregat otporan na smrzavanje prema normi HRN EN 12620 i beton aeriran s najmanje 5,0 % mikropora uvučenog zraka. Kad sulfatna agresivnost vodi prema klasama izloženosti XA 2 i XA 3, treba rabiti sulfatno otporni cement.

Dane granične vrijednosti osiguravaju uporabnu trajnost betona 50 godina. Za veću trajnost nužne su strože vrijednosti (za približno jednu klasu za dodatnih 20 godina) ili dodatne mjere zaštite.

Ako je sukladan s danim graničnim vrijednostima, pretpostavlja se da će beton u konstrukciji zadovoljavati uvjete trajnosti za namjeravanu uporabu u posebnim uvjetima okoliša onda:

- kad je beton pravilno ugrađen, zbijen i njegovan u skladu s HRN EN 13670,
- kad beton ima minimalnu debljinu zaštitnog sloja armature prema normi HRN EN 1992-1, uvjetovanu za posebne uvjete okoline i kad je primijenjeno predviđeno održavanje.

Konzistencija betona

Ako treba utvrditi konzistenciju betona, treba je ispitivati prema normama iz potpoglavlja 5.4.1 norme HRN EN 206-1 za uvjetovane postupke ispitivanja i zadovoljiti točnost uvjetovanu tablicom 11 norme HRN EN 206-1.

Količina zraka

Ako treba utvrditi količinu zraka u betonu, treba je mjeriti prema HRN EN 12350-7 za normalni i teški beton i prema ASTM C 173 za lagani beton. Količina zraka je uvjetovana minimalnom vrijednošću. Gornja granica količine zraka je uvjetovana minimalna vrijednost + 4% apsolutne vrijednosti.

Maksimalna veličina zrna agregata

Maksimalnu veličinu zrna agregata u svježem betonu treba mjeriti prema normi HRN EN 933-1.

Maksimalna nominalna veličina zrna agregata definirana prema normi HRN EN 12620 ne smije biti veća od uvjetovane.

Zahtjevi za očvršli beton

Čvrstoća

Ako treba utvrditi tlačnu čvrstoću betona, ispitivanje se mora zasnivati na ispitivanjima uzoraka kocaka brida 150 mm ili valjaka dimenzija 150x300 mm sukladnih normi HRN EN 12390-1 i izrađenih i njegovanih prema normama HRN EN 12350-1 i HRN EN 12390-2.

Pri ocjeni čvrstoće mogu se primijeniti drugačije veličine uzoraka i drugačiji način njegovanja ako je korelacija s normiranim utvrđena i dokumentirana s dovoljnom točnošću.

Ako treba utvrditi tlačnu čvrstoću betona, treba je izraziti kao $f_{c,koc}$ kad se određuje na uzorcima kocke i kao $f_{c,valj}$ kad se određuje na uzorcima valjka prema normi HRN EN 12350-1.

Proizvođač treba prije početka betoniranja odrediti hoće li se tlačna čvrstoća prihvaćati na osnovi ispitivanja kocaka ili valjaka.

Ako nije drugačije uvjetovano, tlačna čvrstoća je utvrđena na uzorcima ispitanim pri starosti 28 dana. U posebnim slučajevima može biti potrebno uvjetovati tlačnu čvrstoću pri starosti betona manjoj ili većoj od 28 dana ili poslije držanja u specijalnim uvjetima (npr. toplinske obrade).

Karakteristična tlačna čvrstoća betona mora biti jednaka ili veća od karakteristične tlačne čvrstoće tražene za uvjetovani razred čvrstoće prema tablicama 13 i 14 norme HRN EN 206-1.

Tlačnu čvrstoću betona u konstrukciji treba ispitivati prema seriji normi HRN EN 12504 i ocjenjivati prema HRN EN 13791.

Ako treba utvrditi vlačnu čvrstoću cijepanjem, treba je mjeriti prema HRN EN 12390-6. Ako nije drugačije uvjetovano, vlačna čvrstoća cijepanjem je utvrđena na uzorcima ispitanim pri starosti 28 dana.

Karakteristična vlačna čvrstoća betona cijepanjem treba zadovoljiti kriterije tablice 16 norme HRN EN 206-1.

Gustoća

Prema svojoj gustoći u suhom stanju beton se definira kao obični beton, lagani beton i teški beton (vidi definicije). Ako treba utvrditi gustoću betona u suhom stanju, treba je mjeriti prema HRN EN 12390-7.

Gustoća običnog betona u suhom stanju treba biti veća od 2000 kg/m^3 i ne smije prelaziti 2600 kg/m^3 . Gustoća laganog betona u suhom stanju treba biti unutar graničnih vrijednosti za uvjetovani razred (vidi tablicu 9 u HRN EN 206-1). Gustoća teškog betona u suhom stanju treba biti veća od 2600 kg/m^3 . Ako je gustoća uvjetovana kao zadana vrijednost, treba primijeniti toleranciju $\pm 100 \text{ kg/m}^3$.

Vodonepropusnost

Ako treba utvrditi vodonepropusnost betona, ispitivanje uzoraka treba provesti prema HRN EN 12390-8, a kriterije sukladnosti trebaju usuglasiti uvjetovatelj i proizvođač prema HRN 1128.

Vatrootpornost

Beton sastavljen od prirodnog agregata, cementa, kemijskih dodataka, mineralnih dodataka ili drugih anorganskih materijala razređuje se kao europska klasa A gorivosti i ne treba ga ispitivati.

7-01.3 UVJETI KAKVOĆE BETONA

Uvjetovatelj kakvoće betona treba osigurati da svi mjerodavni uvjeti svojstva betona budu uključeni u uvjete dane proizvođaču. Treba uvjetovati i svaki zahtjev za svojstva betona potreban za transport nakon isporuke, ugradnju, zbijanje, njegovanje ili bilo koji sljedeći tretman. Uvjeti, ako je potrebno, trebaju uključiti i svaki posebni zahtjev (npr. za arhitektonsku završnu obradu).

Uvjetovatelj kakvoće betona treba voditi računa o:

- primjeni svježeg i očvrsllog betona,
- uvjetima njegovanja,
- dimenzijama konstrukcije (razvoju topline hidratacije),
- svim potrebama za kulir ili prikladnim alatom obrađene površine,
- svim potrebama betona zaštitnog sloja armature ili minimalne širine presjeka, npr. maksimalnoj nominalnoj veličini zrna agregata,
- svim ograničenjima uporabe sastavnih materijala utvrđene uporabljivosti, koje npr. proizlaze iz klasa izloženosti.

Beton treba uvjetovati ili kao projektirani beton pripadajući općenito razredbi ili kao beton zadanog sastava opisom sastava. Osnova za projektiranje ili opisivanje sastava betona može biti rezultat početnih ispitivanja ili informacija dobivena dugotrajnim iskustvom s komparativnim betonom, uzimajući u obzir osnovnu potrebu sastavnih materijala i sastava betona.

Za beton zadanog sastava uvjetovatelj je odgovoran za osiguranje da uvjeti zadovoljavaju opće potrebe HRN EN 206-1 i da uvjetovani sastav može dati tražena svojstva betona u svježem i očvrslom stanju. Uvjetovatelj mora održavati i obnavljati popratnu dokumentaciju koja se odnosi na predviđeno ponašanje.

U slučaju normiranog betona normiranog zadanog sastava to je odgovornost institucije koja je donijela normu (Hrvatskog zavoda za norme ili Ministarstva građevinarstva). Za beton zadanog sastava ocjena sukladnosti se zasniva isključivo na dobivanju uvjetovanog sastava, a ne zasniva se ni na jednom svojstvu koje je potrebno uvjetovatelju.

Uvjeti za projektirani beton

Projektirani beton treba uvjetovati osnovnim podacima u svim slučajevima i dodatnim podacima kad se to zahtijeva.

Osnovni zahtjevi

Uvjeti trebaju sadržavati -

- a) zahtjev sukladan HRN EN 206-1,
- b) razred tlačne čvrstoće,

- c) razred izloženosti,
- d) maksimalno nominalno zrno agregata,
- e) razred količine klorida.

U dodatku za lagani beton:

- f) razred ili zadanu ciljanu gustoću.

U dodatku za teški beton:

- g) ciljanu gustoću.

U dodatku za tvornički proizvedeni beton i beton proizveden na gradilištu:

- h) razred konzistencije ili, u posebnim slučajevima, zadanu vrijednost za konzistenciju.

Dodatni zahtjevi

Sljedeći zahtjevi mogu biti uvjetovani potrebama ponašanja pri uporabi i postupcima ispitivanja tamo gdje to odgovara:

- posebni tip ili razred cementa (npr. cement niske topline hidratacije),
- posebni tip ili razred agregata,
- svojstva nužna za otpornost na smrzavanje, npr. količina zraka u koju je uključen mogući gubitak tijekom pumpanja, ugradnje, zbijanja koji slijede nakon isporuke,
- zahtjevi za temperaturu svježeg betona,
- razvoj čvrstoće,
- razvoj topline tijekom hidratacije,
- usporeno vezivanje,
- vodonepropusnost,
- otpornost na smrzavanje,
- otpornost na smrzavanje i soli za odmrzavanje,
- otpornost na abraziju,
- vlačna čvrstoća cijepanjem.

Uvjeti za beton zadanog sastava

Beton zadanog sastava treba uvjetovati osnovnim zahtjevima u svim slučajevima i dodatnim podacima kad to traže posebni uvjeti.

Osnovni zahtjevi

Uvjeti trebaju sadržavati:

- a) zahtjeve sukladnosti HRN EN 206-1,
- b) količinu cementa,
- c) tip i razred čvrstoće cementa,
- d) v/c faktor ili klasu konzistencije svježeg betona, u posebnim slučajevima ciljanu vrijednost,
- e) tip i kategorije agregata; u slučaju laganog ili teškog betona odgovarajuću maksimalnu ili minimalnu gustoću,
- f) maksimalnu veličinu zrna agregata i ograničenja u granulometrijskom sastavu,
- g) tip i količinu kemijskih ili mineralnih dodataka ako ih ima,
- h) ako se primjenjuju kemijski ili mineralni dodaci, njihov izvor i izvor cementa kao aproksimaciju svojstava koja nisu utvrđena drugim značajkama.

Dodatni zahtjevi

Uvjeti mogu sadržavati:

- izvor svih ili nekih sastojaka betona kao aproksimaciju svojstava koja nisu utvrđiva drugim obilježjima,
- dodatne zahtjeve za agregat,
- zahtjeve temperature svježeg betona,
- druge tehničke zahtjeve.

Uvjeti za beton normiranog zadanog sastava

Beton normiranog zadanog sastava prema dodatku A TPBK i norme HRN 1128 treba biti uvjetovan:

- navodom norme kojom je opisan dajući relevantne zahtjeve,
- naznakom betona u normi.

Beton normiranog zadanog sastava koristiti samo za:

- obični beton nearmiranih i armiranih betonskih konstrukcija,
- projektirane klase tlačne čvrstoće $\leq C 16/20$,
- klase izloženosti X0 i XC1.

Betone klase do uključivo 16/20, namijenjene za izradu nearmiranih elemenata i konstrukcija, koje se izrađuju na mjestu proizvodnje, a uvjetovane su samo klasom betona, treba pri najvećoj frakciji agregata 16 do 32 mm u pravilu proizvoditi s sljedećim zadanim količinama cementa klase 32,5 (kg/m^3 ugrađenog betona):

C 8/10	220
C 12/15	260
C 16/20	300

Pri uporabi cementa klase 42,5 dane količine cementa treba smanjiti za 10%, a povećati za:

- 10% pri najvećoj frakciji agregata 8 do 16 mm,
- 20% pri najvećoj frakciji agregata 4 do 8 mm,
- 20% pri tekućoj konzistenciji

Kontrola i potvrđivanje sukladnosti ovih betona provodi se samo kontrolom sastava betona prema potpoglavlju 7-02.1.5 ovih Tehničkih uvjeta.

7-01.4 ISPORUKA SVJEŽEG BETONA

Informacije korisnika betona proizvođaču

Korisnik treba usuglasiti s proizvođačem:

- 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.

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, već prema tome kako odgovara korisniku. 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.

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 sukladnosti s referentnim uvjetima kvalitete i normom HRN EN 206-1,
- 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.

Otpremne informacije za gradilišni beton

Odgovarajuća informacija tražena potpoglavljem 7-01.5 za otpremnicu betona mjerodavna je i za beton proizveden na velikom gradilištu ili kad uključuje više tipova betona.

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 projekt betona. 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 otpremni dokument upisati "nesukladna". Osoba koja je autorizirala taj dodatak odgovorna je za posljedice i mora biti upisana u otpremni dokument.

