

Upravljanje kvalitetom izvedbe betonske konstrukcije

Purini, Bruno

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:157:849452>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-27**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository](#)



image not found or type unknown

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

Bruno Purini

Upravljanje kvalitetom izvedbe betonske konstrukcije

Završni rad

Rijeka, 2024.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Preddiplomski sveučilišni studij
Inženjerski materijali**

**Bruno Purini
JMBAG: 0114038040**

Upravljanje kvalitetom izvedbe betonske konstrukcije

Završni rad

Rijeka, 09.2024.

ZAVRŠNI/DIPLOMSKI ZADATAK

(ispunjava mentor, preuzima se kod mentora - mora biti potpisan i sadržavati naslov rada na hrvatskom i engleskom jeziku – NE UVEZUJE SE U RAD)

Izjava o samostalnoj izradi rada

IZJAVA

Završni/Diplomski rad izradio/izradila sam samostalno, u suradnji s mentorom/mentoricom i uz poštivanje pozitivnih građevinskih propisa i znanstvenih dostignuća iz područja građevinarstva. Građevinski fakultet u Rijeci je nositelj prava intelektualnog vlasništva u odnosu na ovaj rad.

Ime i prezime

U Rijeci, datum.

Izjava o pripadnosti znanstvenom projektu

(ispunjava mentor, preuzima se kod mentora – samo za radove koji su vezani uz znanstveni projekt)

Sastavnica

G F				GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Završni/Diplomski rad NAZIV RADA		Sadržaj nacрта:					
Student:		Kolegij:					
Mentor:		Datum: xx.xx.2024.		Mjerilo:		List:	

SAŽETAK

Ovaj završni rad obrađuje temu „Upravljanje kvalitetom izvedbe betonske konstrukcije“.

Uvodni dio rada se fokusira na pojam kvalitete. Ukratko se prikazuje povijest koncepta kontrole kvalitete te kako se provodi kontrola kvaliteta u modernoj građevinskoj djelatnosti. Zatim, u radu se opisuje tehnička i zakonska regulativa koja se odnosi na izvođenje betonskih konstrukcija. Nakon opisane građevinske regulative prelazi se na konkretni dio izvođenja betonskih radova i ispitivanja betona kako bi se utvrdila kvaliteta betonske konstrukcije u fazi izvođenja. Ispitivanje sukladnosti tlačne čvrstoće betona provedeno je sukladno zahtjevima norme HRN EN 206 na primjeru podataka prikupljenih ispitivanjem očvrstlog betona na gradilištu Brajdica u Luci Rijeka.

Ključne riječi: kvaliteta, upravljanje kvalitetom, kontrola kvalitete, betonska konstrukcija, projektni zahtjev, razred čvrstoće betona, sukladnost tlačne čvrstoće

ABSTRACT

This final thesis deals with the topic "Managing the quality of the performance of concrete structures".

The introductory part of the paper focuses on the notion of quality. The history of the concept of quality control and how quality control is implemented in the modern construction industry is briefly presented. Then, the paper describes the technical and legal regulations related to the construction of concrete structures. After the described construction regulations, we move on to the specific execution of concrete works and tests of concrete in order to determine the quality of the concrete construction. Conformity testing of concrete compressive strength was carried out in accordance with the requirements of HRN EN 206 on the example of data collected by concrete strength testing at the Brajdica construction site in the Port of Rijeka.

Keywords: quality, quality management, quality control, concrete construction, project requirement, concrete strength class, conformity of compression strength

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. UPRAVLJANJE KVALITETOM PRI IZVOĐENJU BETONSKE KONSTRUKCIJE.....	1
2.1. Pojam kvalitete	1
2.2. Povijest upravljanja kvalitetom	2
2.2.1. <i>Srednji vijek</i>	2
2.2.2. <i>2. Industrijska revolucija</i>	2
2.2.3. <i>20. stoljeće</i>	2
2.3. Kontrola kvalitete u građevinarstvu	4
3. VAŽEĆA TEHNIČKA I ZAKONSKA REGULATIVA	5
3.1. Zakonska regulativa.....	5
3.2. Tehnički propisi.....	6
3.3. Pravilnici.....	7
3.4. Norme	7
3.5. Odnos građevinske tehničke i zakonske regulative.....	8
3.6. Izvođenje betonske konstrukcije sukladno s normama i propisima	9
4. ZAKON O GRADNJI.....	9
4.1. Opće informacije	9
4.2. Temeljni zahtjevi za građevinu	10
4.3. Sudionici u gradnji	10
4.4. Projekti	11
4.4.1. <i>Glavni projekt</i>	12
4.4.2. <i>Izvedbeni projekt</i>	12
4.4.3. <i>Kontrola i nostrifikacija projekta</i>	12
4.5. Građevinska dozvola i početak građenja	13
4.6. Uporabna dozvola i tehnički pregled.....	13
5. TEHNIČKI PROPISI ZA GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE	14
5.1. Opće informacije i primjena	14
5.2. Temeljni zahtjevi i tehnička svojstva za građevinske konstrukcije.....	14
5.3. Projektiranje građevinskih konstrukcija	14
5.3.1. <i>Opća pravila</i>	14

5.3.2.	<i>Sadržaj projekta</i>	15
5.4.	Uvjeti za izvođenje građevinskih konstrukcija.....	15
5.5.	Građevni proizvodi i predgotovljeni elementi.....	16
5.6.	Nadzor nad izvođenjem građevinskih konstrukcija	16
5.7.	Posebna pravila za betonske konstrukcije	17
5.7.1.	Izvođenje betonske konstrukcije	17
6.	IZVEDBA BETONSKIH KONSTRUKCIJA	18
6.1.	Uvod u normu	18
6.2.	Izvedbene specifikacije	19
6.3.	Upravljanje kvalitetom	19
6.4.	Betoniranje	21
6.4.1.	<i>Specifikacija betona</i>	21
6.4.2.	<i>Radnje prije izvođenja betonskih radova</i>	21
6.4.3.	<i>Isporuka, prihvati i transport svježeg betona</i>	22
6.4.4.	<i>Ugrađivanje i zbijanje</i>	22
6.4.5.	<i>Njega i zaštita betona</i>	23
6.4.6.	<i>Poslovi nakon betoniranja</i>	24
6.5.	Upute za upravljanje kvalitetom.....	24
6.6.	Upute za betoniranje	25
6.6.1.	<i>Specifikacija betona</i>	25
6.6.2.	<i>Radovi prije betoniranja</i>	25
6.6.3.	<i>Površinska obrada</i>	26
7.	SPECIFIKACIJA, SVOJSTVA, PROIZVODNJA I SUKLADNOST BETONA	26
7.1.	Uvod	27
7.2.	Područje primjene.....	28
7.3.	Razredba	28
7.3.1.	<i>Razredi izloženosti s obzirom na utjecaje okoliša</i>	28
7.3.2.	<i>Razredi konzistencije</i>	30
7.3.3.	<i>Razredi tlačne čvrstoće očvrstlog betona</i>	31
7.4.	Zahtjevi za beton i metode verifikacije	32
7.4.1.	<i>Osnovni zahtjevi za sastojke</i>	32
7.4.2.	<i>Osnovni zahtjevi za sastav betona</i>	34

7.4.2.1.	Opći uvjeti	34
7.4.2.2.	Odabir sastojaka.....	35
7.4.3.	Zahtjevi koji se odnose na razrede izloženosti	35
7.4.4.	Zahtjevi za svježi beton.....	35
7.4.4.1.	Konzistencija	35
7.4.4.2.	Sadržaj zraka, cementa i vodocementni omjer	35
7.4.5.	Zahtjevi za očvršli beton.....	36
7.4.5.1.	Zahtjevi za čvrstoću.....	36
7.4.5.2.	Zahtjevi za gustoću	36
7.4.5.3.	Zahtjevi za otpornost na prodiranje vode	37
7.5.	Specifikacija betona.....	37
7.5.1.	Općenito	37
7.5.2.	Specifikacije za projektirani beton	38
7.5.3.	Specifikacije za beton zadanog sastava.....	39
7.5.4.	Specifikacije za normirani beton zadanog sastava	39
7.6.	Isporuka svježeg betona	39
7.6.1.	Otpremnica za beton	40
7.7.	Kontrola i zahtjevi sukladnosti.....	41
7.7.1.	Kontrola sukladnosti projektiranog betona	42
7.7.1.1.	Kontrola sukladnosti tlačne čvrstoće	42
7.7.1.1.1.	Općenito o planu uzorkovanja i ispitivanja	42
7.7.1.1.2.	Plan uzorkovanja i ispitivanja	42
7.7.1.1.3.	Kriteriji sukladnosti tlačne čvrstoće	43
7.7.1.2.	Kontrola sukladnosti vlačne čvrstoće cijepanjem.....	45
7.7.1.3.	Kontrola sukladnosti drugih svojstava betona.....	45
7.7.2.	Kontrola sukladnosti betona zadanog sastava uključujući normirani beton zadanog sastava.....	46
7.7.3.	Radnje u slučaju nesukladnog proizvoda	46
8.	KONTROLNI POSTUPCI NA GRADILIŠTU.....	46
8.1.	Kontrola kvalitete betonskih radova.....	46
8.1.1.	Završna ocjena o sukladnosti betona.....	47
8.2.	Ispitivanje svježeg betona.....	47
8.3.	Ispitivanje očvršlog betona.....	48

8.4. Ocjenjivanje rezultata ispitivanja betona uzoraka sa gradilišta.....	48
9. ZAKLJUČAK.....	63
10. LITERATURA	64

POPIS SLIKA

Slika 1. PDCA ciklus [1]