7-01.5 KONTROLA SUKLADNOSTI I KRITERIJI SUKLADNOSTI

Kontrola sukladnosti sastoji se od aktivnosti i odluka koje treba poduzeti u skladu s pravilima sukladnosti prilagođenim unaprijed radi provjere usklađenosti betona s propisanim uvjetima. Kontrola sukladnosti je integralni dio kontrole proizvodnje.

Svojstva betona kojima se kontrolira sukladnost jesu ona koja se mjere odgovarajućim ispitivanjima prema normiranim postupcima. Stvarne vrijednosti svojstava betona u konstrukcijama mogu se razlikovati od tih utvrđenih ispitivanjima, npr. ovisno o dimenzijama konstrukcije, ugradnji, zbijanju, njegovanju i klimatskim uvjetima.

Plan uzorkovanja i ispitivanja te kriteriji sukladnosti trebaju zadovoljavati postupke navedene u potpoglavlju 7-01.6 ovih Tehničkih uvjeta. Te odredbe treba primijeniti i na beton predgotovljenih elemenata ako posebna norma za proizvod ne sadrži ekvivalentni skup odredbi. Ako je traženo češće uzimanje uzoraka, ono treba biti prethodno usuglašeno. Svojstva koja ne pokrivaju ova poglavlja, plan uzorkovanja i ispitivanja, postupak ispitivanja i kriterije sukladnosti trebaju usuglasiti i proizvođač i uvjetovatelj.

Mjesto uzimanja uzoraka za ispitivanje sukladnosti treba odabrati tako da se mjerodavna svojstva betona i sastav betona značajnije ne mijenjaju od mjesta uzorkovanja do mjesta isporuke. Kada je posrijedi lagani beton proizveden s prethodno vodom nezasićenim agregatom, uzorke treba uzeti na mjestu isporuke.

Kada su ispitivanja kontrole proizvodnje ista kao i ispitivanja uvjetovana za kontrolu sukladnosti, treba ih uzeti u obzir pri ocjeni sukladnosti. Proizvođač može koristiti i druge rezultate ispitivanja isporučenog betona u prihvaćanju sukladnosti.

Sukladnost ili nesukladnost prosuđuje se prema kriterijima sukladnosti. Nesukladnost može voditi daljnjim akcijama na mjestu proizvodnje i na gradilištu.

Kontrola sukladnosti projektiranog betona

Kontrola sukladnosti tlačne čvrstoće

Za normalni i teški beton razred čvrstoće od C8/10 do C55/67 ili lagani beton do klase C55/60 uzorkovanje i ispitivanje treba provoditi po pojedinačnim sastavima betona ili po porodicama betona utvrđene podudarnosti kako je odredio proizvođač dok se drugačije ne usuglasi. Koncept s porodicama ne treba primjenjivati kod viših razreda betona. Lagani beton ne smije se grupirati u porodice koje se odnose na normalni beton; lagani beton s dokazivo sličnim agregatima može se grupirati u svojoj vlastitoj porodici.

U planu uzorkovanja i ispitivanja te za kriterije sukladnosti pojedinih sastava betona ili betona razlikuje se početna proizvodnja i kontinuirana proizvodnja.

Početna proizvodnja pokriva proizvodnju dok se ne dobije najmanje 35 rezultata ispitivanja.

Kontinuirana proizvodnja je postignuta kada se dobije najmanje 35 rezultata ispitivanja u razdoblju koje ne prelazi 6 mjeseci.

Ako je proizvodnja nekog pojedinačnog sastava betona bila suspendirana više od 6 mjeseci, proizvođač treba prilagoditi kriterije i plan uzorkovanja i ispitivanja onima koji su dani za početnu proizvodnju.

Tijekom kontinuirane proizvodnje proizvođač može prilagoditi plan uzorkovanja i ispitivanja i kriterije početne proizvodnje za kontinuiranu proizvodnju.

Ako je čvrstoća uvjetovana za različitu starost, sukladnost se ocjenjuje na uzorcima ispitanim pri uvjetovanoj starosti.

Kada treba procijeniti identitet određene količine betona s populacijom ocijenjenom kao da zadovoljava uvjete karakteristične čvrstoće, npr. ako postoji sumnja u kvalitetu mješavine ili isporuke ili ako je u posebnim slučajevima traženo projektnim uvjetima, to treba biti u skladu s dodatkom B norme HRN EN 206-1.

Uzorke betona treba nasumce odabirati prema HRN EN 12350-1. Uzorkovanja treba provoditi u svakoj porodici betona proizvedenoj u uvjetima koji se smatraju jednakim. Minimalni broj uzoraka treba biti u skladu s tablicom 7-01.5-1 ovih Tehničkih uvjeta, uzimajući kao mjerodavan onaj koji daje veći broj za početnu ili kontinuiranu proizvodnju, već prema prilikama.

Tablica 7-01.5-1 Minimalni broj uzoraka za prihvaćanje sukladnosti

Proizvodnja	Minimalna učestalost uzorkovanja		
	Prvih 50 m ³ proizvodnje	Nakon prvih 50 m ³ proizvodnje ¹⁾	
		beton certificirane proizvodnje	beton bez certificirane kontrole proizvodnj
Početna (dok se ne dobije najmanje 35 rezultata)	3 uzorka	1/200 m ³ ili 2/proizvodni tjedan	1/150 m ³ ili 2/proizvodni dan
Kontinuirana ²⁾ (kad se dobije najmanje 35 rezultata)		1/400 m ³ ili 1/proizvodni tjedan	

¹⁾ Uzorkovanje treba rasporediti kroz svu proizvodnju i ne treba uzimati više od jednog uzorka na svakih 25 m³.

²⁾ Kad je standardna devijacija od najmanje 15 rezultata ispitivanja iznad 1,37 s, učestalost treba povećati na onu traženu za početno ispitivanje za sljedećih 35 rezultata ispitivanja.

Bez obzira na uvjete uzorkovanja prema tablici 7-01.5-1, uzorke treba uzimati nakon svakog dodavanja vode ili kemijskog dodatka pod kontrolom i odgovornošću proizvođača, a uzorkovanje prije dodavanja plastifikatora ili superplastifikatora radi prilagodbe konzistencije (vidi potpoglavlje 7-01.4 ovih Tehničkih uvjeta) dopušteno je kad postoji dokaz početnim ispitivanjem da plastifikator ili superplastifikator u količini koja će se upotrijebiti ne utječe negativno na čvrstoću betona.

Sukladnost treba ocjenjivati na osnovu rezultata ispitivanja tijekom razdoblja ocjenjivanja koje ne smije prelaziti posljednjih 12 mjeseci.

Sukladnost tlačne čvrstoće betona ocjenjuje se na osnovi uzoraka ispitanih pri starosti 28 dana¹ za:

- grupe od "n" uzastopnih rezultata ispitivanja (f_{cm}) (kriterij 1),
- svaki pojedinačni rezultat (f_{ci}) (kriterij 2).

¹ Ako je čvrstoća uvjetovana za različitu starost, sukladnost se prihvaća na uzorcima ispitanim pri toj starosti.

Sukladnost je potvrđena ako su oba kriterija iz tablice 7-01.5-2 i za početnu i za kontinuiranu proizvodnju zadovoljena.

Kada je sukladnost prihvaćena na osnovi porodica betona, primjenjuje se kriterij 1 na referentni beton uzimajući u obzir sve preračunane rezultate ispitivanja u porodici; kriterij 2 se primjenjuje na originalne rezultate ispitivanja.

Da bi se potvrdilo kako svaki pojedini član pripada porodici, srednju vrijednost svih nepreračunanih rezultata ispitivanja (f_{cm}) za pojedinog člana porodice treba procijeniti po kriteriju 3 iskazanom u tablici 7-01.5-3. Svaki beton koji ne zadovolji taj kriterij treba izdvojiti iz porodice i pojedinačno mu procijeniti sukladnost.

Tablica 7-01.5-2 Kriteriji sukladnosti tlačne čvrstoće

Proizvodnja	Broj "n" rezultata ispitivanja tlačne čvrstoće u grupi	Kriterij 1	Kriterij 2
		prosjeak od "n" rezultata (f_{cm}), N/mm ²	pojedini rezultat (f_{ci}), N/mm ²
Početna	3	$\geq f_{ck} + 4$	$\geq f_{ck} - 4$
Kontinuirana	15	$\geq f_{ck} + 1,48s$	$\geq f_{ck} - 4$

U početku standardnu devijaciju (s) treba izračunati iz najmanje 35 uzastopnih rezultata ispitivanja dobivenih u razdoblju većem od tri mjeseca, a neposredno su ispred proizvodnog razdoblja čiju se sukladnost provjerava. Ovu vrijednost treba uzeti kao utvrđenu standardnu devijaciju (s) populacije. Valjanost prihvaćene vrijednosti treba verificirati tijekom sljedeće proizvodnje.

Tablica 7-01.5-3 Kriteriji sukladnosti članova porodice

Broj "n" rezultata ispitivanja tlačne čvrstoće u grupi	Kriterij 3
	Prosjeak od "n" rezultata (f_{cm}) za pojedinog člana porodice, N/mm ²
2	$\geq f_{ck} - 1,0$
3	$\geq f_{ck} + 1,0$
4	$\geq f_{ck} + 2,0$
5	$\geq f_{ck} + 2,5$
6	$\geq f_{ck} + 3,0$

Početna vrijednost standardne devijacije može se primijeniti za iduće razdoblje tijekom kojeg sukladnost treba provjeriti osiguravajući da se standardna devijacija od najmanje 15 rezultata (S_{15}) ne razlikuje značajnije od prihvaćene standardne devijacije. Ovo razmatranje vrijedi za:

$$0,63 s < S_{15} < 1,37 s$$

Kad je vrijednost S_{15} izvan danih limita, treba utvrditi novu vrijednost iz dostupnih posljednjih 35 rezultata ispitivanja.

Kontrola sukladnosti posebnih svojstava

Pod posebnim svojstvima razumijevaju se svojstva svježeg betona koja su normom HRN EN 206-1 statistički uvjetovana parametrima vjerojatnosti pojave ograničenog broja odstupanja od zadanih vrijednosti, što osigurava izbjegavanje mogućih grešaka. Učestalo se ispituju i vrednuju prema kriterijima specificiranim potpoglavljem 8.2.3 norme HRN EN 206-1.

Ostala svojstva

Uzorke betona za kontrolu ostalih svojstava, koja karakteriziraju trajnost, odnosno ponašanje betona pri uporabi u agresivnoj okolini treba uzimati i ispitivati prema normama na koje upućuje HRN EN 1128 i vrednovati i ocjenjivati sukladnost prema kriterijima danim istom normom

U tu svrhu, u uvjetima djelovanja okoline klase agresivnosti XF1 prema potpoglavlju 7-01.1 ovih Tehničkih uvjeta, beton treba zadovoljiti kriterij otpornosti na smrzavanje u 28 ciklusa, u uvjetima djelovanja okoline razreda agresivnosti XF3 u 56 ciklusa, u uvjetima djelovanja okoline razreda agresivnosti XF2 u 28 ciklusa i razreda XF4 otpornost na smrzavanje i soli za odmrzavanje u 56 ciklusa. Ova ispitivanja prema postupcima u danim normama i dokaz zadovoljenja tih uvjeta treba provesti u prethodnim (početnim) ispitivanjima svake vrste (sastava) betona za tu namjenu i u kontrolnom postupku najmanje jedanput godišnje i kod svake promjene sastava betona koja može utjecati na ta svojstva.

Eventualno potrebna ostala posebna svojstva betona treba uvjetovati uvjetovatelj i utvrditi postupak, potrebnu učestalost ispitivanja i kriterije prihvaćanja ako nisu određeni dogovarajućom važećom hrvatskom normom.

Kontrola suglasnosti betona zadanog sastava i betona normiranog zadanog sastava

Sukladnost svake mješavine betona zadanog sastava treba prihvatiti prema količini cementa, maksimalnoj nominalnoj veličini zrna agregata ako je uvjetovana i, ako treba, v/c faktoru, količini kemijskog ili mineralnog dodatka.

Količina cementa, agregata (svake specificirane frakcije) i mineralnih dodataka, koje su iskazane u izvještaju proizvođača ili otisnute u iskazu betonare, moraju biti unutar tolerancija uvjetovanih vrijednosti navedenih u tablici 21 norme HRN EN 206-1.

Za beton normiranog zadanog sastava ekvivalentne vrijednosti dane su u Dodatku A TPBK i u normi HRN 1128.

Kada sukladnost sastava treba prihvatiti analizom svježeg betona, proizvođač i korisnik trebaju prethodno dogovorno utvrditi postupke ispitivanja i kriterije graničnih vrijednosti uzimajući u obzir navedene granične vrijednosti i preciznost postupaka ispitivanja.

Mjere u slučaju nesukladnosti proizvoda

U slučaju nesukladnog proizvoda treba poduzeti sljedeće mjere:

- provjeriti rezultate ispitivanja i ako su neispravni, poduzeti mjere za otklanjanje pogrešaka,
- ako je nesukladnost potvrđena npr. ponovnim ispitivanjem, poduzeti popravne mjere uključujući menadžersku reviziju postupka programa kontrole,
- kad je utvrđena nesukladnost s uvjetima kakvoće, a pogreška očito nije u isporuci, obavijestiti uvjetovatelja i korisnika radi izbjegavanja bilo kakvih štetnih posljedica,
- sastaviti izvještaj o prethodno nabrojenim pitanjima.

Ako je nesukladnost posljedica dodavanja vode ili kemijskih dodataka na gradilištu, proizvođač treba poduzeti mjere samo ako je odobrio taj dodatak.

Ako je proizvođač dao obavijest o nesukladnosti betona ili ako rezultati ispitivanja sukladnosti ne ispunjavaju zahtjeve, treba tražiti dodatno ispitivanje betona u konstrukciji prema seriji normi HRN EN 12504 i rezultate vrednovati i ocjenjivati prema HRN EN 13791.

Način mjerenja i obračuna isporučениh količina betona i način obeštećenja naručitelja, ako se nesukladnost određene količine isporučenog betona potvrdi, trebaju unaprijed utvrditi proizvođač betona, odnosno isporučitelj betona i naručitelj.

7-01.6 KONTROLA PROIZVODNJE

Proizvođač je odgovoran za besprijeekorno upravljanje proizvodnjom betona.

Kontrola proizvodnje obuhvaća sve mjere nužne za održavanje svojstava betona u sukladnosti s uvjetovanim svojstvima.

To uključuje:

- izbor materijala,
- projektiranje betona,
- proizvodnju betona,
- preglede i ispitivanja,
- uporabu rezultata ispitivanja sastavnih materijala, svježeg i očvrslog betona i opreme,
- kontrolu sukladnosti za koju su odredbe dane u potpoglavlju 7-01.5 ove knjige Tehničkih uvjeta.

Zahtjevi za ostale aspekte kontrole proizvodnje navode se su u ovom poglavlju. Pri razmatranju tih zahtjeva treba imati na umu vrstu i veličinu proizvodnje, radne procese i dotičnu opremu. Dodatni zahtjevi mogu biti nužni u posebnim okolnostima na mjestu proizvodnje ili za posebne zahtjeve za dotičnu konstrukciju ili konstrukcijski element. Potpoglavlje 7-01.6 ovih Tehničkih uvjeta utvrđeno je preme načelima serije normi HRN EN ISO 9000.

Sustavi kontrole proizvodnje

Odgovornost, nadležna tijela i odnosi cjelokupnog osoblja koje upravlja, izvodi i verificira radove koji predodređuju kakvoću betona, moraju biti utvrđeni dokumentiranim sustavom kontrole proizvodnje (Priručnikom kontrole proizvodnje). To se posebno odnosi na osoblje kojemu je potrebna organizacijska sloboda i autoritet za minimiziranje rizika od nezadovoljavajućeg betona i za identificiranje i izvještavanje o svakom problemu kakvoće betona.

Sustav kontrole proizvodnje treba uprava proizvođača revidirati najmanje svake dvije godine radi osiguranja njegove uporabivosti i učinkovitosti. Izvještaje revizije treba čuvati najmanje 3 godine, osim ako zakonske obveze ne traže duže razdoblje.

Sustav kontrole proizvodnje treba sadržavati odgovarajući dokumentirani postupak i upute. Taj postupak i upute treba po potrebi utvrditi uzimajući u obzir potrebe kontrole iskazane u tablicama 22, 23 i 24 norme HRN EN 206-1. Namjeravanu učestalost ispitivanja i nadzora treba dokumentirati. Rezultate ispitivanja i kontrola treba evidentirati izvještajima.

Zapisani podaci kontrole proizvodnje i drugi dokumenti

Svi mjerodavni podaci o kontroli proizvodnje trebaju biti zapisani (sadržani u izvještajima) prema tablici 20 u HRN EN 206-1. Izvještaje o kontroli proizvodnje treba čuvati najmanje 3 godine, ako zakonske obveze ne traže duže razdoblje.

Ispitivanje

Ispitivanje treba provoditi prema postupcima ispitivanja koji su određeni normama na koje upućuje norma HRN EN 206-1 (referentni postupci ispitivanja), ili se mogu primijeniti drugi postupci ispitivanja ako su utvrđene korelacije ili pouzdani odnosi između rezultata tih postupaka ispitivanja i referentnih postupaka.

Korekcije sigurnosti tih odnosa ili korelacija treba provjeravati u odgovarajućim intervalima. Istraživanje treba provesti odvojeno za svako mjesto proizvodnje koje radi u drukčijim uvjetima.

Sastav betona i početno ispitivanje

Za novi sastav betona treba provesti početno ispitivanje radi dobivanja betona koji će imati uvjetovana svojstva u odgovarajućem području. Početno ispitivanje nije potrebno kad su za određeni sastav ili porodicu betona dostupni potrebni iskustveni podaci iz dovoljnog vremenskog razdoblja. Projekt sastava betona ili projektne relacije zavisnosti treba ponovo utvrditi kad postoji značajna promjena u sastavnim materijalima. U slučaju mješavine betona zadanog sastava ili betona normiranog zadanog sastava nisu potrebna prethodna ispitivanja proizvođača.

Novi sastav betona dobiven interpolacijom između poznatih sastava betona ili ekstrapolacijom tlačne čvrstoće koja ne prelazi 5 N/mm^2 smatra se da zadovoljava uvjete početnih ispitivanja.

Sastave betona treba periodično revidirati radi osiguranja da su svi projekti sastava betona još u skladu sa stvarnim uvjetima uzimajući u obzir promjene u svojstvima materijala i rezultate ispitivanja sukladnosti sastava betona.

Osoblje, oprema i instalacije

Znanje, uvježbanost i iskustvo osoblja uključenog u proizvodnju i kontrolu proizvodnje treba odgovarati tipu betona, npr. betona visoke čvrstoće, laganog betona.

Odgovarajuće dokaze uvježbanosti i iskustva osoblja uključenog u proizvodnju i kontrolu proizvodnje treba održavati.

Sastavni materijali trebaju biti tako uskladišteni i upotrijebljeni da im se svojstva značajnije ne mijenjaju, npr. djelovanjem klime, miješanjem ili zagađivanjem, i da im se sukladnost s odgovarajućom normom održava.

Skladišni odjeljci trebaju biti jasno označeni da se izbjegnu pogreške u upotrebi sastavnih materijala.

Treba uzeti u obzir posebne instrukcije dobavljača.

Treba omogućiti uzimanje uzoraka, npr. iz odlagališta, silosa i drugih spremnika.

Svojstva opreme za miješanje moraju biti takva da u stvarnim uvjetima osiguraju dobivanje i trajno održavanje točnosti iz potpoglavlja 9.7 norme HRN EN 206-1.

Miješanje betona

Sastavne materijale treba kontinuirano miješati u miješalici koja zadovoljava uvjete potpoglavlja 9.8 norme HRN EN 206-1 i to dok se ne dobije jednolik izgled mješavine. Miješalice se ne smiju opterećivati iznad deklariranog kapaciteta miješanja.

Kemijske dodatke, kad se upotrebljavaju, treba dodavati tijekom glavnog procesa miješanja, osim superplastifikatora ili plastifikatora koji se mogu dodavati nakon glavnog procesa miješanja. U ovom drugom slučaju beton treba ponovno miješati dok se kemijski dodatak potpuno ne dispergira u mješavini ili šarži i ne postane potpuno učinkovit. U kamionu miješalici (mikseru) trajanje ponovnog miješanja nakon glavnog procesa miješanja ne smije biti manje od 1 min/m³ ni manje od 5 min nakon dodavanja dodatka.

Kod laganog betona izmiješanog s nesaturiranim agregatom treba vrijeme od početnog miješanja do kraja konačnog miješanja (npr. ponovnog miješanja u mikseru) produžiti sve dok voda apsorbirana u agregat i evakuacija zraka iz laganog agregata ne budu ni na koji način značajnije utjecali na svojstva očvrslog betona.

Sastav svježeg betona ne smije se mijenjati nakon izlaska iz miješalice.

Sljed kontrole proizvodnje

Sastavne materijale, opremu, postupak proizvodnje i beton treba kontrolirati prema uvjetima sukladnosti i uvjetima ovih općih uvjeta. Kontrola treba biti takva da otkrije sve značajnije promjene koje utječu na svojstva i da se poduzmu odgovarajuće korektivne mjere.

Vrste i učestalost nadzora/ispitivanja sastavnih materijala trebaju biti kao u tablici 22, Norme HRN EN 206-1.

Tablica se zasniva na pretpostavci da postoji odgovarajuća kontrola proizvodnje sastavnih materijala koju na mjestu proizvodnje materijala provodi proizvođač i da su sastavni materijali isporučeni s deklaracijom ili certifikatom sukladnosti s odgovarajućim uvjetima. Ako je nema, proizvođač betona treba kontrolirati sukladnost sastavnih materijala s odgovarajućim normama.

Kontrola opreme treba osigurati da su skladišta, mjerni uređaji, miješalice i kontrolni uređaji (npr. za mjerenje vlage agregata) u dobrom radnom stanju i da zadovoljavaju uvjete norme EN 206-1. Učestalost nadzora i ispitivanja opreme iskazani su u tablici 23, Norme HRN EN 206-1.

Cijeli pogon, oprema i transport trebaju biti predmet planiranog sustava održavanja i trebaju se održavati u djelotvornom radnom stanju kako ne bi utjecali negativno na količinu i kakvoću betona.

Svojstva projektiranog betona treba kontrolirati prema potrebama uvjetovanim tablicom 24, Norme HRN EN 206-1.

Svojstva betona zadanog sastava, njegovu konzistenciju i temperaturu, kada su uvjetovani, treba kontrolirati prema potrebama uvjetovanim u tablici 24, Norme HRN EN 206-1 (linije 2 do 6 i 9 do 14).

Kontrola treba uključivati proizvodnju, transport do mjesta isporuke i isporuku.

7-01.7 VREDNOVANJE SUKLADNOSTI

Proizvođač je odgovoran za ocjenu sukladnosti betona s uvjetovanim svojstvima. U tu svrhu proizvođač mora provoditi sljedeće:

- a) početno ispitivanje kad je traženo (vidi potpoglavlje 7-01.6),

- b) kontrolu proizvodnje (vidi potpoglavlje 7-01.6),
- c) kontrolu sukladnosti (vidi potpoglavlje 7-01.5).

Ovlašteno nadzorno ili certifikacijsko tijelo treba nadzirati, ocjenjivati i certificirati sukladnost kakvoće proizvodnje betona u svim slučajevima proizvodnje betona razreda iznad C 16/20 projektiranog i zadanog sastava.

Za predgotovljene betonske elemente potrebe i zahtjevi za ocjenjivanje sukladnosti nalaze se u odgovarajućim tehničkim uvjetima (normama proizvoda i tehničkim odobrenjima).

Ocjenjivanje, praćenje i certificiranje kontrole proizvodnje

Proizvođačevu kontrolu proizvodnje treba za sve betone razreda iznad C 16/20 vrednovati i pregledavati ovlašteno nadzorno tijelo i zatim certificirati ovlašteno certifikacijsko tijelo.

Ovlašteno nadzorno tijelo treba najprije provesti početni nadzor pogona za proizvodnju betona sa svrhom utvrđivanja jesu li ispunjeni preduvjeti koji se odnose na osoblje i opremu, koji omogućuju urednu proizvodnju i odgovarajuću kontrolu proizvodnje.

Radi potvrđivanja valjanosti rezultata kontrole proizvodnje i povjerenja nadzornog tijela u rezultate i uvedeni sustav kontrole te u osiguranje ispravnosti kvalitete proizvodnje betona, nadzorno tijelo treba provoditi i odgovarajuća usporedna ispitivanja. Nadzorno tijelo ispituje određena ili odabrana ista svojstva koja kontrolira i proizvođač prema istim normiranim postupcima. Vrstu i broj tih ispitivanja, način njihova vrednovanja i ocjenjivanja podudarnosti s rezultatima kontrole proizvodnje utvrđuje nadzorno tijelo (dok to ne specificira odgovarajuće državno tijelo zaduženo za specificiranje postupaka potvrđivanja sukladnosti građevnih proizvoda).

Opseg tih ispitivanja može nadzorno tijelo reducirati na minimalnu mjeru pa ih čak i izostaviti primijenivši opsežniju i detaljniju kontrolu proizvođačevih podataka i sustava kontrole proizvodnje ako je njegov ispitni laboratorij ovlašten i pod kontrolom je ovlaštene institucije.