Slika 2. Struktura osnovnog građevinskog tehničkog zakonodavstva [4]

Slika 3. Temeljni zahtjevi za građevinu [izradio autor]

Slika 4. Sistem Europskih standarda kao osnova za projektiranje, izvođenje i odabir materijala za betonske radove [8]

Slika 5. Odnosi između norme EN 206 i drugih norma [9]

Slika 6. Otpremnica za beton

Slika 7. Grupirani stupčasti prikaz srednje vrijednosti tlačne čvrstoće ispitanih uzorka po mjesecima u kojima su izrađeni uzorci

Slika 8. Linijski prikaz standardne devijacije rezultata ispitivanja tlačne čvrstoće po mjesecima u kojima su izrađeni uzorci

Slika 9. Grupirani stupčasti prikaz ukupnog broja uzetih uzoraka za ispitivanje i broja uzoraka koji nisu zadovoljili kriterije identičnosti tlačne čvrstoće po mjesecima

POPIS TABLICA

- Tablica 1. Juranova trilogija [2]
- Tablica 2. Sadržaj projekta građevinske konstrukcije [7]
- Tablica 3. Vrsta kontrole [8]
- Tablica 4. Razredi njege [8]
- Tablica 5. Vrste površinske obrade [8]
- Tablica 6. Razredi izloženosti sa pripadajućim opisima [9]
- Tablica 7. Razredi slijeganja [9]
- Tablica 8. Razredi rasprostiranja [9]
- Tablica 9. Razredi tlačne čvrstoće za beton normalne težine i teški beton [9]
- Tablica 10. Razredi tlačne čvrstoće za lagani beton [9]
- Tablica 11. Najveći sadržaj klorida u betonu [9]
- Tablica 12. Razredi gustoće za lagani beton [9]
- Tablica 13. Razvoj čvrstoće betona na temperaturi od 20°C [9]
- Tablica 14. Najmanja učestalost uzorkovanja za ocjenjivanje sukladnosti [9]
- Tablica 15. Kriterij potvrđivanja članova porodice [9]
- Tablica 16. Vrijednosti za verifikaciju standardnog odstupanja [9]
- Tablica 17. Kriteriji sukladnosti vlačne čvrstoće cijepanjem [9]
- Tablica 18. Kriteriji identičnosti tlačne čvrstoće [9]
- Tablica 19. Tablični prikaz rezultata prikupljenih ispitivanjem očvrslog betona na gradilištu Brajdica
- Tablica 20. Ocjena sukladnosti rezultata ispitivanja uzoraka očvrslog betona prema HRN EN 206
- Tablica 21. Ocjena sukladnosti rezultata ispitivanja uzoraka očvrslog betona prema HRN EN 20

1. UVOD

Ovaj završni rad obrađuje temu „Upravljanje kvalitetom izvedbe betonske konstrukcije“ na primjeru podataka prikupljenih ispitivanjem očvrslog betona na gradilišta Brajdica u Luci Rijeka. Kako bi mogli interpretirati podatke dobivene ispitivanjem moramo znati što je kvaliteta i kako se kontrolira. Norma ISO 9000 definira kvalitetu kao "stupanj do kojeg skup svojstvenih karakteristika ispunjava zahtjeve". Zadovoljenje zahtjeva kvalitete podrazumijeva zadovoljenje pravnih, funkcionalnih i estetskih zahtjeva gotove betonske konstrukcije. Kako bi se osigurao što kvalitetniji proizvod provodimo procese kontrole kvalitete u skladu s važećim normama, propisima, zakonima i pravilnicima. Kontrola kvalitete je proces koji služi da se provjere postupci u svim fazama izgradnje i otklanjaju/sprječavaju greške u proizvodnji. Svrha provedbe kontrole kvalitete je izvršenje koje će rezultirati građevinom koja udovoljava postavljenim zahtjevima i propisima.

2. UPRAVLJANJE KVALITETOM PRI IZVOĐENJU BETONSKE KONSTRUKCIJE

2.1. Pojam kvalitete

Kvaliteta (“qualitas”) je jedan od ključnih čimbenika uspjeha građevinskog projekta. Kako bismo mogli razumjeti i analizirati pojam kvalitete važno je definirati temeljne pojmove vezane uz koncept kvalitete.

U početku se kvaliteta jednostavno definirala kao percipirano zadovoljstvo kupca, ali modernizacijom se pojam kvalitete počinje interpretirati na razne načine.

Prema općem razumijevanju pojam kvalitete predstavlja standard, uspješnost i korisnost određenog proizvoda u odnosu na druge slične proizvode. Iz tehničke perspektive “kvaliteta” podrazumijeva značajke proizvoda koje zadovoljavaju potrebe kupaca i time pružaju zadovoljstvo kupaca. Značenje kvalitete je u tom smislu usmjereno na prihod. Svrha takve više kvalitete je osigurati veće korisničko zadovoljstvo i, u koristi proizvođača, povećanje prihoda. Međutim, pružanje više kvalitetnijih značajki obično zahtijeva ulaganje i stoga obično uključuje povećanje troškova, takva kvaliteta će u tom smislu obično "koštati više".

2.2. Povijest upravljanja kvalitetom

2.2.1 Srednji vijek

Prvi koncepti upravljanja kontrolom kvalitete se javljaju u srednjem vijeku s obrtničkim cehovima. Jedna od njihovih glavnih dužnosti je bila kontrola kvaliteta proizvoda, pa su oni bili dužni „svaki mjesec pregledati radnje majstora. Ako nađu loše djelo, imaju ga uništiti.“ Cehovi su bili odgovorni za razvijanje strogih pravila za kvalitetu proizvoda i usluga.

2.2.2 2. Industrijska revolucija

U 19. stoljeću sa pojavom industrijske revolucije počinje se razvijati organizacijska znanost i mijenja se proizvodnja u cijelosti, manufakturnu proizvodnju mijenja industrijska i pritom se javljaju mnogo složeniji problemi pri organizaciji radnih procesa. Kao reakcija na ovu problematiku javlja se tejlorizam, teorija znanstvene organizacije rada koju je pokrenuo Frederick Winslow Taylor. Taylor je poznao radne procese jer je prošao razvojni put od naučnika do glavnog inženjera u tvornici čelika u Philadelphiji i tako upoznao sve faze proizvodnje. Prema Taylorovoj filozofiji znanstvenog upravljanja, pomoću nekoliko koncepta, može se ostvariti produktivniji rad bez povećanja radne snage.

Koncepti koje Taylor zastupa su: podjela rada na radne operacije, racionaliziranje pokreta i vremena u radnim operacijama i financijska motivacija radnika. Taylorova znanstvena organizacija rada je sustav iz kojeg se u teoriji ostvaruje veća dobit i za poslodavca i za radnika. Taylor je svojim radom pridonio shvaćanju normiranja rada i radnog procesa i principu nagrađivanja radnika za izvršen rad.

Taylorov pristup je rezultirao planiranim povećanjem produktivnosti, ali ujedno se negativno utjecalo na kvalitetu proizvoda radnog procesa.

2.2.3 20. stoljeće

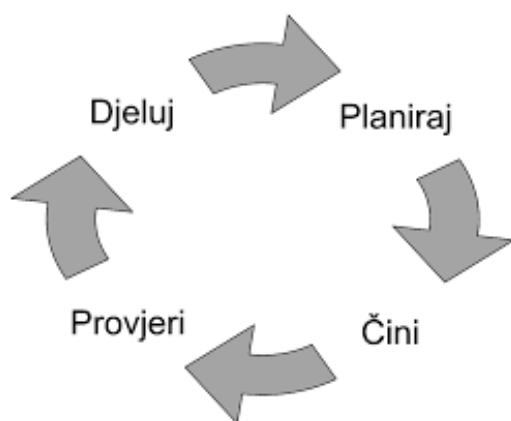
Daljnjem razvoju upravljanja kvalitetom zaslužno je mnoštvo znanstvenika, među najbitnijima se ističu William Edwards Deming i Joseph Moses Juran zbog kojih je došlo do nastanka koncepta potpunog upravljanja kvalitetom.

William Edwards Deming (1900. - 1993.) je poznat i cijenjen guru kvalitete koji je naglasio važnost toga da se organizira sustav na način da radnik radi pametnije, a ne teže.

Zastupao je teoriju da poboljšanje kvalitete se postiže suradnjom zaposlenika i njihovim konstantnim učenjem. U interesu je da radnik usvoji poslovne prakse i potrebnu teoriju što će doprinijeti unaprijeđenju poslovnog okruženja i kvalitete rada.

Kao smjernicu za izvođenje radnog procesa Deming predlaže Shewhart-ov ciklus (Plan-Do-Check-Act) koji glasi “Planiraj-čini-provjeri-djeluj”.

Na slici 1 je prikazan PDCA ciklus.



Slika 1. PDCA ciklus [1]

Joseph Moses Juran (1904.–2008.) poput W.E.Deminga je poznat guru kvalitete i smatra se među najzaslužnijim osobama što se tiče doprinosa razvoju kontrole kvalitete u svijetu.

Juran definira kvalitetu kao zadovoljstvo kupca i „spremnost za upotrebu“, ističe važnost 100%-tne pouzdanosti proizvoda.

Među najbitnijim Juranovim djelima možemo istaknuti Juranovu trilogiju.

Juranova trilogija poznata isto pod imenom “Trilogija kvalitete” je dijagram koji se koristi kao sredstvo za upravljanje kvalitetom.

Sastoji se od 3 dijela: “Quality Planning”, “Quality Control” i “Quality Improvement” kako je vidljivo u Tablici 1.