Nadzorno tijelo treba po završetku početnih ispitivanja napisati posebne izvještaje o svim značajnijim činjenicama početnog nadzora, posebno opreme na mjestu proizvodnje, sustava kontrole proizvodnje i ocjene sustava. Takvim izvještajem nadzorno tijelo potvrđuje usklađenost kontrole proizvodnje betona s poglavljem 9, Norme HRN EN 206-1. Izvještaj prosljeđuje proizvođaču i ovlaštenom certifikacijskom tijelu koje na osnovi toga odlučuje o potvrđivanju sukladnosti kontrole proizvodnje.

Proizvođač je odgovoran za održavanje sustava kontrole proizvodnje. Kad se izvrše značajnije promjene uvjeta u sustavu proizvodnje ili u priručniku kontrole proizvodnje, proizvođač treba o tim promjenama obavijestiti nadzorno tijelo koje može tražiti ponovni početni nadzor.

7-01.8 OZNAČAVANJE PROJEKTIRANOG BETONA

Kada bitna svojstva betona treba dati u obliku kratica, tada se to primjenjuje na sljedeći način:

- poziv na HRN EN 206-1,
- tlačnu čvrstoću: razred tlačne čvrstoće, npr. C 25/30,
- granične vrijednosti prema razredima izloženosti,
- maksimalnu količinu klorida, npr. Cl 0,20,
- maksimalnu nominalnu veličinu zrna agregata: vrijednost D_{max} ,
- gustoću: oznaku razreda, npr. D1,8,
- konzistenciju: razredom ili zadanom vrijednošću i postupkom ispitivanja.

7-02 IZVEDBA BETONSKIH RADOVA**7-02.1 OPĆENITO****7-02.1.1 Dokumentacija**

Dokumentaciju izvedbe betonskih radova čine:

- sve potrebne tehničke informacije navedene u projektu (projektne specifikacije),
- postupci izmjene projektnih specifikacija,
- zahtjevi za raspodjelu (protok) dokumenata,
- eventualne potrebe izrade plana kakvoće,
- eventualne potrebe izrade izvedbene dokumentacije.

Projektne specifikacije

Tehnička dokumentacija se sastoji od projektnog proračuna pojedinih elemenata i cijele konstrukcije i projektnih specifikacija.

Projektne specifikacije sadrže:

- 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.

Izvedbena dokumentacija

Projektom konstrukcije treba uvjetovati izradu plana i programa kontrole kvalitete izvedbe i on mora biti dostupan na gradilištu.

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

Za nadzor građevina 2. i 3. razreda (prema HRN EN 13670) potrebna je i dokumentacija nadzora.

7-02.1.2 Skele i oplata

Skele i oplata, uključujući njihove potpore i temelje, treba projektirati i konstruirati tako da su:

- otporne na svako djelovanje kojem su izložene tijekom izvedbe,
- dovoljno čvrste da osiguraju zadovoljenje tolerancija uvjetovanih za konstrukciju i spriječe oštećivanje konstrukcije.

Oblik, funkcioniranje, izgled i trajnost stalnih radova ne smiju biti ugroženi ni oštećeni svojstvima skela i oplata te njihovim uklanjanjem.

Skele i oplata moraju zadovoljavati dostupne hrvatske norme kao što je HRN EN 1065.

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

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

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

Utvrđeni postupak, ako je potreban, treba opisati način izvedbe i uklanjanja privremenih konstrukcija. Treba specificirati zahtjeve za rukovanje, sklapanje, opterećivanje, postavljanje i uklanjanje skela.

Projekt skele treba uzeti u obzir deformacije tijekom i nakon betoniranja kako bi se izbjegle štetne pukotine u betonu pri njegovoj ranoj starosti. To se može postići:

- ograničenjem progibanja i/ili slijeganja,
- kontrolom betoniranja i /ili specificiranjem betona, npr. usporavanjem ugradnje.

Oplata treba osigurati betonu traženi oblik dok ne očvrstne.

Oplata i spojnice između elemenata trebaju biti dovoljno nepropusni da spriječe gubitak finog morta.

Oplatu koja apsorbira značajniju količinu vode iz betona ili omogućava evaporaciju treba odgovarajuće vlažiti da se spriječi gubitak vode iz betona, osim ako nije za to posebno i kontrolirano namijenjena.

Unutarnja površina oplata mora biti čista. Ako se koristi za beton čija je površina vidljiva, njezina obrada mora osigurati površinu betona u skladu sa zahtjevima projekta.

Pri izvedbi konstrukcije kliznom oplatom, projekt takvog sustava mora uzeti u obzir materijal oplata i osigurati kontrolu geometrije radova.

Za osiguranje specificiranog i projektiranog zaštitnog sloja betona treba koristiti odgovarajuće vodilice ili distancere oplata od armature.

Posebnu površinsku obradu betona, ako se traži, treba utvrditi projektnim specifikacijama. Za prihvatanje zadane kvalitete površinske obrade mogu biti uvjetovani pokusni betonski paneli.

Vrsta i kvaliteta površinske obrade ovise o tipu oplata, betonu (agregatu, cementu, kemijskim i mineralnim dodacima), izvedbi i zaštiti tijekom izvedbe.

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

- biti čvrsto pričvršćeni tako da očuvaju projektirani položaj tijekom betoniranja,
- ne uzrokovati neprihvatljive utjecaje na konstrukciju,
- ne reagirati štetno s betonom, armaturom ili prednapetim čelikom,
- ne uzrokovati neprihvatljivi površinski izgled betona,
- ne štetiti funkcionalnosti i trajnosti konstrukcijskog elementa.

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

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

Otpuštanje skela i uklanjanje oplata

Skele ni oplata se ne smiju uklanjati dok beton ne dobije dovoljnu čvrstoću:

- otpornu na oštećenje površine skidanjem oplata,
- dovoljnu za preuzimanje svih djelovanja na betonski element u tom trenutku,
- da izbjegne deformacije veće od specificiranih tolerancija elastičnog ili neelastičnog ponašanja betona.

Uklanjanje oplata treba izvoditi na način da se konstrukcija ne preoptereći i ne ošteti.

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

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

Ako je oplata dio sustava njegovanja betona, u vrijeme njezina uklanjanja treba uračunati odredbe poglavlja 8.5 i Dodatka F norme HRN EN 13670.

7-02.1.3 Betoniranje

Uvjeti kakvoće betona

Beton treba biti specificiran (uvjetovan) i proizveden prema uvjetima norme HRN EN 206-1 i ovoj knjizi Tehničkih uvjeta. 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 iz ove knjige Tehničkih uvjeta.

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.

Kad je to uvjetovano točkom 7-02.1.6 ove knjige Tehničkih uvjeta, uzorke za identifikacijsko ispitivanje treba uzeti na mjestu ugradnje ili, u slučaju tvornički proizvedenog betona, na mjestu isporuke.

Kontrola prije betoniranja

Za izvedbe pod nadzorom drugog i trećeg razreda treba pripremiti planove betoniranja i nadzora kao i sve ostale mjere predviđene ovom knjigom Tehničkih uvjeta.

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.

Konstruktivske 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.

Konstruktivske 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 vjetra, 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,
- 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 dopuštanjem).

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 njegovati dok površinski sloj betona ne dosegne najmanje 50 % uvjetovane tlačne čvrstoće. Iskustveno se taj uvjet, iskazan vremenski, može kontrolirati prema podacima danim točkom F.8.5 Dodatka F, Norme HRN EN 13670.

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

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

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

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

Projektom konstrukcije treba utvrditi potrebno povećano razdoblje njegovanja površina betona izloženih abraziji ili drugim 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 projektnim specifikacijama nije naglašeno da je to dopušteno, zaštitni premazi se ne smiju koristiti ni na površinama s uvjetovanim posebnim izgledom površine.

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

Površinska temperatura betona ne smije pasti ispod 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.

Aktivnosti poslije betoniranja

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

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

Potrebe ispitivanja betona na građevini (svojtvo, učestalost i kriterije sukladnosti) treba prema uvjetima iz ove knjige Tehničkih uvjeta i uvjetima izvedbe i eksploatacije građevine utvrditi projektom konstrukcije i planom kontrole kvalitete izvedbe radova.

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.

Beton za klizanje treba imati odgovarajuće vrijeme vezanja. Klizanje treba izvoditi prikladnom opremom i postupkom osiguravajući da se dobiju uvjetovani zaštitni slojevi armature, kakvoća betona i površinska obrada. Klizanje treba kontrolirati iskusan stručnjak za taj postupak izvedbe.

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

Betoniranje složenih konstrukcija

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

7-02.1.4 Izvedba s predgotovljenim i na gradilištu proizvedenim elementima

Ovim su Tehničkim uvjetima utvrđeni zahtjevi izvedbenih operacija koje uključuju konstrukcijske elemente proizvedene na gradilištu ili predgotovljene konstrukcijske elemente od njihova preuzimanja na gradilištu do postavljanja i konačnog prihvatanja.

Uporabu na gradilištu proizvedenih ili predgotovljenih betonskih elemenata treba riješiti ovjerenim projektom sukladnosti između njih i ponašanja cijele konstrukcije.

Tvornički proizvedeni (predgotovljeni) betonski elementi do preuzimanja na gradilištu u području su odgovarajuće hrvatske norme ili tehničkog dopuštenja 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 s kojom hrvatskom normom ne mogu se smatrati predgotovljenim elementima. Njihova je proizvodnja propisana ovim Tehničkim uvjetima.

Uvjeti operacija koje slijede nakon proizvodnje elemenata proizvedenih na gradilištu isti su kao i za tvornički proizvedene predgotovljene elemente.

Rukovanje, skladištenje i zaštitu predgotovljenih elemenata treba provoditi u skladu s projektnim uvjetima.

Shema dizanja koja sadrži točke i sile ovješnja, opis sustava dizanja, i, kad je potrebno, svaki posebni zahtjev, moraju biti dostupni na gradilištu. Ukupna težina i moguća odstupanja moraju biti dani za svaki element.

Instrukcije za skladištenje elementa trebaju utvrditi poziciju skladištenja i dopuštene točke oslanjanja, maksimalnu visinu odlaganja, zaštitne (sigurnosne) mjere kad su potrebne i sve što je potrebno za održanje stabilnosti.

Zahtjeve za postavljanje i povezivanje predgotovljenih elemenata treba dati u izvedbenim specifikacijama. Prije svake isporuke predgotovljenih elemenata izvedbene specifikacije za rukovanje njime i moguće skladištenje na gradilištu trebaju biti dostupne na gradilištu.

Radni program s fazama operacija na gradilištu mora biti dostupan na gradilištu.

Izvedba ne smije započeti dok se prethodne točke zadovoljavajuće ne potvrde.

Izvedbene specifikacije trebaju utvrditi raspored oslonaca, potrebnih podupora i po potrebi privremena osiguranja stabilnosti. Kad je potrebno, u izvedbenim specifikacijama treba naznačiti osi i radnu poziciju vođenja elementa i dostizanja dispozicije dizanja.

Treba primijeniti konstruktivne mjere koje osiguravaju učinkovitost i stabilnost privremenih i trajnih podupora. Te mjere trebaju moguća oštećenja i neodgovarajuća ponašanja svesti na najmanju moguću mjeru.

Izvedba predgotovljenih elemenata mora biti sukladna planovima i detaljnim nacrtima opreme i dijelovima programiranih operacija.

Tijekom postavljanja treba provjeriti točnu poziciju elementa, dimenzionalnu točnost oslonaca, uvjete spojnica i iznad svega raspored konstrukcije te provesti potrebna pripasivanja.

Prije povezivanja montiranih predgotovljenih elemenata i prije bilo koje faze završnih radnji treba provesti detaljan nadzor i kontrolu postavljanja.

Završni rad treba izvesti prema zahtjevima danim u izvedbenim specifikacijama uzimajući u obzir konkretne klimatske uvjete.

Svaka ugradnja dodatne armature u završnim radovima treba biti sukladna uvjetima iz ove knjige Tehničkih uvjeta.

Betoniranje na građevini treba biti u skladu s uvjetima iz ove knjige Tehničkih uvjeta.

Spojni dijelovi bilo kojeg tipa trebaju biti neoštećeni, točno postavljeni i ispravno izvedeni tako da osiguraju učinkovito ponašanje konstrukcije. Zalivene i lijepljene spojeve treba 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 umeci 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.

7-02.1.5 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.

Ovo poglavlje sadrži vrste geometrijskih odstupanja koje su mjerodavne za građevinske konstrukcije. Numeričke vrijednosti su iskazane za konstrukcijske tolerancije, tj. tolerancije koje utječu na sigurnost konstrukcije. Utvrđene su konstrukcijske tolerancije prvog razreda.

Nisu navedene dopuštene vrijednosti za tolerancije drugog razreda. Tolerancije drugog razreda može dati projektant. Ako nije drugačije utvrđeno projektnim specifikacijama, primjenjuju se ovdje iskazane tolerancije prvoga razreda.

Tolerancije prvog razreda, nominirane kao normalne tolerancije, odgovaraju projektnim pretpostavkama norme HRN EN 1992 i traženoj razini sigurnosti.

Zahtjevi ovog poglavlja odnose se na ukupnu konstrukciju. Kod pojedinih dijelova svaka međukontrola tih dijelova mora poštovati uvjete konačne kontrole izvedene konstrukcije.

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 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.

Geometrijska odstupanja pojedinih konstrukcijskih elemenata i sklopova moraju zadovoljavati tolerancije specificirane Poglavljem 10, Norme HR EN 13670.

7-02.1.6 Kontrola izvedbe

Kvalitetnu izvedbu betonske konstrukcije sukladno ovim Tehničkim uvjetima i normi HRN EN 13670 izvođač treba osigurati:

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

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

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

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

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

Plan nadzora treba za svaku pojedinu točku istaknuti:

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

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

Kad je nesukladnost potvrđena, treba istražiti sljedeće:

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

Veličina nesukladnosti uvjetovanih svojstava betona utvrđuje se naknadnim ispitivanjima istih svojstava na uzorcima betona 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. Prva služi za kontrolu stabilnosti i sigurnosti predmetnog konstrukcijskog dijela, a druga za reguliranje ugovornih odnosa između proizvođača i kupca betona. Ocjenu usklađenosti treba izvršiti prema normi HRN EN 13791.

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

Ocjenu sukladnosti elementa nakon popravka trebaju dati nadzorni inženjer i ovlaštena institucija koja je utvrdila veličinu nesukladnosti i uvjetovala popravak.

Rektifikacija nesukladnosti mora biti u skladu s projektnim specifikacijama i ovim Tehničkim uvjetima.

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

7-02.1.7 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 kakvoće pojedinih faza izvedbe radova, napraviti rekapitulaciju ukupne dokumentacije izvedbe i svaki u svom dijelu dati završnu ocjenu kakvoće izvedenih radova i zadovoljenja projektnih uvjeta 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.

7-03 HIDROTEHNIČKI BETON

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:

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

Ova druga kategorija uključuje betone koji su obuhvaćeni i specificirani općom normom HRN EN 206-1. 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 *valjane betone* koji se koriste kod izgradnje gravitacionih betonskih brana kao i u cestogradnji (nosivi kolnički slojevi - „stabilizacija“), a po sastavu i postupku ugradnje su isti. Ova kategorija je obrađena u posebnom poglavlju ove točke OTU-a.

Masivni betoni još nisu obuhvaćeni europskom normom pa ni kod nas nemamo važeću normu za to područje. Prema našoj prethodnoj normi HRN U.E3.010 pod tim se pojmom podrazumijevao beton elemenata čiji je volumen veći od 10 m³ i najmanje dimenzije u presjeku veće od 1,0 m.

Iako su osnovna svojstva i zahtjevi za masivni beton slična kao i za ostale betone, te se isti mogu proizvoditi, specificirati i potvrđivati prema općoj europskoj normi za beton oznake HRN EN 206-1, iako ona ne definira posebnosti masivnog betona.

Usljed velikih dimenzija za ovu vrstu betona izrazito je naglašena opasnost od visokih unutrašnjih temperatura i pojava pukotina čime je ugrožena stabilnost i vodonepropusnost kao osnovnih uporabnih svojstava. Zamjenom dijela klinkera u proizvodnji cementa s mineralnim dodacima (pepeo, zgura i sl.) značajno se smanjuje i usporava oslobađanje topline hidratacije i posljedično raspucavanje betona kao rezultat spriječenih deformacija zbog uklještenja i velikih razlika u temperaturi površine i unutrašnjosti u ranoj fazi očvršćavanja.

Zbog navedenog, projektom konstrukcije za masivne brane i sl. konstrukcije mora se specificirati:

- najviša dozvoljena temperatura u lokalnim uvjetima kao rezultat početne temperature betona i povećanja iste zbog hidratacije cementa (termički proračun),
- 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).

Velika masa betona razvija visoku toplinu hidratacije (visoku temperaturu betona) i akumulira tu toplinu, no prilikom hlađenja dolazi do skupljanja betona. Kako su spriječene deformacije betona zbog temeljnog tla ili razlike temperature betona na

površini i unutrašnjosti betona, javljaju se vlačna naprezanja u betonu, a samim tim i tzv. termičke pukotine na betonskoj površini objekta. Ove pukotine vrlo su opasne naročito ako voda prodre u njih pod tlakom. Pukotine mogu biti opasne i zbog mogućnosti smrzavanja i odmrzavanja betona, te na taj način oštetiti strukturu betona.

Da bi se izbjegle pukotine, potrebno je minimizirati razliku između vanjske (okolina) i unutarnje temperature (beton). To se postiže smanjenjem početne temperature svježeg betona (hlađenjem sastojaka) ili pravilnim izborom sastojaka betona.

U pogledu ekonomske uštede najveća je ušteda na količini cementa te kemijskih dodataka. U tehnološkom dijelu projektiranje i proizvodnja ove vrste betona zahtjeva cimente s niskom toplinom hidratacije, povoljnim granulometrijskim sastavom agregata, manjom količinom vode, kako bi se stvorio nepropustan beton.

Kako je cement, odnosno njegova kemijska reakcija s vodom nositelj topline hidratacije, smanjit ćemo količinu cementa i primijeniti cimente niske topline hidratacije. Zamjena dijelova cementa mineralnim dodacima (leteći pepeo, zgura) značajno smanjuju toplinu hidratacije.

Leteći pepeo oslobađa manje topline tijekom hidratacije u usporedbi s običnim cementom što pogoduje masivnim betonskim elementima. Pucolanska reakcija pepela rezultira povećanjem otpornosti betona prema agresivnim medijima koja se s vremenom još poboljšava.

7-03.1 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 očvrnulog betona.

Kod prethodnih ispitivanja i utvrđivanja sastava betona potrebno je zadovoljiti zahtjeve čvrstoće, trajnosti i obradivosti:

- Zahtjev čvrstoće – odnosno razred tlačne čvrstoće betona određen je projektom konstrukcije,
- Zahtjev trajnosti – uz uporabni vijek od minimalno 50 godina trajnost betona u konstrukciji ovisi o razredu izloženosti betona kojima je dan zahtjev za sastav betona,
- Dopušteni tip i razred sastavnog materijala, maksimalni v/c omjer, minimalna količina cementa, najmanji razred tlačne čvrstoće, minimalna količina zraka u betonu,
- Zahtjev obradivosti – da bi beton bio homogeno izmiješan, transportiran, ugrađen i zbijen mora biti obradiv, potrebno je odrediti količinu vode za izradu betona a obradivost izraziti pomoću konzistencije betona,
- Izbor sastavnih materijala betona.

7-03.1.1 Zahtjevi za svježi masivni beton

Za svojstva svježeg betona pretpostavljeni zahtjevi su:

- konzistencija betona prema mjeri slijeganja 10-50 mm,
- preporučena količina uvučenog zraka za aerirane betone ovisno o veličini D_{max} (na primjer: za $D_{max} = 31,5$ mm je preporučena količina pora 3-5%),

7-03.1.2 Zahtjevi za očvršli masivni beton

Za očvršli beton masivne – hidrotehničke građevine pretpostavljeni su određeni osnovni zahtjevi:

- čvrstoća –određena projektom za pojedine elemente,
- vodonepropusnost betona,
- otpornost betona na smrzavanje.

Obzirom na okolinu u kojoj se nalazi, beton je zadan razredom tlačne čvrstoće C 30/37 uz razrede izloženosti XF1. U tablici 7-03.1.2.-1 prikazane su vrijednosti iz norme HRN EN 206-1, tablica F1. Područje granične vrijednosti sastava i svojstava betona. Napominjemo kako ne postoji uvjet propisan normom ili tehničkim propisom za hidrotehničke betone, nego smo se služili iskustvenim saznanjima koja smo projicirali na navedenu normu.

Tablica 7-03.1.2.-1 Područje granične vrijednosti sastava i svojstava betona

Razred izloženosti	Max v/c omjer	Min razred čvrstoće	Min količina cementa (kg/m ³)	Min količina zraka (%)
XF 1	0,55	C 30/37	300	-

7-04 VALJANI BETON

7-04.1 DOSADAŠNJA ISKUSTVA

Valjani beton (*engl. roller compacted concrete, RCC*) po sastavu smjese i svojstvima je obični beton koji se ugrađuje (zbija) kao što se ugrađuju zemljani materijali. Prvi put je primijenjen 1975. godine pri sanaciji oštećenja na jednom od tunela temeljnog ispusta brane Tarbela u Pakistanu čiji je ulazni dio odnijela voda pri prvom punjenju akumulacije. Primijenjen je kao jedini način koji je omogućavao sanaciju građevine u kratkom roku (prije kišne sezone). Za 44 dana ugrađeno je 35.000 m³ valjanog betona.

Razlikuje se od običnog betona uglavnom po krutoj konzistenciji smjese koja mora biti prilagođena zbijanju vibrovaljcima. Smjesa mora biti dovoljno kruta da 10-tonski vibrovaljak u nju ne propada pri zbijanju.

Proizvodi se od istih prirodnih materijala (u iskopanom stanju ili na određeni jednostavni način doradenih) i hidrauličkih veziva kao i obični beton. Najekonomičnije i najefikasnije se primjenjuje u područjima kvalitetnih aluvijalnih nanosa koje ne treba prerađivati. Rabi se obični portlandski cement (ako okoliš građevine nije agresivan) u količinama 75 do 150 kg po m³ uvaljanog betona s oko 80 do 120 l vode. Ovisno o tipu cementa i količini prijeska u granulometrijskom sastavu agregata, v/c omjer mu se kreće od 0,75 do 1,00. Određena, ponekad i cijela količina cementa često se uspješno zamjenjuje potencijalno hidraulički pucolanski materijalima, ako su dostupni.

Primjenjuje se agregat maksimalnog zrna do 150 mm. Međutim, zbog problema segregiranja krupnog materijala pri transportu, istovaru i razastiranju smjese, najčešće se ne rabe zrna veća od 75 mm. Za minimiziranje segregacije krupnog materijala smjesa mora imati dovoljnu količinu pijeska.

U različitim zemljama postoje različite upute za primjenu ovog materijala. Norme još ne postoje pa nema ni normiranog granulometrijskog sastava agregata za valjani beton. U nas još nije bilo primjene tog tipa betona. Iskustva naših stručnjaka s primjene prirodnog šljunka najvećeg zrna 90 mm u valjanom betonu na brani Mosul u Iraku, kod kojega se količina prijeska kretala od 15 do 25%, pokazuju da bi trebalo oko 30% pijeska. S današnje gradnje druge faze brane Tucurui u Sjevernom Brazilu preporučena je (kao najnovije iskustvo) krivulja po jednadžbi:

$$Y = 3 (d/D_{\max})^{1/2} \pm 5$$

gdje je:

Y	prolaz kroz sito otvora d u %
d	otvor sita u mm
D _{max}	najveće zrno nazivno zrno agregata u mm.

Krivulja je dana za najveće zrno agregata 76 mm uz dodatni uvjet da prolaz na situ #200 bude 8%.

7-04.2 SVOJSTVA VALJANOG BETONA U OČVRSLOM STANJU

Fizikalno-mehanička svojstva valjanog betona prilično variraju, znatno više no kod običnog betona. Tlačna čvrstoća se uobičajeno kreće od 5,0 do 15,0 N/mm² sa standardnom devijacijom laboratorijski izrađenih i njegovanih uzoraka 2,5 do 5,0 N/mm². Laboratorijski ispitani statički modul elastičnosti valjanog betona na građevinama brane

Mosul u Iraku, izmjeren prema ASTM C-469, iznosio je oko 10 000 N/mm² i dobro se podudara s vrijednostima dobivenim dinamičkim (seizmičkim) postupcima ispitivanja in situ (preračunanim po postojećim korelacijskim faktorima na statički modul elastičnosti).

Za razliku od običnog betona valjani beton je vodopropustan pa je zbog opasnosti od ispiranja vapnene komponente iz i inače male količine hidratiziranog i očvrstelog cementa vrlo osjetljiv na strujanje podzemnih voda, čemu i ne smije biti izložen, naročito ako one sadrže agresivne sastojke (sulfate, ugljičnu kiselinu i sl.). Problem zaštite valjanog betona od prodora i gubitka vode rješava se vodonepropusnim ekranima i barijerama. U novije vrijeme pokušava se rabiti i vodonepropusni valjani beton s oko 250 pa i više kg veziva (obično cementa i lebdećeg pepela) po m² ugrađenog valjanog betona, ali s problematičnim uspjehom. Posebni problem su u tom slučaju pukotine koje su se na nekim branama javile kroz cijeli presjek na razmaku od 80 m.