Tablica 1. Juranova trilogija [2]

Planiranje kvalitete/ Quality planning	Kontrola kvalitete / Quality control	Poboljšanje kvalitete / Quality improvement
Postavljanje ciljeva kvalitete	Izbor predmeta kontrole	Dokazivanje potrebe
Identificiranje kupaca	Izbor mjerne jedinice	Identifikacija projekata
Otkrivanje potreba kupca	Postavljanje ciljeva	Organiziranje projektnih timova
Razvoj značajki proizvoda	Kreirati osjetnik	Dijagnosticiranje uzroka
Razvoj značajki procesa	Mjeriti stvarnu učinkovitost	Propisivanje popravnih radnji
Postavljanje kontrole procesa	Tumačenje različitosti	Bavljenje otporima prema promjenama
Prijenos na operacije	Djelovati na različitost	Kontrolirati u cilju zadržavanja prednosti

2.3. Kontrola kvalitete u građevinarstvu

Uspješnost građevinskog projekta podrazumijeva da ne prekoračuje predviđene troškove, završetak projekta na vrijeme, i podrazumijeva da je investitor zadovoljan gotovim proizvodom. Osim investitora potrebno je i zadovoljiti zahtjeve projektanta, izvođača ostalih sudionika u gradnji.

Kako bi se osigurao kvalitetan građevinski projekt, potrebno je osigurati da ispunjava pravne, funkcionalne i estetske zahtjeve. Ako se ti zahtjevi ispune, kvaliteta je ostvarena.

Pravni aspekt traži da svaki projektant ili inženjer koji nudi svoje usluge investitoru prati odredbe zakona kojima se regulira profesionalna odgovornost u građevinarstvu (Zakon o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu, NN 47/98, Zakon o arhitektonskim i inženjerskim poslovima i djelatnostima u prostornom uređenju i gradnji, NN 152/08, i drugi).

Estetski aspekt obuhvaća smještanje projektirane konstrukcije u okoliš, subjektivni utjecaj konstrukcije na njene korisnike te prostorno uklapanje nove konstrukcije sa postojećima u okolini.

Funkcionalni projekti podrazumijevaju ekonomičnost, lako razumijevanje nacрта, malo odstupanje između nacрта i specifikacija, lakoća i jednostavnost gradnje, lakoća održavanja konstrukcije i energetska učinkovita konstrukcija. [3]

Kako bi se osigurao proizvod sa prethodno navedenim svojstvima, odnosno kvalitetan proizvod provodi se proces kontrole kvalitete. Primjenom kontrole kvalitete postići će se najviša moguća razina kvalitete građevinskog proizvoda.

Današnji proces kontrole kvalitete građevinskog proizvoda podrazumijeva:

- vođenje procesa upravljanja kvalitetom izvedbe proizvoda sukladno s tehničkom i zakonskom regulativom
- osigurati da se svi sudionici u procesu izvedbe građevinskog proizvoda drže zakonodavnog i normativnog okvira u kojem se obavljaju građevinski radovi
- Zadovoljavanje zahtjeva projektne dokumentacije i internih standarda sustava upravljanja kvalitetom u poduzeću

3. VAŽEĆA TEHNIČKA I ZAKONSKA REGULATIVA

Projektiranje i kontrola kvalitete betonske konstrukcije treba biti u skladu sa važećom zakonskom regulativom, tehničkim propisima, pravilnicima i normama koje se odnose na izvođenje betonskih konstrukcija i proizvodnju betona za iste.

3.1. Zakonska regulativa

Zakonska regulativa u građevinarstvu to jest građevinska regulativa obuhvaća zakone i pravilnike koje donose državna tijela, a koji postavljaju osnovne standarde za

građevinsku djelatnost. Glavni zakoni kojima se regulira gradnja svake građevine su Zakon o gradnji i Zakon o prostornom uređenju.

Ostali ključni zakoni kojima se regulira gradnja su:

- Zakon o građevinskoj inspekciji (NN 153/13)
- Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 94/18, 96/18)
- Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10, 114/22)
- Zakon o normizaciji (NN 80/13)
- Zakon o mjeriteljstvu (NN 74/14, 111/18, 114/22)
- Zakon o komunalnom gospodarstvu (NN 68/18, 110/18, 32/20)
- Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 78/15, 12/18, 118/18)
- Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19, 127/19)
- Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18, 14/21)
- Zakon o zaštiti zraka (NN 127/19, 57/22)
- Zakon o gospodarenju otpadom (NN 84/21)
- Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN 126/21)
- Zakon o općoj sigurnosti proizvoda (NN 30/09, 139/10, 14/14, 32/19)
- Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17, 39/19, 118/20)
- Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15, 118/18, 110/19)

3.2. Tehnički propisi

Tehnički propis je propis koji detaljno definira tehničke specifikacije i druge zahtjeve bilo izravno bilo upućivanjem na normu, tehničku specifikaciju ili slično. Njima se određuju bitni zahtjevi za građevinu, tehnička svojstva građevnih proizvoda i drugi tehnički zahtjevi u vezi s građevinama, njihovim građenjem i održavanjem. Prilikom projektiranja građevinskog proizvoda, u ovom slučaju betonske konstrukcije, potrebna je primjena što većeg broja tehničkih propisa. Tehnički propisi se donose uz suglasnost ministra.

Bitni tehnički propisi za izvedbu betonske konstrukcije:

- Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20, 07/22)
- Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 035/2018, 104/19)

- Tehnički propis kojim se utvrđuju tehničke specifikacije za građevne proizvode u usklađenom području (NN 4/15, 24/15, 93/15, 133/15, 36/16, 58/16, 104/16, 28/17, 88/17 i 29/18, 43/19)
- Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (Narodne novine, broj 128/15, 70/18, 73/18, 86/18 i 102/20)

3.3. Pravilnici

Pravilnik u kontekstu građevinarstva je specifični dokument koji detaljno definira određene aspekte građevinskih aktivnosti ili procesa. On se često donosi kao sekundarni propis ili podzakonski akt od strane nadležnog tijela, a njegova svrha detaljnije specificirati zahtjeve za primjenu tehničkih propisa. Pravilnik može ulaziti u detalje koje nisu direktno obrađeni tehničkim propisima, a u hijerarhiji pravnih dokumenta se nalazi iznad norme. Pravilnici se donose uz suglasnost ministra.

Ključni važeći pravilnici za izvedbu betonske konstrukcije::

- Pravilnik o sadržaju i izradi projekata građevina (NN 65/17, 34/18, 36/19)
- Pravilnik o nadzoru građevnih proizvoda, Narodne novine, br. 113/08.
- Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda, Narodne novine br. 103/08
- Pravilnik o jednostavnim građevinama i radovima (NN 112/17, 34/18, 36/19, 98/19, 31/20, 74/20, 89/20, 69/23)

3.4. Norme

Norma ili standard je dokument donesen konsenzusom i odobren od priznatog tijela, koji daje pravila, upute ili značajke za djelatnosti ili njihove rezultate s ciljem postizanja najboljeg stupnja uređenosti u danom kontekstu. [5]

Norme imaju širi opseg tematike i manje ulaze u detalje gledajući u usporedbi s pravilnicima i tehničkim propisima, u drugim riječima služe kao osnova za tehničke propise i pravilnike.

Prema HZN (Hrvatski zavod za norme) norme se mogu dijeliti prema svrsi i prema razini normizacije.

Vrste norma prema svrsi:

- Osnovna norma
- Terminološka norma
- Norma za ispitivanje
- Norma za proizvod
- Norma za proces
- Norma za uslugu
- Norma za sučelje
- Norma o potrebnim podacima. [5]

Vrste norma prema razini normizacije:

- Regionalna norma
- Nacionalna norma
- Međunarodna norma. [5]

Norme prihvaćene u hrvatski sustav i koje se primjenjuju u Republici Hrvatskoj su Hrvatske norme. Hrvatska norma spada u skupinu nacionalnih norma koje odobrava HZN, a oznaka za hrvatsku normu je HRN. Pri izradi hrvatskih normi se uzimaju u obzir međunarodne norme, europske norme i nacionalne norme drugih država.

Ključne vežeće norme za izvedbu betonske konstrukcije:

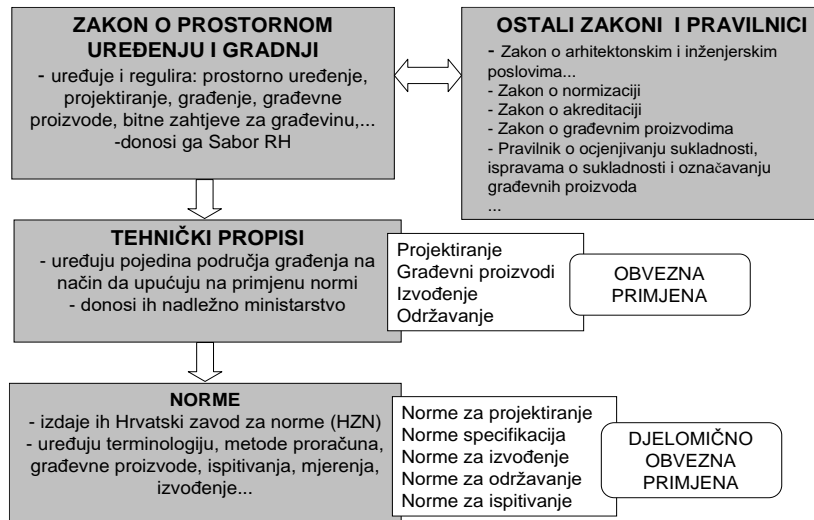
- HRN EN 206:2021. Beton - Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206:2013+A2:2021)
- HRN EN 13670:2010. Izvedba betonskih konstrukcija (EN 13670:2009)
- HRN EN 1990:2011. Eurokod: Osnove projektiranja konstrukcija (EN 1990:2002 +A1:2005+A1:2005/AC:2010)
- HRN EN 1992-1-1:2013. Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija - Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade (EN 1992-1-1:2004+AC:2010)

3.5. Odnos građevinske tehničke i zakonske regulative

U Republici Hrvatskoj zakone donosi Sabor, kao predstavničko tijelo građana i nositelj zakonodavne vlasti. U hijerarhiji zakonodavstva zakoni zauzimaju najviši položaj, a nakon njih slijede tehnički propisi koji detaljnije razrađuju pojedinih povezano sa zakonima. Pravilnici su niži pravni akt u usporedbi sa tehničkim propisima koji detaljnije uređuju pojedina područja

iz zakona i pružaju smjernice za primjenu zakona i tehničkih propisa. Na dnu iste hijerarhije se nalaze norme koje predstavljaju preduvjet za izradu tehničkih propisa.