7-04.3 PROIZVODNJA, TRANSPORT I UGRADNJA

Valjani beton se proizvodi na uobičajeni način (na velikokapacitetnim betonarama za proizvodnju običnog betona) ili se ponekad kod manje osjetljivih primjena valjanog betona za tu namjenu grade posebna postrojenja kontinuiranog rada s pužnim transportom i homogenizacijom smjese. Rade se postrojenja s proizvodnjom većom od 250 m³ smjese valjanog betona na sat. U prvom (češćem) slučaju proizvodnja i kontrola doziranja vode provede se kompjutorski kao i kod običnog betona. U drugom slučaju kontinuiranog dotoka sastavnim materijalima točnost doziranja sastavnih materijala je problematična. Kontrolira se protok (ili dotok) sastavnih materijala i uspoređuje s proizvedenom količinom smjese vremenski (jednom ili dva puta dnevno).

Pri dopremi i ugradnji smjese valjanog betona najveću pažnju treba posvećivati kontroli:

- dinamike dopreme,
- razastiranju u specificiranim slojevima (s obveznim uklanjanjem segregacija),
- stanja vlažnosti,
- broja prijelaza vibrovaljka,
- vlažne njege uvaljanog betona.

U običnim se uvjetima beton ugrađuje u slojevima 40 do 60 cm, koji se zbijaju vibrovaljcima mase oko 10 tona (uobičajeno s četiri dvostruka prijelaza kao i slični zemljani materijali). Na slabije dostupnim mjestima, na kojima nije moguće zbijanje vibrovaljcima, beton se ugrađuje u tanjim slojevima (oko 30 cm) i zbija lakšim vibronabijačima. Zbijenost (gustoća) ugrađenog valjanog betona jedno je od njegovih najvažnijih svojstava o kojem bitno ovise i sva ostala (čvrstoća, povezanost sastavnih materijala i propusnost). Izražava se omjerom zbijenosti, tj. omjerom između gustoće in situ i njegove teorijske gustoće. Uobičajeno se specificira s 97% i služi kao kontrola ispunjenja proračunskih pretpostavki. Kontrolira se na razne načine, danas najsvremenijim nuklearnim mjeračima (izotopima), ponekad i klasičnim utvrđivanjem ekvivalenta pijeska (poznate gustoće) koji se rabi u kontroli zbijenosti zemljanih materijala.

Površinski sloj uvaljanog betona štiti se i njeguje kao i obični beton. Betoniranje sljedećeg sloja najčešće se nastavlja bez posebne prethodne obrade spojne plohe, ali kod značajnih i osjetljivih građevina postoji i praksa obrade takvih prekida običnim mortom ili betonom analogno obradi spoja valjanog betona sa stjenovima materijalom podloge.

7-04.4 KONTROLA KVALITETE

Kontrola i potvrđivanje sukladnosti kvalitete valjanog betona još uvijek su prilično problematični. Uobičajeno se ispituju laboratorijski uzorci koji se ugrađuju postupkom po Proctoru i njeguju u 100 %-tnoj vlazi, pa zapravo potvrđuju samo kvalitetu ugrađene smjese. Vađenje i ispitivanje neporemećenih uzoraka iz ugrađenog valjanog betona je vrlo osjetljivo. Nužan je osobit oprez i iskustvo pri bušenju dijamantnom krunom velikog promjera s povećanom brzinom rotacije i smanjenim tlakom.

Svojstva valjanog betona, postupci ispitivanja i kriteriji potvrđivanja sukladnosti moraju se specificirati projektom građevine.

Osnovna područja primjene valjanog betona su zamjene slabonosivog tla u temeljima raznih (najčešće hidrotehničkih) građevina, izvedba hidrotehničkih brana i izrada nosivih kolničkih slojeva u cestogradnji.

7-05 ODRŽAVANJE I POPRAVCI BETONSKIH GRAĐEVINA**7-05.1 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.

7-05.2 PROMATRANJE GRAĐEVINA I EVIDENTIRANJE STANJA

Projektom konstrukcije treba izraditi program održavanja betonskih i armiranobetonskih konstrukcija uvjetujući redovite kontrolne preglede najviše nakon:

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

Detaljnim vizualnim pregledom uočavaju se, klasiraju 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.

7-05.3 SANACIJSKI RADOVI I MATERIJALI (ZA POPRAVAK I ZAŠTITU BETONSKIH KONSTRUKCIJA)

7-05.3.1 Odabir proizvoda ili sustava prema normama niza HRN EN 1504

Norme 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 tablici 7-05.3.1.-1

Tablica 7-05.3.1.-1 Dijelovi niza norma 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	Konstruktivski i nekonstruktivski popravak
4.	HRN EN 1504-4:2004	Konstruktivsko lijepljenje
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.	HRN EN 1504-10:2004	Primjena proizvoda i sustava na gradilištu i kontrola kvalitete radova

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

Norme HRN EN 1504-2 do -7 su norme specifikacije za proizvode i sustave. One specificiraju zahtjeve za identifikaciju, svojstva (uključujući aspekte trajnosti), sigurnost, vrednovanje i potvrđivanje sukladnosti proizvoda.

Norma HRN EN 1504-8, uz Dodatke ZA norma 2 do 7, dodatno definira kontrolu kvalitete i vrednovanje sukladnosti.

Norma HRN EN 1504-9 daje opću metodologiju popravka, od početne dijagnoze, kroz izbor najprikladnije mogućnosti popravka za dane uvjete i potrebe investitora, do specifikacije materijala za popravak.

Norma HRN EN 1504-10 obuhvaća izvođenje, uključujući zahtjeve za stanje podloge prije i tijekom primjene proizvoda, konstrukcijsku stabilnost, skladištenje, pripremu i primjenu proizvoda i sustava, kao i kontrolu kvalitete i održavanje.

Norme specifikacije za proizvode (dio 2 - 7) specificiraju zahtjeve za pojedine proizvode i sustave u ovih pet grupa: identifikacijski zahtjevi (potvrde deklarirane vrijednosti sastava ili svojstva proizvoda ili sustava u smislu dosljednosti proizvodnje), zahtjevi za svojstva tijekom primjene i uporabe, zahtjevi za posebne primjene, zahtjeve za reakciju na požar i zahtjeve za otpuštanje opasnih tvari. Za svako zahtijevano svojstvo ove norme specificiraju metodu ispitivanja, kriterij ocjene svojstva, te razredu proizvoda.

Norma HRN ENV 1504-9 specificira temeljna načela koja se moraju primijeniti, odvojeno ili u kombinaciji ako je potrebno zaštititi ili popraviti betonsku konstrukciju na zraku, u tlu ili u vodi.

Proizvode i sustave treba odabrati u skladu sa zahtjevima norma 2. - 7. dijela HRN EN 1504 ili drugih odgovarajućih europskih norma ili europskih tehničkih dopuštenja.

U slučaju ako metode navedene u normi HRN ENV 1504-9 nisu uporabljive za određene proizvode i sustave definirane u normama niza HRN EN 1504, projektom se moraju specificirati odgovarajuće vrijednosti svojstava odabranih proizvoda ili sustava.

Prema normi HRN EN 1504-9 načela zaštite i popravka (1 - 11 u tablici 7-05.3.1.-2) 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 pokazati da zadovoljavaju načela.

Načela 1 - 6 u tablici 7-05.3.1.-2 obuhvaćaju **nedostatke betona** ili betonskih konstrukcija prouzročene sljedećim faktorima, pojedinačno ili u kombinaciji:

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

Načela 7 - 11 u tablici 7-05.3.1.-2 obuhvaćaju **koroziju armature** prouzročenu:

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

Tablica 7-05.3.1.-2 Načela i metode popravka prema HRN EN 1504-9

1. Zaštita od unosa štetnih tvari
1.1 impregnacija,
1.2 površinski premaz sa sposobnošću premoštenja pukotina ili bez nje,
1.3 lokalno oblaganje pukotina ,
1.4 ispunjavanje pukotina,
1.5 pretvaranje pukotina u spojeve ,
1.6 postavljanje vanjskih panela ,
1.7 primjena membrana.
2. Kontrola vlage
2.1 hidrofobna impregnacija,
2.2 površinski premaz,
2.3 zaštita ili oblaganje ,
2.4 elektrokemijski postupak .
3. Restauracija betona
3.1 ručna primjena morta,
3.2 ponovna ugradnja betona,
3.3 mlazni beton ili mort,
3.4 zamjena elementa.
4. Ojačanje konstrukcije
4.1 dodavanje ili zamjena postojeće armature ili dodavanje vanjske armature,
4.2 ugradnja rebrastih šipaka u prethodno ostavljene ili izbušene rupe u betonu,
4.3 lijepljenje ploča,
4.4 dodavanje morta ili betona,
4.5 injektiranje pukotina, šupljina ili međuprostora,
4.6 ispunjavanje pukotina, šupljina ili međuprostora,
4.7 prednapinjanje (naknadno napinjanje).
5. Fizikalna otpornost
5.1 obloge ili premazi,
5.2 impregnacija.
6. Otpornost na kemikalije
6.1 obloge ili premazi,
6.2 impregnacija.
7. Očuvanje ili obnavljanje pasivnosti
7.1 povećanje zaštitnog sloja dodatnim cementnim mortom ili betonom,
7.2 zamjena zagađenog ili karbonatiziranog betona,
7.3 elektrokemijska realkalizacija karbonatiziranog betona,
7.4 realkalizacija karbonatiziranog betona difuzijom,
7.5 elektrokemijska ekstrakcija klorida.
8. Povećanje električnog otpora betona
8.1 ograničenje sadržaja vlage površinskim postupcima, premazima ili oblogama,
9. Katodna kontrola
9.1 ograničenje sadržaja kisika (na katodi) natapanjem do zasićenja ili površinskim premazom,
10. Katodna zaštita
10.1 primjena električnog potencijala ¹⁾
11. Kontrola anodnih područja
11.1 premazivanje armature premazima koji sadrže aktivne pigmente,
11.2 premazivanje armature nepropusnim premazima,
11.3 primjena inhibitora na beton ¹⁾

7-05.3.2 Vrste proizvoda i sustava

Prema nizu norma *HRN EN 1504* proizvodi i sustavi dijele se u šest grupa:

- za površinsku zaštitu,
- za konstrukcijski i nekonstrukcijski popravak,
- za konstrukcijsko ojačanje,
- za injektiranje,
- za sidrenje armature,
- za zaštitu armature od korozije.

a) Proizvodi i sustavi za površinsku zaštitu (HRN EN 1504-2)

To su proizvodi i sustavi koji poboljšavaju trajnost betona i armiranobetonskih konstrukcija. Površinska zaštita može povećati inicijacijski period ograničavanjem unosa vode, klorida, sulfata, kiselina ili drugih agresivnih tvari. Najvažnije svojstvo je prionljivost na podlogu. Druga zahtijevana svojstva su sposobnost premoštenja pukotina, otpornost na UV zračenje, na vlagu, na lužine, na ozon, otpornost na toplinske cikluse, skupljanje, difuzija CO₂ i difuzija klorida.

Norma HRN EN 1504-2 dijeli površinsku zaštitu na hidrofobnu impregnaciju, impregnaciju i premaz.

Hidrofobna impregnacija je proizvod koji penetrira u beton i djeluje hidrofobiranjem pornih ploha. Hidrofobne tvari povećavaju kontaktni kut između tekućine i porne plohe (>90°) i time sprječavaju prodiranje tekućina kapilarnim upijanjem. Pore su i dalje otvorene za plinove. Proizvodi na tržištu su na bazi silana ili siloksana, različite strukture i koncentracije. Neovisno o izvornom tipu, nakon reakcije s cementom u pornom sustavu, konačni proizvod je silikon. Kad se silikon veže na pornu plohu, ona postaje vodoodbojna. Zahtijevana svojstva za hidrofobnu impregnaciju su dubina penetracije, upijanje vode i otpornost na lužine, koeficijent brzine sušenja i gubitak mase nakon smrzavanja-odmrzavanja uz djelovanje soli.

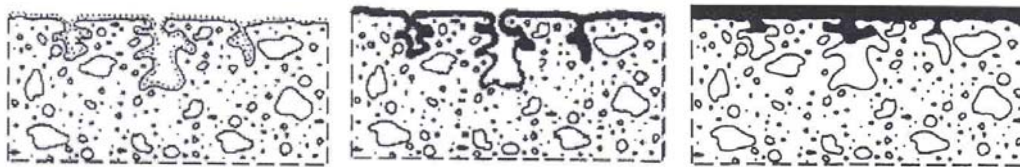
Impregnacija je proizvod koji ispunjava (zatvara) pore i daje djelomičnu otpornost prodiranju tekućina pod tlakom. Može formirati prevlaku (film) ako je nanosena u dovoljnoj količini. Impregnacije koje zatvaraju pore su često polimeri kao akrilati i epoksidi niske viskoznosti. Rijetko se koriste samostalno kao zaštita, obično se koriste kao prajmeri u kombinaciji s premazima. Mogućnosti zaštite samo impregnacijom u većini slučajeva nisu dovoljno dobre.

Ovisno o uporabi zahtijevana svojstva za impregnaciju su paropropusnost, kapilarno upijanje i vodonepropusnost, kemijska otpornost, toplinska kompatibilnost, čvrstoća prionljivosti (Pull-off test), otpornost na klizanje, dubina penetracije, otpornost na abraziju, otpornost na udar i reakcija na vatru.

Premazi formiraju kontinuirani sloj na površini betona čime u potpunosti štite površinu betona. Nanose se u jednom ili više slojeva. Trajnost premaza ovisi o njegovom sastavu i debljini. Prema normi HRN EN 1504-2 premazi izloženi kemijskom i/ili fizikalnom utjecaju moraju biti debljine 0,1 do 5 mm. Tipični primjeri glavnih sastojaka premaza su epoksidi, poliuretan, vinil, akrilati, stiren butadijen, cement i bitumen.

Veživo može biti organski polimer, organski polimer s cementom kao punilom ili hidraulički cement poboljšan polimernom disperzijom.

Ovisno o uporabi zahtijevana svojstva za premaze su linearno skupljanje, tlačna čvrstoća, koeficijent toplinskog širenja, otpornost na abraziju, propusnost CO₂, paropropusnost, kapilarno upijanje i vodonepropusnost, toplinska kompatibilnost, otpornost prema temperaturnom šoku, kemijska otpornost, otpornost na jako kemijsko djelovanje, sposobnost premošćenja pukotina, otpornost na udar, čvrstoća prionljivosti (Pull-off test, zarezivanje mrežice), otpornost na klizanje, otpornost na umjetno starenje, prionljivost na vlažni beton, reakcija na vatru.



Slika 7-05.3.2.-1 Shematski prikaz tipične hidrofobne impregnacije (lijevo), impregnacije (sredina) i premaza (desno)

b) Proizvodi za konstrukcijski i nekonstrukcijski popravak (HRN EN 1504-3)

Proizvodi i sustavi **za konstrukcijski popravak** primjenjuju se na betonskoj konstrukciji radi zamjene betona s nedostatkom i obnove konstrukcijske cjelovitosti i trajnosti.

Proizvodi i sustavi **za nekonstrukcijski popravak** primjenjuju se na površini betona radi obnavljanja geometrije ili estetskog izgleda konstrukcije.

Norma HRN EN 1504-3 obuhvaća mortove i betone za popravak s mogućnošću uporabe zajedno s drugim proizvodima i sustavima, za obnavljanje i/ili zamjenu oštećenog betona i za zaštitu armature koji su potrebni za produljenje uporabnog vijeka betonske konstrukcije izložene pogoršanju.

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

Tablica 7-05.3.2.-1 Mortovi i betoni za popravak

Ozna-ka	Grupa	Tip	Komentar
CC	Anorganski na bazi cementa (klasični mortovi)	Portland cement: <ul style="list-style-type: none"> ▪ cementni mort za injektiranje ▪ mortovi ▪ mikro-beton ▪ beton 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dobro poznati materijal. ▪ Jeftin, ali zahtijeva više ručnog rada. ▪ Zahtijeva njegovanje. Treba paziti na: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Prionljivost; ▪ Skupljanje; ▪ Kvalitetu.
	Anorganski na bazi cementa (posebni mortovi)	Portland cement s posebnim dodacima: <ul style="list-style-type: none"> ▪ dodaci za bujanje ▪ fosfati, Mg, Al ▪ aluminatni cement ▪ sulfoaluminat 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kompenzirano skupljanje; ▪ Brzovezujući; ▪ Brzi prirast čvrstoće.
PC	Na organskoj bazi (smole i polimeri)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Epoksidna smola ▪ Poliuretan ▪ Poliesterska smola 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Akrilati ▪ Akrilamidi ▪ Ester butadijen ▪ Acetati 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Visoka čvrstoća; ▪ Vodonepropusnost; ▪ Dobra prionljivost.

Pri odabiru materijala treba uzeti u obzir zadovoljavanje sljedećih svojstava:

- visoka prionljivost na podlogu,
- vrlo malo skupljanje,
- puzanje treba biti isto kao kod betona iako veće puzanje pomaže pri relaksaciji naprezanja prouzročenog spriječenim skupljanjem i time smanjuje raspucavanje,
- čvrstoća treba biti slična čvrstoći betona (veća čvrstoća je beskorisna osim ako se očekuje visoka abrazija).

Dodatno, treba uzeti u obzir kontrolu topline hidratacije (mora biti < 60°C), koeficijent toplinskog širenja, modul elastičnosti (posebno kod elemenata opterećenih paralelno sa spojem) te otpornost na smrzavanje.

Svojstva obradivosti svježeg morta ili betona omogućuju pravilno zbijanje što daje dobru prionljivost na podlogu.

Od svojstava propusnosti obično se ograničava brzina karbonatizacije (propusnost CO₂). Većina mortova za popravak relativno su nepropusni za CO₂, ali obično i paronepropusni. Kod takvog morta treba paziti da popravak ne prouzroči zadržavanje vode iza novog sloja.

Zahtjevi za uporabna svojstva morta i betona za popravak dani su u tablici 5.

c) Proizvodi za konstrukcijsko ojačanje (HRN EN 1504-4)

Proizvodi i sustavi primijenjeni na beton radi osiguranja trajne konstrukcijske prionljivosti dodatno primijenjenoga materijala uključujući:

- lijepljenje vanjskih čeličnih ploča ili drugih prikladnih materijala (npr. kompozita ojačanih vlaknima) na površinu betonske konstrukcije u svrhu ojačavanja, uključujući laminiranje ploča pri takvim primjenama;
- lijepljenje očvrstuloga betona na očvrstuli beton, tipično povezanog s uporabom predgotovljenih elemenata pri popravljanju i ojačavanju;
- ugrađivanje svježeg betona na očvrstuli beton uz korištenje adhezijom lijepljenog spoja koji čini dio konstrukcije i zahtijeva se da djeluje spregnuto.

Ovisno o predviđenoj uporabi zahtjevi za svojstva su: čvrstoća prionljivosti, skupljanje/širenje, posmična čvrstoća, tlačna čvrstoća, obradivost, modul elastičnosti, koeficijent toplinskog širenja, temperatura polimerizacije, trajnost, osjetljivost na vodu i reakcija na vatru.

Najčešće upotrebljavana ljepila su epoksidne smole. Druga ljepila kao što su poliesterska, vinil esterska i poliuretanska ljepila imaju uglavnom lošija svojstva (veliko skupljanje).

d) Proizvodi za injektiranje (HRN EN 1504-5)

Proizvodi i sustavi koji, kada se injektiraju u betonsku konstrukciju, obnavljaju cjelovitost i/ili trajnost konstrukcije.

Injektiranje se rabi kako bi se u betonu izbjegle nepovoljne posljedice šupljina i pukotina:

- postigla nepropusnost i stoga vodonepropusnost;
- izbjegla penetracija agresivnih uzročnika koji bi mogli prouzročiti koroziju čelične armature;
- ojačalo konstrukciju ojačanjem betona.

Razredba proizvoda za injektiranje

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 zagradama koji označuju predviđenu uporabu.

Iza slova W za obradivost slijede tri (ili četiri) skupine brojeva u zagradama.

Ova norma ne obuhvaća:

- postupak proširivanja pukotina i njihovog brtvljenja elastomernim brtvilima;
- ispunjavanje šupljina izvana (npr. u okolnom temeljnom tlu ili na spojnici između konstrukcije i tla, obuhvaćeno normom *HRN EN 12715*);
- prethodne radove injektiranja, ako su potrebni, da bi se privremeno zaustavio prolaz vode tijekom vodonepropusnog injektiranja.

Ovisno o predviđenoj uporabi zahtjevi za svojstva su: čvrstoća prionljivosti, posmična čvrstoća u kosoj ravnini, skupljanje, temperatura polimerizacije, obradivost, sadržaj

klorida, trajnost, korozijsko ponašanje, sposobnost izduljenja, vodonepropusnost, omjer širenja i otvaranje pri nakupljanju vode, reakcija na vatru.

Tablica 7-05.3.2.-2 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 N/mm ² (za injektiranje pukotina, šupljina i međuprostora)
	F2	vlačna čvrstoća prionljivosti > 0,6 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 2x10 ⁵ Pa
	D2	vodonepropusnost pri 7x10 ⁵ Pa (za naročite primjene)
	Razred S: proizvodi za injektiranje za ispunjavanje pukotina, šupljina i međuprostora uz bujanje u betonu	
	S1	vodonepropusnost pri 2x10 ⁵ Pa
	S2	vodonepropusnost pri 7x10 ⁵ Pa (za naročite primjene)
W	prva skupina (jedan broj):	dopuštena najmanja širina pukotine mjereno u desetinkama milimetra (1 - 2 - 3 - 5 - 8)
	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> U(F1) W(1) (1/2) (5/30) (1) označuje proizvod za injektiranje za: - 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.</p>		

e) Proizvodi za sidrenje armature (HRN EN 1504-6)

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.

Proizvodi za sidrenje su hidraulička veziva ili sintetičke smole ili njihova mješavina, a pri ugradnji su u tekućoj ili pastoznoj konzistenciji.

Za potvrđivanje svojstava proizvoda za sidrenje potrebno je ispitati sljedeća svojstva: čupanje (Pull-out), sadržaj iona klorida, temperaturu prelaska u staklasto stanje (temperatura polimerizacije) i vlačno puzanje.

f) Proizvodi za zaštitu armature od korozije (HRN EN 1504-7)

Proizvodi i sustavi primijenjeni na nezaštićenu armaturu radi poboljšanja trajnosti popravka.

Norma se primjenjuje na nepremazanu čeličnu armaturu i ugrađene čelične elemente uključujući čelik za prednapinjanje i nehrđajući čelik.

Neki čelici za prednapinjanje mogu biti osjetljivi na vodikovu krtost u kombinaciji s nekim premazima za armaturu.

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.

Osnovni zahtjev za premaze je svojstvo zaštite od korozije.

7-05.4 IZVOĐENJE ZAŠTITE I POPRAVKA, TE ODRŽAVANJE NAKON IZVOĐENJA

7-05.4.1 Odredbe TPBK

Pri građenju betonske konstrukcije primjenom proizvoda i sustava treba odgovarajuće primijeniti pravila određena *Prilogom J* Tehničkog propisa, te pojedinosti dane projektom betonske konstrukcije, tehničkom uputom za ugradnju i uporabu proizvoda i sustava, normom HRN EN 1504-10 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.

7-05.4.2 Opći zahtjevi za izvođenje (HRN EN 1504-10)

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 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.

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 rošenja, jačinu vjetra i padaline kao i potrebne mjere privremene zaštite.

Izvođenje radova mora se provoditi u skladu s programom kontrole kvalitete iz projekta popravka.

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 očvrsljih proizvoda i sustava.

Norma HRN EN 1504-10 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, isplakivanjem 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 (ENV 1504-9);
- treba biti minimalno;
- ne smije smanjiti konstrukcijsku cjelovitost, odnosno funkcionalnost (privremeno podupiranje) ;
- uzeti u obzir utvrđenu dubinu karbonatizacije i dubinu i koncentraciju klorida;
- opseg uklanjanja treba specificirati (projekt) uzimajući u obzir:
 - plinopropusnost betona i otpornost na upijanje;

- prirodu i koncentraciju zagađivača prije i nakon popravka;
- dubinu zagađenja;
- dubinu karbonatizacije;
- korozijsku aktivnost armature;
- zaštitni sloj betona;
- zbijanje materijala za popravak;
- prionljivost na podlogu;
- potrebu zaštite armature;
- metode uklanjanja:
 - mehaničko, štemanje;
 - vodenim mlazom s visokim tlakom do 60 MPa i vrlo visokim tlakom do 110 MPa (hidrodemoliranje).

PRIPREMA PODLOGE – ARMATURA

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

ČIŠĆENJE

- obuhvaća čišćenje ljski hrđe, morta, betona, prašine i nevezanih materijala;
- potrebno je čistiti cijeli opseg izložene armature;
- očišćenu armaturu treba zaštititi od daljnjeg onečišćenja;
- izbjeći oštećenje armature ili oštećenje/zagađenje okolnog betona;
- armaturu zagađenu kloridima čistiti cijelim opsegom mlazom vode do 18 MPa (osim ako će se primijeniti elektrokemijske metode zaštite);
- potrebno je postići stupanj čistoće 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, 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 prajmera, 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 “bogatom” polimerima – loše za prionljivost sljedećeg sloja.