Na slici 2 je prikazan primjer odnosa Zakona, pravilnika, tehničkih propisa i norma.



Slika 2. Struktura osnovnog građevinskog tehničkog zakonodavstva [4]

3.6. Izvođenje betonske konstrukcije sukladno s normama i propisima

Izvedba betonske konstrukcije se regulira nizom normi i propisa kako bi se osigurao siguran, trajan i kvalitetan proizvod. Norme i propisi koji će biti ključni za ovaj rad su:

- Zakon o gradnji
- Tehnički propis za građevinske konstrukcije
- HRN EN 206:2021. Beton - Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206:2013+A2:2021)
- HRN EN 13670:2010. Izvedba betonskih konstrukcija (EN 13670:2009)

4. ZAKON O GRADNJI

4.1. Opće informacije

Svaki građevinski projekt mora biti usklađen sa Zakonom o Gradnji, tehničkim propisima koji nadopunjavaju Zakon i sa pravilima struke koji nisu obrađeni Zakonom o Gradnji. Predmet i cilj ovog Zakona je uređenje uvjeta za projektiranje, građenje, uporabu i održavanje građevina te ostalih aspekata vezanih uz građenje. U Zakonu o Gradnji se

objašnjavaju osnovni pojmovi u vezi s gradnjom, obveze sudionika koji sudjeluju u gradnji i uvjete za postupanje procesu gradnje.

4.2. Temeljni zahtjevi za građevinu

Sve građevine moraju biti projektirane i izgrađene tako da tijekom svog uporabnog vijeka ispunjavaju temeljne zahtjeve te uvjete definirane ovim Zakonom i propisima koji utječu na te zahtjeve. Proizvodi koji se ugrađuju u građevinu moraju isto bit usklađeni sa uvjetima koje određuje ovaj Zakon i propisi.

Temeljni zahtjevi za građevinu su prikazani slikom 3.



Slika 3. *Temeljni zahtjevi za građevinu [izradio autor]*

4.3. Sudionici u gradnji

Izvedba same konstrukcije podrazumijeva izvršenje mnogo prethodno isplaniranih aktivnosti te svakoj aktivnosti pripada njen izvršitelj. Mnogo je aktivnosti, kao i njihovih izvršitelja, pa se stoga izvršitelji tih aktivnosti dijele na sudionike u gradnji.

Prema Zakonu o Gradnji sudionici u gradnji su:

- Investitor
- Projektant
- Izvođač
- Nadzorni inženjer
- Revident

[6]

Investitor je pravna ili fizička osoba u čije se ime gradi građevina i ujedno jedini sudionik u svim fazama projekta.

Dužnost investitora je:

- Projektiranje, kontrola i nostrifikacija projekta
- Pronaći nadzornog inženjera koji će obavljati stručni nadzor građenja građevine

Projektant je fizička osoba, ovlaštenu inženjer ili ovlaštenu arhitekt čija je odgovornost da se građevinski projekt radi u skladu s propisanim zakonskim uvjetima i poštuje postojeća prostorna planska rješenja te tehnička propise i norme.

Izvođač je pravna ili fizička osoba koja gradi ili izvodi pojedine radove na građevini. Izvođač može biti osoba koja ispunjava kriterije za obavljanje djelatnosti građenja i može pristupiti građenju na temelju pravomoćne, građevinske dozvole nakon što je dovršena prijava građenja. Izvođač je dužan graditi u skladu s građevinskom dozvolom, Zakonom o gradnji, tehničkim propisima, posebnim propisima te pravilima struke. Izvođač ima dužnost imenovati voditelja radova, inženjera odnosno odgovornu osobu koja će voditi pojedine radove.

Nadzorni inženjer je fizička osoba, ovlaštenu inženjer ili ovlaštenu arhitekt, koja u ime investitora provodi stručni nadzor građenja. Ne može bit zaposlenik izvođača iste građevine. Glavna zadaća nadzornog inženjera je nadzirati da se građenje provodi u skladu s građevinskom dozvolom, glavnim projektom, Zakonom o gradnji te drugim važećim propisima i pravilima struke. Nadzorni inženjer prvenstveno štiti javni interes te je „produljena ruka” građevinske inspekcije.

Revident je fizička osoba ovlaštena za kontrolu projekata. Uloga revidenta je osigurati da projekt koji kontrolira zadovoljava uvjete postavljene Zakonom o Gradnji i propisima.

4.4. Projekti

Projekt se izrađuje u skladu sa Zakonom o Gradnji, propisima donesenih na temelju Zakona o Gradnji, posebnim propisima, te pravilima struke koji nisu obuhvaćeni ovim pravnim aktima. Projekti moraju biti izrađeni na način da se ispuni njihova svrha te osigura

njihova jedinstvenost. Obvezne sadržaje i elemente projekta propisuje ministar pravilnikom.

Prema namjeni i razini izrade projekti se dijele na:

- Glavni
- Izvedbeni
- Tipski
- Projekt uklanjanja građevine [6]

4.4.1. Glavni projekt

Glavni projekt predstavlja tehničko rješenje, odnosno skup međusobno usklađenih projekata. Glavni projekt, ovisno o vrsti radova, sastoji se od arhitektonskog projekta, građevinskog projekta, elektrotehničkog projekta i strojarskog projekta. Dokazuje se da građevina ispunjava temeljne zahtjeve za građevinu i druge propisane zahtjeve te se na temelju glavnog projekta izdaje građevinska dozvola.

Izradi glavnog projekta, ako je propisano, prethodi izrada: krajobraznog elaborata, geomehaničkog elaborata, prometnog elaborata, elaborata tehničko-tehnološkog rješenja, elaborata zaštite od požara, elaborata zaštite na radu, elaborata zaštite od buke, konzervatorskog elaborata, drugog potrebnog elaborata.

4.4.2. Izvedbeni projekt

Izvedbenim projektom se razrađuje tehničko rješenje iz glavnog projekta i potrebno je osigurati da je usklađen s glavnim projektom. Radi se za građevine 1. skupine odnosno građevine planirane Državnim planom prostornog razvoja ili kada su investitor i projektant ili investitor i izvođač ugovorili izradu izvedbenog projekta.

4.4.3. Kontrola i nostrifikacija projekta

Kontrola projekta građevine provodi se na uvjet mehaničke otpornosti i stabilnosti. Za izvješće provedene kontrole projekta je odgovoran revident koji ujedno i ovjeruje pojedine dijelove projekta u skladu s propisima. Revident može zahtijevati da obavi pregled radova u određenoj fazi građenja, te u tom slučaju je investitor dužan revidentu omogućiti pregled radova. Revident verificira obavljen pregled upisom u građevinski dnevnik.

Provjeru usklađenosti glavnog i izvedbenog projekta obavlja ovlaštenu arhitekt ili ovlaštenu inženjer i nakon obavljene nostrifikacije radi pisano izvješće, ovjeruje projekt i daje izjavu.

4.5. Građevinska dozvola i početak građenja

Sukladno Zakonu o gradnji, građenju građevine može se pristupiti tek na temelju pravomoćne građevinske dozvole te treba graditi u skladu s tom dozvolom. Izvođenju pripremnih radova za građenje građevine može se pristupiti tek kad je građevinska dozvola postala pravomoćna, no investitor može na vlastitu odgovornost pristupiti građenju na temelju izvršne građevinske dozvole. Investitor podnosi zahtjev za izdavanje dozvole te je dužan prijaviti pisanim putem početak građenja najkasnije osam dana prije početka građenja. Gradilište se mora urediti u skladu s Zakonom, osigurati i ograditi iz sigurnosnih razloga i označiti pločom na kojoj piše ime tvrtke investitora, projektanta, izvođača i sve ostale informacije propisane Zakonom. Izvođač na gradilištu je dužan imati građevinski dnevnik, ugovor o građenju i svu ostalu dokumentaciju propisanu ovim Zakonom.

4.6. Uporabna dozvola i tehnički pregled

Bitno je razlikovati građevinsku i uporabnu dozvolu, dok se građevinskom dozvolom dopušta početak građenja, uporabnom dozvolom se potvrđuje da je izvedba građevine usklađena s građevinskom dozvolom i da je spremna za uporabu. Investitor, odnosno vlasnik građevine podnosi zahtjev za izdavanje uporabne dozvole i u roku od 15 dana od primitka pravilnog zahtjeva, ministarstvo mora obaviti tehnički pregled građevine. Na tehnički pregled se pozivaju svi sudionici u gradnji i propisano je da predstavnici sudionika u gradnji i javnopravnih tijela surađuju s voditeljem tehničkog pregleda. Tehnički pregled se radi u svrhu provjere ako je građevina izvršena u skladu s građevinskom dozvolom, odnosno glavnim projektom. Ako se ustanove nedostatci zbog kojih građevina ne zadovoljava neki temeljni zahtjev, postavlja se rok od 90 dana da se otkloni nedostatak. Uporabna dozvola se izdaje u roku od 8 dana od obavljenog tehničkog pregleda kojim se potvrdilo da su zadovoljeni propisani kriteriji.