7-05.4.3 Preporuke za izvođenje pojedinih postupaka sanacije

7-05.4.3.1 Općenito

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

- **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;
- **za nedostatke uzrokovane korozijom armature:**
 - premazivanje armature;
 - uklanjanje armature;
 - zamjenu ili dodavanje armature.

7-05.4.3.2 Ručna primjena morta i betona

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

- uporaba cementnog morta (betona) bez prajmera – 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.

7-05.4.3.3 Mlazni mort ili beton

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

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

7-05.4.3.4 Ugradnja morta ili betona u oplati

Ugradnja morta/betona treba biti u skladu s HRN ENV 13670-1. 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 ENV 13670-1;
- 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;

7-05.4.3.5 Njega

Provođenje negovanja izvedenih slojeva nužna je za cementne proizvode za popravak i u skladu s HRN EN 13670-1, 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. Provođa 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.

7-05.4.3.6 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.

7-05.4.3.7 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 destititi 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“.

7-05.4.3.8 Sidrenje ankerima (sidrima)

- koristi se armatura za sidrenje koja mora biti u skladu s HRN EN 1504-6, HRN EN 13670-1, EN 1992-2-4 i drugim EN ili ETA;
- sidra ne smiju biti ugrađena u raspucali beton, niti smiju narušiti konstrukcijska ili elektrokemijska svojstva ostale armature;
- rupe i utori za sidrenje moraju posjedovati propisanu teksturu i čistoću površine.

7-05.4.3.9 Lijepljenje (ploča, vlaknima armiranih kompozita)

Konstruktivno lijepljenje se treba izvoditi u skladu s HRN EN 1504-4, HRN EN 1992-2-4, 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.

7-05.4.3.10 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.

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.

7-05.4.3.11 Uklanjanje i zamjena armature

- pri uklanjanju armature ne smije se oštetiti betonska podloga niti ostala armatura;
- dodana ili zamijenjena armatura mora biti u skladu s HRN EN 1504-10, HRN ENV 13670-1, HRN EN 10080, drugim EN ili ETA;
- zbog izbjegavanja rizika stvaranja uvjeta koji uzrokuju koroziju, armatura ne smije imati elektrokemijski kontakt s drugim metalima;
- ako se primjenjuju elektrokemijske metode zaštite i popravka, dodana armatura mora biti u električkom kontaktu s postojećom armaturom;
- dodatna ili zamijenjena armatura fiksira se mehaničkom vezom, zavarivanjem, preklapanjem na postojeću armaturu ili sidrenjem u betonsku podlogu;
- žica za učvršćenje armature ili drugi metalni dijelovi od različitog metala mogu uzrokovati brzo napredovanje lokalne korozije armature ako postoji električni kontakt;
- to se može dogoditi i kroz električni kontakt između istih metala ako se nalaze u različitom okolišu, npr. drukčijim koncentracijama kisika.

7-05.5 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. 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 očvrstulih proizvoda i sustava trebaju biti predmetom kontrole kvalitete koju treba provesti primjenom ispitivanja i promatranja navedenih u tablici 7-05.5-1.

Tablica 7-05.5-1 Najveće i najmanje prihvatljive vrijednosti parametara ispitivanih svojstava

SVOJSTVA	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.
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.
Tlačna čvrstoća	Sukladnost s izvornim betonom je važan činilac. Vrijednosti za laboratorijsku primjenu su dane u normi HRN EN 1504-3.
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.

Upućivanja za 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:

- očvrslulog 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 ljepljivosti 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 točki 7.2. Metoda preslikavanja teksture površine je opisana u normi EN ISO 3274 i EN ISO 4288.

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 (*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 podaci :

- 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 elektrooptični 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 opremu 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:
 - "suho" – svježe nastali lom površine s dubinom od približno 2 cm, ne smije postati vidljivo svjetlije boje kao rezultat sušenja;
 - "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;
 - "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.

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.

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.

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 ISO 8501-1 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 ISO 8501-1. 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 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 1-2.

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 1-2) daje temperature točaka rošenja uz poznatu temperaturu suhe okoline i relativnu atmosfersku vlažnost okoline.

Temperatura suhe okoline	Temperature točke rošenja ($^{\circ}\text{C}$) za relativnu vlažnost okoliša između 40 i 100% RH
--------------------------	--

	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
35	19,4	23,0	26,1	28,7	31,0	33,1	35,0
30	15,0	18,5	21,4	23,9	26,2	28,2	30,0
25	10,5	13,9	16,7	19,6	20,1	23,2	25,0
20	6,0	9,3	12,0	14,4	16,5	18,3	20,0
15	1,5	4,2	7,3	9,6	11,6	13,4	15,0
10	-3,0	0,1	2,6	4,8	6,7	8,5	10,0
5	-7,0	-4,7	-2,0	0,0	1,9	3,5	5,0

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

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

Za mjerenje temperature površine mogu se rabiti digitalni elektronski termometri.

Zahtijevana točnost : $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$

Za procjenu vlažnosti vidjeti ispitivanje br. 22.

Ispitivanje ili opažanje br. 26. Debljina mokrog premaza

Metoda br. 1 norme ISO 2808 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 rabiti 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.

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

Primjena ispitivanja danog u normi HRN EN 12350-7.

Ispitivanje ili opažanje br. 29. Debljina suhog premaza

Debljinu suhog površinskog premaza moguće je mjeriti poznavajući količinu rabljenog proizvoda primjenom norme ISO 2808, metoda br. 2.

Debljinu je moguće mjeriti i razarajućim načinom poput:

- metodom mjerenja presjeka prema normi ISO 2808,
- metodom sječenja klinom (dostupan je posebni uređaj koji uključuje sitnozora s rasvjetnim tijelima i alatkom za sječenje) prema normi ISO 2808, 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 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 ISO 2808 (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 dvojbama mogu se izvaditi jezgre i izvršiti ispitivanje vodonepropusnosti kako je naznačeno u normi HRN EN 12390-8.

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 normami HRN EN 12504-4 također mogu 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 EN ISO 2409-6, te prionjivosti materijala za popravak primjenom ispitivanja otkidanjem (*pull off test*), kako je određeno u normi ISO 4624 i u BS 1881-201 i 207 ili sukladno laboratorijskim testom prema normi HRN EN 1542. 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 očvrstulog betona ili morta za popravak moguće je mjeriti uzimanjem bušenih jezgri i njihovim ispitivanjem prema normi HRN EN 12504-1 ili uporabom sklerometra prema normi HRN EN 12504-2. 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.

Ispitivanje ili opažanje br. 37. Gustoća očvrstulog morta ili cementa

Gustoća očvrstulog morta ili cementa za popravak treba biti utvrđena primjenom ispitivanja danih u HRN EN 12390-7. 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 očvrstulim 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. 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, 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.

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.

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.

7-06 NORME I TEHNIČKI PROPISI

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

NORME

HRN EN 1992-1-1:2008	Eurokod 2 - Projektiranje betonskih konstrukcija - Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade (EN 1992-1-1:2004+AC:2008)
HRN EN 1998-1 do 6: 2008	Eurokod 8 - Projektiranje konstrukcija otpornih na potres (dio 1-6)
HRN EN 206-1:2006	Beton - 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost (uključuje amandmane A1:2004 i A2:2005) (EN 206-1:2000+A1:2004+A2:2005)
HRN 1128:2007	Beton: Smjernice za primjenu norma HRN EN 266-1
HRN EN 13670:2010	Izvedba betonskih konstrukcija (EN 13670:2009)
HRN EN 197-1:2005	Cement - 1. dio: Sastav, specifikacije i kriterij sukladnosti za cimente za opće namjene (uključuje amandman A1:2004)(EN 197-1:2000+A1:2004)
HRN EN 197-1: 2005/A3:2008	Cement - 1. dio: Sastav, specifikacije i kriterij sukladnosti cementa opće namjene (EN 197-1:2000/A3:2007)
HRN EN 12620:2008	Agregati za beton (EN 12620:2002+A1:2008)
HRN EN 13055-1/AC: 2006	Lagani agregati - 1. dio: Lagani agregati za beton, mort i mort za zalijevanje (EN 13055-1:2002/AC:2004)
HRN EN 933-1 do 11: 2003-2009.	Ispitivanje geometrijskih svojstava agregata
HRN EN 1097-1 do 10: 2004-2009.	Ispitivanje mehaničkih i fizikalnih svojstava agregata
HRN EN 1008: 2002	Voda za pripremu betona – Specifikacije za uzorkovanje, ispitivanje i potvrđivanje sukladnosti vode, uključujući vodu za pranje iz instalacije za otpadnu vodu u industriji betona, kao vode za pripremu betona
HRN EN 934-1 do 6: 2001-2010.	Dodaci betonu, mortu i mortu za injektiranje
HRN EN 450-1 do 2: 2008 i 2005	Leteći pepeo za beton
HRN EN 13263-1 do 2: 2005 i 2009.	Silicijska prašina za beton
HRN EN 15167-1 i 2: 2007	Mljevena granulirana zgura visokih peći za upotrebu u betonu, mortu i mortu za injektiranje
HRN ISO 2859-1:1997	Postupci uzorkovanja za pregled prema atributima (ISO 2859-1:1989) - 1. dio: Planovi uzorkovanja indeksirani prema prihvatljivoj razini kakvoće (AQL) za pregled partija po partija
ISO 2859-1:1999	Sampling procedures for inspection by attributes - Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection
ISO 2859-1:1999 /Cor.1:2001	Sampling procedures for inspection by attributes - Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit

	(AQL) for lot-by-lot inspection
HRN EN 446:2007	Smjesa za injektiranje natega za prednapinjanje – Postupci injektiranja
HRN EN 447:2007	Smjesa za injektiranje natega za prednapinjanje - Mort za injektiranje
HRN EN 1065:2002	Prilagodljivi teleskopski čelični potpornji - Proizvodne specifikacije, oblikovanje i dokaz putem proračuna i ispitivanja
ISO 4463-1:1989)	Measurement methods for building – Setting-out and measurement – Part 1: Planning and organization, measuring procedures, acceptance criteria.
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 do 7: 2005-07	Ispitivanje mlaznog betona
HRN EN 12350-1 do 7: 2000-09	Ispitivanje svježeg betona
HRN EN 12390-1 do 8: 2001-09	Ispitivanje očvrstlog betona
HRN EN 932-1 do 6: 2003-2006	Ispitivanje općih svojstava agregata
HRN EN 13791:2007	Ocjena <i>in-situ</i> tlačne čvrstoće u konstrukcijama i predgotovljenim betonskim dijelovima
HRN EN 1504-1:2005	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	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 armature
HRN EN 1504-7:2007	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija - Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti - 7 dio: Zaštita armature od korozije
HRN EN 1504-8:2005	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija - Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i

	vrednovanje sukladnosti - 8. dio: Kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti
HRN EN 1504-9:2008	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija - Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti - 9-dio: Opća načela uporabe proizvoda i sustava
HRN EN 1504-10:2004	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
HRN EN 1542: 2001	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija – Ispitne metode – Mjerenje čvrstoće prionljivosti <i>Pull off</i> metodom
HRN EN 14630:2007	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija - Ispitne metode - Određivanje dubine karbonatizacije u očvrslulome betonu fenolftalein metodom
HRN EN 13395-1:2003	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija - Ispitne metode - Određivanje obradivosti - 1. dio: Ispitivanje rasprostiranjem tiksotropnih mortova
HRN EN 13395-2:2003	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
HRN EN 13395-4:2003	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija - Ispitne metode - Određivanje obradivosti - 4. dio: Primjena mortova za popravak na površine u podgledu
HRN EN 1881:2007	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija - Ispitne metode - Ispitivanje proizvoda za sidrenje <i>pull-out</i> metodom
HRN EN 12190:2001	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija - Metode ispitivanja - Određivanje tlačne čvrstoće mortova za popravak
BS 1881 – 204:1988	Testing concrete Part 204: Recommendations on the use of electromagnetic covermeters
BS 1881 – 205:1986	Testing concrete Part 205: Recommendations for radiography of concrete
BS 1881-206:1986	Testing concrete Part 206: Recommendations for determination of strain in concrete
HRN EN 1766:2001	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija - Metode ispitivanja - Referentni betoni za ispitivanje
HRN EN 12715:2008	Izvedba posebnih geotehničkih radova - Injektiranje
HRN EN ISO 9000-1:1996	Norme za upravljanje kakvoćom i osiguranje kakvoće - 1. dio: Smjernice za odabir i uporabu
HRN EN ISO 9000:2008	Sustavi upravljanja kvalitetom - Temeljna načela i terminološki rječnik (ISO 9000: 2005;EN ISO 9000: 2005)

TEHNIČKI PROPISI

1.	Tehnički propis za betonske konstrukcije	139/09,14/10,125/10
2.	Tehnički propis o građevnim proizvodima	33/10
3.	Tehnički propis o izmjeni i dopuni tehničkog propisa o građevnim proizvodima	87/10