5. TEHNIČKI PROPISI ZA GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE

5.1. Opće informacije i primjena

Dok se Zakonom o Gradnji propisuju temeljni zahtjevi za građevinu, ovim se Tehničkim propisom, u okviru ispunjavanja istih temeljnih zahtjeva, propisuju tehnička svojstva građevinske konstrukcije. Ovaj tehnički propis koji donosi ministar graditeljstva i prostornoga uređenja se primjenjuje na konstrukcijske i nekonstrukcijske elemente građevine za koje se mora dokazati da su mehanički otporni i stabilni. Ujedno je neophodno i dokazivanje njihove otpornosti, uporabljivosti, trajnosti i požarne otpornosti sukladno s njihovom namjenom. Propis se primjenjuje na nove i rekonstruirane građevinske konstrukcije, a pod građevinskim konstrukcijama na koje se primjenjuje su ujedno, među ostalim, i betonske konstrukcije.

5.2. Temeljni zahtjevi i tehnička svojstva za građevinske konstrukcije

Proces izvedbe građevinske konstrukcije mora pratiti zahtjeve propisane ovim Propisom. Ispunjavanje zahtjeva ovog Tehničkog propisa rezultirati će izvršenjem, odnosno građevinskom konstrukcijom koja je mehanički otporna i stabilna te otporna na požar. Tehnička svojstva građevine trebaju biti takva da tijekom cijelog životnog vijeka građevine, uz propisano održavanje konstrukcije, može prihvatiti bilo kakve promjene utjecaja okoliša ili djelovanja bez izazivanja ozbiljnih oštećenja ili deformacija navedenih propisom.

5.3. Projektiranje građevinskih konstrukcija

5.3.1. Opća pravila

Projekt treba dokazati da će građevinska konstrukcija tijekom građenja i uporabe zadovoljiti temeljne zahtjeve mehaničke otpornosti i stabilnosti, te druge temeljne zahtjeve obuhvaćene propisima. Dokaze o mehaničkoj otpornosti i stabilnosti treba osigurati i za pomoćne konstrukcije koje će osigurati stabilnost građevine koja se radi.

Najmanji uporabni vijek građevinske konstrukcije je 50 godina, osim ako nije drugačije propisano normom ili posebnim propisom.

Projektiranje konstrukcije provodi se uz prethodne istražne radove koje određuje projektant, ovisno o lokaciji i građevini koja se projektira.

Pri izradi projekta građevinske konstrukcije moraju se uzeti u obzir sva promjenjiva djelovanja i utjecaji koji će djelovati na građevinu tijekom njene izvedbe i uporabnog vijeka. Prije uporabe određuje se potreba za testiranjem probnim opterećenjem kako bi se ustanovilo da će se konstrukcija ponašati na način kako se pretpostavilo izračunima u projektu.

Testiranje građevine probnim opterećenjem obavezno je kod konstrukcija raspona većeg od 30 metara i kod konstrukcija u kojima će se zadržavati 1000 ili više osoba.

Detalje probnog opterećenja određuje projektant i to uz odredbe ovog Propisa te normama na koje propis upućuje.

5.3.2. Sadržaj projekta

Sadržaj projekta građevinske konstrukcije koji je ujedno i sastavni dio glavnog projekta mora biti izrađen sukladno posebnom propisu koji uređuje obvezni sadržaj i opremanje projekata građevina.

U tablici 2 je prikazan sadržaj projekta građevinske konstrukcije.

Tablica 2. Sadržaj projekta građevinske konstrukcije [7]

Tehnički opis	Opis načina izvođenja građevinske konstrukcije i ugradnje pojedinih građevnih proizvoda
	Razrede izloženosti dijelova građevinske konstrukcije
	Opis mjera zaštite konstrukcije
Proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti	Podaci o temeljnom tlu, potresnom, temperaturnom, snježnom i vjetrovnom području.
Program kontrole i osiguranja kvalitete građevinske konstrukcije	Kontrola građevinskih proizvoda koji se ugrađuju u građevinsku konstrukciju, koju treba provesti prije ugradnje

5.4. Uvjeti za izvođenje građevinskih konstrukcija

Uvjeti kojih se treba pridržavati pri izvođenju građevinske konstrukcije su:

- Građevinska konstrukcija mora imati tehnička svojstva u skladu sa ovim Propisom, te se treba omogućiti očuvanje tih svojstava do kraja uporabnog vijeka građevine

- Izvođač je dužan provoditi izvođenje građevine pridržavajući se projekta, tehničkih uputa proizvođača za ugradnju i uporabu građevnih proizvoda te ovog Propisa.
- Projekt građevinske konstrukcije mora imati navedeno sve norme koje su korištene
- Potrebno je pridržavati se pravila danih u hrvatskim normama navedenim u ovom Propisu [7]

U projektu se moraju obavezno navesti korištene datirane važeće norme.

5.5. Građevni proizvodi i predgotovljeni element

Proizvodi koji se planiraju ugraditi u građevinsku konstrukciju moraju posjedovati svojstva koja odgovaraju zahtjevanim svojstvima definiranih projektom, ovim Propisom te posebnim propisima koji vrijede za građevne proizvode. Tvornički proizveden građevni proizvod te proizvod izrađen na gradilištu se mogu ugraditi u konstrukciju ako se dokaže da je njihova uporabljivost u skladu sa projektom i potrebnim propisima.

Neophodno je da se prije ugradnje proizvoda provode kontrolna ispitivanja u svrhu dokazivanja usklađenosti proizvoda sa traženim specifikacijama. Proces kontrolnog ispitivanja se provodi prema važećim normama za ispitivanje. Ako se ustanovi da proizvod ne zadovoljava zahtjeve kontrole uklanja se sa gradilišta.

Predgotovljeni elementi u kontekstu ovog Propisa su elementi koji nisu proizvedeni na konačnom mjestu građevine, odnosno gotovi proizvodi koji se transportiraju do mjesta ugradnje. Način dokazivanja uporabljivosti ovih elementa varira ovisno o projektu i propisima, ali osnovni cilj je dokazati da je proizvod može ostvariti svoju namjenu u građevini. Uporabljivost predgotovljenog elementa se dokazuje uz kontrolu izvođača, nadzor izvođačeve kontrole i nadzor proizvođača, to uključuje kontrolu elementa tijekom njegove izrade, prijenosa, odlaganja na odlagalištu, prijevoza do gradilišta i ugradnje u građevinu.

Prije ugradnje u konstrukciju izvođač utvrđuje ako se tijekom rukovanja ili skladištenja element ošteti, deformirao i ako su specifikacije elementa u skladu s zahtjevima projekta. Neposredno pred ugradnju elementa nadzorni inženjer mora odraditi potrebne postupke opisane u slijedećem poglavlju.

5.6. Nadzor nad izvođenjem građevinskih konstrukcija

Nadzor nad izvođenjem građevinske konstrukcije provodi se u skladu sa uvjetima posebnog propisa koji uređuje stručni nadzor građenja. U slučaju složenije građevinske konstrukcije projektant može postaviti zahtjev investitoru za provedbu projektantskog nadzora.

Izravno prije ugradnje građevinskog proizvoda u građevinsku konstrukciju nadzorni inženjer mora obaviti sljedeće:

- Provjeriti uporabljivost adekvatno izrađenog građevinskog proizvoda u skladu s projektom
- Provjeriti ako građevni proizvod ima prateću dokumentaciju i oznaku usklađenu s povezanim propisima
- Provjeriti ako građevni proizvod ispunjava tražene kriterije postavljene projektom građevinske konstrukcije
- Dokumentirati ishode svih provjera zapisom u građevinski dnevnik [7]

5.7. Posebna pravila za betonske konstrukcije

Betonska konstrukcija se definira kao:

- konstrukcija izvedena od nearmiranog, armiranog ili prednapetog betona.
- konstrukcija s običnim, laganim i teškim betonom.

Za izvedbu betonske konstrukcije se koriste materijali i građevni proizvodi navedeni normom HRN EN 1992-1-1. Svojstva ovih materijala moraju odgovarati tehničkim specifikacijama navedenim ovom hrvatskom normom i posebnim propisom.

Materijali i proizvodi navedeni normom HRN EN 1992-1-1 su beton, čelik za armiranje, čelik za prednapinjanje, uređaji za prednapinjanje, predgotovljeni betonski elementi.

Za projektiranje betonske konstrukcije se primjenjuju uvjeti dani ovim Propisom i norme HRN EN 1990, HRN EN 1991, HRN EN 1992, HRN EN 1997, HRN EN 1998 uz ostale dokumente na koje ove norme upućuju.

5.7.1 Izvođenje betonske konstrukcije

Za adekvatno izvođenje betonske konstrukcije primjenjuju se zahtjevi navedeni u poglavljima 5.4., 5.5. i 5.6., kao i zahtjevi hrvatskih normi HRN EN 13670 i HRN EN 13670/NA.

Za izvođenje betonske konstrukcije postavljaju se sljedeći uvjeti:

- Utvrđivanje uporabljivosti proizvoda koji se planiraju ugraditi u betonsku konstrukciju provodi se sukladno s poglavljem 5.5.
- Građevni proizvodi tokom procesa izvedbe konstrukcije moraju imati svojstva usklađena sa tehničkom uputom za ugradnju i uporabu
- Normama HRN EN 13670 i HRN EN 13670/NA se postavljaju uvjeti vezani uz ugradnju elemenata u betonsku konstrukciju
- Kontrola betona prije ugradnje u betonsku konstrukciju, provodi se po tehničkim specifikacijama za beton, hrvatskim normama HRN EN 206, HRN EN 13670 i HRN EN 13670/NA te po ovom Propisu
- Kontrola čelika za armiranje, čelika za prednapinjanje, armature i predgotovljenih betonskih elemenata, prije ugradnje provodi se po hrvatskim normama HRN EN 13670 i HRN EN 13670/NA te po ovom Propisu [7]

6. IZVEDBA BETONSKIH KONSTRUKCIJA

6.1. Uvod

Hrvatska norma HRN EN 13670 propisuje izvedbu betonskih konstrukcija uz cilj ostvarenja tražene razine sigurnosti i uporabljivosti tijekom uporabnog vijeka konstrukcije. Prethodno se mora izvoditi uz uvjete navedene u HRN EN 1990, Eurokod – Osnove projektiranja, HRN EN 1992, Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija i HRN EN 1994, Eurokod 4 – Projektiranje spregnutih čelično – betonskih konstrukcija, uz pripadajuće nacionalne dodatke.

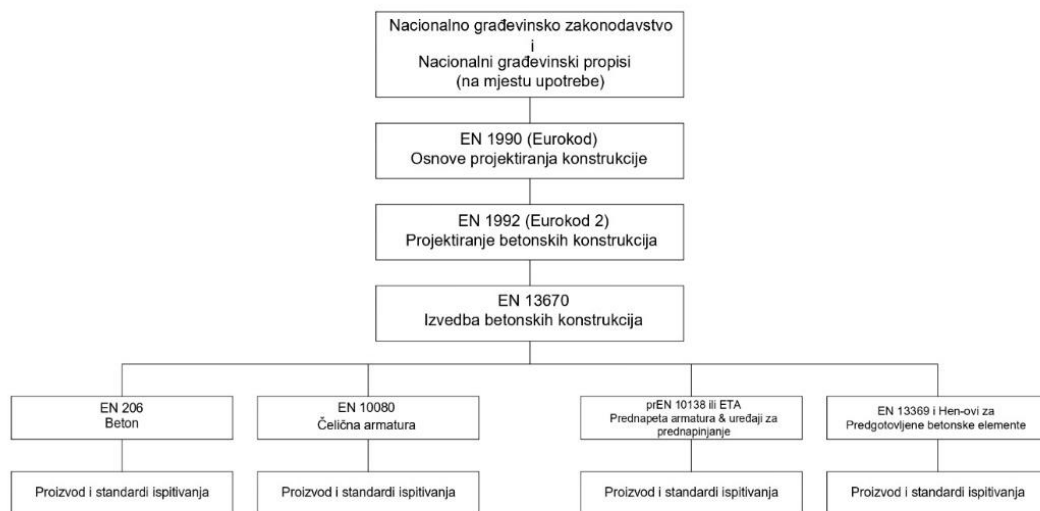
Ova norma ima 3 funkcije:

- prenijeti zahtjeve postavljene tijekom projektiranja konstrukcije izvođaču, odnosno biti veza između projektiranja i izvedbe konstrukcije
- postaviti skup standardiziranih tehničkih zahtjeva za izvedbu betonske konstrukcije,

- služiti kao kontrola za projektanta kako bi se osiguralo da on opskrbljuje izvođača sa svim bitnim tehničkim informacijama potrebnim za izvedbu konstrukcije

Kako bi se ostvarili ovi ciljevi, projekt konstrukcije mora rezultirati skupom dokumenta i nacrtu koji sadrže sve potrebne informacije za izvođenje radova.

Shemom na slici 4 je prikazan detaljan odnos Europskih standarda i betonskih radova.



Slika 4. Sistem Europskih standarda kao osnova za projektiranje, izvođenje i odabir materijala za betonske radove [8]

6.2. Izvedbene specifikacije

Prije početka izvođenja bilo kakvih radova, izvedbene specifikacije povezane sa radovima moraju biti gotove i dostupne.

Sljedeće stavke moraju biti u izvedbenim specifikacijama:

- upućivanje na ovaj Europski standard i nacionalni dodatak
- upućivanje na ostale povezane Europske standarde i propise
- projektna dokumentacija koja sadrži informacije i zahtjeve za specifičan projekt koji zadovoljava gore navedene stavke
- nacрте i tehničke dokumente potrebne za izvođenje konstrukcije [8]

6.3. Upravljanje kvalitetom

Nadzorom i kontrolom rada potvrditi će se da je gotova konstrukcija usklađena sa izvedbenim specifikacijama. Kontrola se u ovom kontekstu odnosi na provjeru sukladnosti svojstava proizvoda i materijala koji će se ugraditi u konstrukciju te kontrolu izvedbe konstrukcije.

Zahtjevi za upravljanje kvalitetom se utvrđuju ovisno o potrebnoj razini strogoće.

Razredi strogoće se dijele u:

- izvedbeni razred kvalitete 1
- izvedbeni razred kvalitete 2
- izvedbeni razred kvalitete 3

Razred koji je potrebno koristiti navodi se u izvedbenoj dokumentaciji.

U tablici 3 su navedeni sadržaji vezani uz razrede kontrole 1-3.

Tablica 3. Vrsta kontrole [8]

	Izvedbeni razred kvalitete 1	Izvedbeni razred kvalitete 2	Izvedbeni razred kvalitete 3
Tip kontrole	Vizualna kontrola i nasumična mjerenja	Vizualna kontrola, Sistematska i redovita mjerenja glavnih radova	Vizualna kontrola. Detaljna kontrola svih radova vezanih uz trajnost i nosivost konstrukcije
Stranka koja provodi kontrolu	Samoprovjera	Samoprovjera. Kontrola u provedbi izvođača. Mogući dodatni zahtjevi izvedbene specifikacije.	Samoprovjera. Kontrola u provedbi izvođača. Dodatni zahtjevi kontrole dani su u izvedbenim specifikacijama
Opseg kontrole	Svi radovi	Osim samoprovjere, sistematska i redovita kontrola svih radova	Osim samoprovjere, sistematska i redovita kontrola svih radova
Izvještaj	Nepotreban	Potreban	

Ako se kontrolom otkrije nesukladnost, potrebno je poduzeti mjere da konstrukcija funkcionira kako je zamišljeno. Nesukladnosti se ispravljaju sljedećim mjerama:

- Zaustavljanje izvedbe konstrukcije
- Poduzimanje potrebnih mjera da se nesukladnost ispravi
- Odbacivanje i zamjena nepopravljivog dijela konstrukcije

Ako je navedeno u izvedbenoj dokumentaciji, ispravak nesukladnosti se mora navesti u izvedbenoj dokumentaciji.

6.4. Betoniranje

6.4.1. Specifikacija betona

Specifikacija betona mora biti usklađena sa sljedećim uvjetima:

- Beton i njegova svojstva moraju biti u skladu s normom HRN EN 206.
- Specifikacija betona mora se pridržavati kriterija danih u izvedbenoj dokumentaciji te kriterija vezanih sa metodom izvođenja konstrukcije
- Najveći promjer zrna agregata D koji će se ugrađivati u beton ne smije biti manji od navedenog u izvedbenoj dokumentaciji
- Informacije o razvoju čvrstoće betona moraju se dobiti od proizvođača betona kada bude potrebno za izvođenje betonskih radova [8]

6.4.2. Radnje prije izvođenja betonskih radova

Mora se pripremiti plan betoniranja ako je to propisano u izvedbenoj dokumentaciji.

Početno testiranje betoniranja probnim lijevanjem izvoditi će se ako je to zahtijevano izvedbenom dokumentacijom. Rezultati ovih ispitivanja moraju se dokumentirati prije početka izvođenja radova. Pripremni radovi moraju se dovršiti, kontrolirati i dokumentirati prije nego što se počne s lijevanjem.

Površine na kojima će se izvoditi radovi moraju biti u skladu s uvjetima postavljenim odgovarajućim izvedbenim razredom kvalitete. Površine moraju biti čiste, dovedene u vlažno stanje te očišćene od cementnog mlijeka.

Tamo gdje će beton biti u kontaktu s tlom, svježi beton se mora zaštititi od miješanja sa podlogom. Ako postoji rizik da kiša ili voda ispere cement ili ošteti svježi beton, moraju se poduzeti potrebne mjere da se zaštiti beton od štetnih posljedica. Tlo, stijena, oplata ili drugi dijelovi konstrukcije na kojima će se provoditi radovi moraju imati temperaturu koja će rezultirati boljem otporu betona smrzavanju. U slučaju da se predviđa previsoka ili preniska temperatura okoline za vrijeme ugradnje i/ili njege betona, potrebno je provesti mjere kojima će se zaštititi beton od štetnih učinaka.

6.4.3. Isporuka, prihvata i transport svježeg betona

Prije ikakve radnje sa dostavljenim betonom potrebno je kontrolirati otpremnicu. Beton je potrebno vizualno provjeriti tijekom istovara. Ako se vizualno ustanovi da beton nije normalan, istovar se zaustavlja.

Ako se uoče štetne promjene svježeg betona, poput segregacije ili „krvarenja“ betona, prioritet je smanjiti promjene. U slučaju da je navedeno u izvedbenoj dokumentaciji, uzorci za ispitivanje se uzimaju na mjestu ugradnje betona ili u slučaju dostave gotovog betona, na mjestu prihvata betona. Sve o metodama ispitivanja i kriterijima za određivanje sukladnosti betona je definirano u normi HRN EN-206-1.

6.4.4. Ugrađivanje i zbijanje

Beton se ugrađuje i zbija kako bi se osiguralo da sva armatura i elementi koji će se ugraditi budu korektno izvedeni i da beton ostvari svoju namijenjenu čvrstoću i trajnost. Kako bi se beton pravilno zbijao potrebno je posvetiti posebnu pažnju pri postavljanju opladne konstrukcije. Tamo gdje je oplata trajno ugrađena u konstrukciju, mora se uzeti u obzir da oplata apsorbira energiju pri vibriranju betona. Zbog toga treba pažljivo odlučiti o metodi zbijanja i konzistenciji betona. Tamo gdje će se koristiti samo površinski vibratori, sloj betona nakon zbijanja ne smije biti veći od 100 mm. Iznimka je ako se dokazalo suprotno ispitivanjem.

Stopa ugrađivanja i zbijanja betona mora biti umjerena. Mora biti dovoljno visoka da se izbjegne prijevremeno stvrdnjavanje betona te dovoljno niska da se spriječi prekomjerno slijeganje ili nepoželjno opterećivanje oplade. Mogu se pojaviti dodatni zahtjevi tamo gdje su kriteriji za završnu obradu površine kompleksniji.

Zbijanje betona, osim ako nije drugačije dogovoreno, vrši se unutarnjim ili vanjskim vibriranjem. Beton se ugrađuje što bliže moguće konačnom mjestu ugradnje.

Vibriranje se isključivo koristi za zbijanje betona. Vibriranje iglom ili površinskim vibratorom potrebno je primjenjivati nakon ugrađivanja dok se ne izbaci sav zarobljen zrak u betonu. Da se izbjegnu štetni učinci potrebno je paziti na prekomjerno vibriranje.

Površinska obrada se treba izvesti pravilno te ne smije rezultirati tragovima cementnog mlijeka na površini. Voda, cement, aditivi za učvršćivanje površine i drugi materijali se ne dodaju tijekom završnih faza, osim ako je drugačije dogovoreno.

6.4.5. Njega i zaštita betona

Svježe stvrdnut beton zahtjeva njegu i zaštitu iz sljedećih razloga:

- Da se smanji skupljanje betona
- Da se osigura potrebna površinska čvrstoća
- Da se osigura potrebna površinska trajnost
- Da se zaštiti od vremenskih utjecaja
- Da se zaštiti od smrzavanja
- Da se zaštiti od štetnih vibracija, udara ili šteta [8]

U slučaju da je potrebno zaštititi nedavno stvrdnut beton od kontakta sa agresivnim medijima, poput klorida, potrebno je navesti to u izvedbenom projektu.

Njegovom betona je potrebno postići nisku stopu isparavanja sa površine ili vlažnu površinu. Prirodna njega je dovoljna ako su uvjeti tijekom perioda trajanja njege takvi da su stope isparavanja sa površine betona niske.

Ako se koristi beton koji ima malu sklonost „krvarenju“, poput betona visoke čvrstoće ili samozbijajućeg betona, posebno će se uzeti u obzir potreba za spriječavanjem plastičnog raspucavanja betona. Isto vrijedi i za betoniranje u vremenskim uvjetima koji uzrokuju jako isparavanje.

Potrebno trajanje njege betona ovisi o razvoju svojstava betona na površini. Na temelju postotka karakteristične vrijednosti tlačne čvrstoće koju beton ima 28. dan nakon ugradnje određujemo razred njege potreban za beton.

Na tablici 4 su prikazani razredi njege betona.

Tablica 4. Razredi njege [8]

	Razred njege 1	Razred njege 2	Razred njege 3	Razred njege 4
Trajanje (sati)	12 ^a	/	/	/

Postotak vrijednosti karakteristične čvrstoće betona u 28. danu	/	35%	50%	70%
* Pod uvjetom da ne prekoračuje 5 sati, te da površinska toplina betona je $\geq 5^{\circ}\text{C}$				

Razred njege betona koji će se koristiti mora biti naveden u izvedbenom projektu. Može se navesti i poseban razred njege koji prekoračuje 70% vrijednosti karakteristične čvrstoće betona u 28. danu navedenih u razredu njege 4.

Upotreba aditiva za njegu betona nije dopuštena na površinama koje će se naknadno obrađivati ili na kojima se zahtjeva spajanje drugih materijala, osim ako je dokazano da neće imati štetne učinke na buduće operacije.

Ako beton nije postigao tlačnu čvrstoću od minimalno 5 MPa, nije dopušteno da se temperatura površine betona spusti ispod 0°C . Maksimalna temperatura betona izloženog mokroj okolini, osim ako nije drugačije navedeno, ne smije prekoračiti 70°C .

U izvedbenom projektu se mogu propisati zahtjevi kojima se planira smanjiti mogućnost ranog ranog raspucavanja betona zbog utjecaja topline.

Sljedeće radnje su prikladne za njegu betona:

- Držanje oplata na mjestu tijekom njege betona
- Prekrivanje betona sa paropropusnim oblogama koje su očvršćene na krajevima
- Postaviti mokre obloge na površinu i osigurati da se obloge ne osuše
- Držanje površine betona vidljivo vlažnom
- Korištenje prikladnog načina njege
- Korištenje drugih efektivnih načina njege [8]

6.4.6. Radnje nakon betoniranja

Nakon skidanja oplata sve se površine kontroliraju u skladu sa zahtjevima uklađenosti. Potrebno je paziti da se beton ne ošteti tijekom daljnjeg rada. Ako postoje zahtjevi za završnu obradu površina moraju se navesti u izvedbenom projektu.

6.5. Upute za upravljanje kvalitetom

S tri izvedbena razreda daje se mogućnost određivanja potrebne razine upravljanja kvalitetom ovisno o važnosti konstrukcije i kritičnosti izvršenja za sposobnost konstrukcije

da ispuni svoju funkciju. Izvedbeni razredi sadržavaju zahtjeve za kontrolu i ovisno o izvedbenom projektu, zahtjeve za planiranje kvalitete s fokusom na organizacijske mjere.

U funkciji upravljanja kvalitetom radi se plan kontrole koji se sastoji od:

- Zahtjeva
- Upućivanja na normu i izvedbeni projekt
- Detalja o kontroliranju, nadzoru i/ili ispitivanju
- Kriteriji prihvatljivosti
- Dokumentacije
- Odgovornog provoditelja kontrole
- Moguće uključenosti drugih stranki u radu [8]

6.6. Upute za betoniranje

6.6.1. Specifikacija betona

Norma HRN EN 206 definira beton kao „mješavinu cementa, krupnog i finog agregata i vode...“.

Norma HRN EN 12620 definira krupne agregate kao agregate s $D \geq 4\text{mm}$ gdje je D stvarni veći promjer zrna agregata. U definiciji su uključeni i maksimalni i minimalni postotak prolaska kroz D .

U HRN EN 206 se D_{max} definira kao „maksimalna nazivna gornja veličina agregata“ .

Maksimalna stvarna veličina agregata koja će se koristiti mora biti između nevedene D i D_{max} .

6.6.2. Radovi prije betoniranja

Radovi prije betoniranja podrazumijevaju:

- Osigurati da se oplata ne izvodi na kritičnim pozicijama
- Elementi konstrukcije moraju se razdvojiti od tla sa zaštitnim slojem od barem 50 mm
- Betoniranje na zamrznuto tlo nije dopušteno, osim ako se prate posebne procedure
- Temperatura oplatne konstrukcije mora biti iznad 0°C za vrijeme betoniranja

U izvedbenoj dokumentaciji mogu se definirati temperature okoline za koje je potrebno poduzeti dodatne mjere za sprječavanje štetnih učinaka na beton.

6.6.3. Površinska obrada

Tipična primjena površinskih obrada dana je tablicom 5.

Tablica 5. Vrste površinske obrade [10]

Vrsta	Normalna primjena	Primjeri
Formirana površina		
Osnovna obrada	Ako nema posebnih zahtjeva	Temelji
Obična obrada	Ako nije bitan vizualni dojam	Žbukane površine ili nevidljive površine kao što su unutarnja okna ili okna dizala
Ravna obrada	Djelomično bitan vizualni dojam	Površine koje se ponekad vide i koje su obrađene, obojane površine sa posebnim zahtjevima
Posebna obrada	Ima posebnih zahtjeva	Površine gdje je važno pravilno obraditi i obojati površinu
Neformirana površina		
Osnovna obrada	Zatvorena uniformna površina kao proizvod niveliranja.	Površine koje će se obraditi estrihom ili drugom završnom obradom
Obična obrada	Ravna uniformna površina nastala ravananjem betona ili sličnim procesom.	Za podove
Ravna obrada	Gusta glatka površina nastala gletovanjem ili sličnim procesom	Obična skladišta i tvornice, kotlovnice i radne površine sa isključivo završnom obradom u boji
Posebna obrada	Površina gdje treba dati posebne zahtjeve za daljni rad druge obrade.	Površine skladišnih podova namijenjene za posebni promet

7. SPECIFIKACIJA, SVOJSTVA, PROIZVODNJA I SUKLADNOST BETONA

7.1. Uvod

Europska norma EN 206:2013+A2:2021 ima status hrvatske norme HRN EN 206.

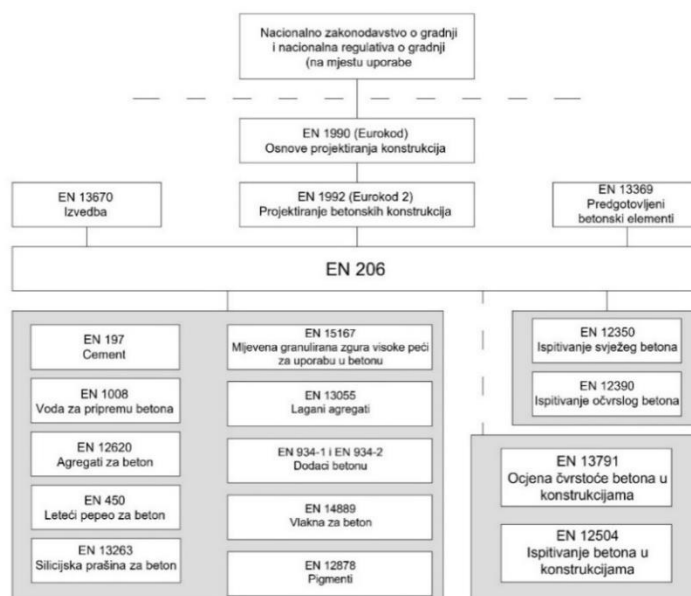
Ova europska norma postavlja pravila vezana uz uporabu sastojaka koji se obuhvaćaju europskim normama. Sastojci koji nisu obuhvaćeni europskim normama mogu se koristiti u skladu s odredbama koje vrijede na mjestu uporabe betona.

Ako beton odgovara graničnim vrijednostima, smatra se da beton ugrađen u konstrukciju ispunjava zahtjeve trajnosti u specifičnim okolišnim uvjetima. Prethodno navedeni zahtjevi su:

- Pravilno određeni razredi izloženosti
- Pravilno određen minimalni zaštitni sloj betona u skladu s odgovarajućim normama
- Beton se mora pravilno ugraditi, pravilno zbijati, i njegovati, u skladu s normom EN 13670
- Prikladno održavanje betona tijekom cijelog uporabnog vijeka

Beton koji je usklađen sa normom HRN EN 206 ispunjava zahtjeve za materijale koji su navedeni sa tri razreda izvedbe u HRN EN 13670.

Odnos norme HRN EN 206 sa ostalom zakonskom regulativom je prikazan na slici 5.



Slika 5. Odnosi između norme EN 206 i drugih norma [9]

7.2. Područje primjene

Ova norma se primjenjuje za beton ugrađen „in situ“, predgotovljene elemente, zgrade i inženjerske građevine.

Ova norma razvrstava beton ovisno o težini, mjestu proizvodnje te po potrebama za zbijanje.

Beton po težini: lagani, normalni i teški beton.

Beton po mjestu proizvodnje: beton proizveden na gradilištu, tvornički proizveden beton i beton proizveden u tvornici predgotovljenih elementa.

Beton ovisno o potrebi za zbijanje: zbijeni beton i samozbijajući beton.

U ovoj normi se utvrđuju zahtjevi za:

- sastojke betona
- svojstva svježeg i očvrstlog betona i verifikaciju tih svojstva
- ograničenja na sastav betona
- specifikaciju betona
- isporuku svježeg betona
- postupke kontroliranja proizvodnje
- kriterije i evaluaciju sukladnosti

Posebni zahtjevi se mogu definirati za posebne vrste betona poput betona s $D_{max} \leq 4\text{mm}$, propusnog betona, betona za masivne konstrukcije itd. U ovoj normi se ne propisuju zahtjevi za sigurnost radnika tijekom proizvodnje i rukovanja s betonom.

Ovom normom nisu obuhvaćeni zahtjevi za plinobetone, pjenobetone, betone s gustoćom $\leq 800\text{ kg/m}^3$ te za vatrootporne betone.

7.3. Razredba

7.3.1 Razredi izloženosti s obzirom na utjecaje okoliša

Mogući utjecaji okoliša na beton dijele se u razrede izloženosti prema tablici 6. Razredima izloženosti se ne obuhvaćaju posebni uvjeti na mjestu uporabe betona ili provođenje zaštitnih mjera.

Tablica 6. Razredi izloženosti sa pripadajućim opisima [9]

Oznaka razreda izloženosti	Opis
X0	Za nearmirani beton u okolini bez smrzavanja, abrazije ili kemijskog djelovanja i za armirani beton u vrlo suhim uvjetima
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
Korozija uvjetovana kloridima iz mora	
XS1	Okolina uz more izložena solima iz zraka
XS2	Okolina stalnog djelovanja mora
XS3	Zona plime i oseke i zona zapljuskivanja valovima
Djelovanje smrzavanja i odmrzavanja sa ili bez soli za odmrzavanje	
XF1	Umjereno zasićenje vodom bez sredstva za odmrzavanje
XF2	Umjereno zasićenje vodom, sa sredstvom za odmrzavanje ili morska voda
XF3	Jako zasićenje vodom, bez sredstva za odmrzavanje
XF4	Jako zasićenje vodom, sa sredstvom za odmrzavanje ili morskom vodom
Kemijski utjecaj	

XA1	Slabo kemijski agresivna okolina
XA2	Umjereno kemijski agresivni okoliš
XA3	Jako kemijski agresivni okoliš

7.3.2. Razredi konzistencije

Kada se beton raspodjeljuje u razrede s obzirom na konzistenciju koriste se kriteriji ispitivanja slijeganja, zbijenosti, raspostiranja te rasprostiranja slijeganjem. Konzistenciju možemo odrediti uz dopuštena odstupanja koja su definirana ovom normom.

Sljedećom tablicom su definirani razredi slijeganja.

Tablica 7. Razredi slijeganja [9]

Razred	Ispitivanje slijeganjem
S1	10 do 40
S2	50 do 90
S3	100 do 150
S4	160 do 210
S5	≥ 220

Sljedećom tablicom su definirani razredi raspostiranja.

Tablica 8. Razredi raspostiranja [9]

Razred	Promjer raspostiranja
F1 ^a	≤ 340
F2	350 do 410
F3	420 do 480
F4	490 do 550

F5	560 do 620
F6 ^a	≥ 630

7.3.3. Razredi tlačne čvrstoće očvrstlog betona

Podjelu betona u kategorije s obzirom na tlačnu čvrstoću ovisi o tome ako je beton lagan, normalan ili težak i ovisi o primjenjenoj metodi ispitivanja. Tlačna čvrstoća se može ispitati valjkom promjera 150 mm i visine 300 mm ($f_{ck,cyl}$) ili kockom veličine 150 mm ($f_{ck,cube}$). Metode ispitivanja se provode na uzorcima starosti 28 dana i prema normi EN 12390-3.

Za normalne i teške betone se koristi sljedeća tablica.

Tablica 9. Razredi tlačne čvrstoće za beton normalne težine i teški beton [9]

Razred tlačne čvrstoće	Najmanja karakteristična čvrstoća valjka	Najmanja karakteristična čvrstoća kocke
	N/mm ² $f_{ck,cyl}$	N/mm ² $f_{ck,cube}$
C8/10	8	10
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75
C70/85	70	85

C80/95	80	95
C90/105	90	105
C100/115	100	115

Tablica 10. Razredi tlačne čvrstoće za lagani beton [9]

Razred tlačne čvrstoće	Najmanja karakteristična čvrstoća valjka $f_{ck,cyl}$ N/mm ²	Najmanja karakteristična čvrstoća kocke $f_{ck,cube}$ N/mm ²
LC8/9	8	9
LC12/13	12	13
LC16/18	16	18
LC20/22	20	22
LC25/28	25	28
LC30/33	30	33
LC35/38	35	38
LC40/44	40	44
LC45/50	45	50
LC50/55	50	55
LC55/60	55	60
LC60/66	60	66
LC70/77	70	77
LC80/88	80	88

7.4. Zahtjevi za beton i metode verifikacije

7.4.1. Sastojci za beton

Dozvoljena je uporaba isključivo sastojaka koji su usklađeni sa zahtjevima ove norme. Sastojci ne smiju sadržavati štetne sastojke koji mogu djelovati nepovoljno na

trajnost betona ili oštetiti armaturu. Pojedini sastojci koji će se ugrađivati u beton moraju odgovarati pojedinim normama i posebnim uvjetima koje postavlja ova norma.

Cement mora biti u skladu sa normom HRN EN 197-1.

Odabir odgovarajućeg cementa ovisi o:

- izvođenju radova
- svrsi betona
- uvjetima njege
- dimenziji konstrukcije
- razredu izloženosti konstrukcije
- potencijalnoj reaktivnosti agregata s alkalijama iz sastojaka [9]

Prirodni agregat normalne težine i teški agregati moraju biti u skladu sa HRN EN 12620. Za lagane agregate vrijedi norma HRN EN 13055. Dozvoljena je uporaba recikliranog i proizvedenog agregata ako je utvrđena sukladnost betona sa odredbama koje vrijede na mjestu uporabe.

Vrsta agregata će se birati na bazi:

- izvođenja radova
- svrsi betona
- razreda izloženosti betona
- zahtjeva za izloženi agregat ili agregat namijenjen za završnu obradu betona [9]

Najveći promjer zrna agregata D_{max} mora biti između propisanih vrijednosti D_{lower} i D_{upper} . U ovoj normi su propisani i zahtjevi za odabir posebnih vrsta agregata poput nefrakcioniranih, obnovljenih i recikliranih agregata.

Voda koja će se koristiti za spravljanje betona treba biti u skladu s normom HRN EN 1008.

Kemijski dodaci moraju odgovarati zahtjevima norme HRN EN 934-2, a za kemijske dodatke koji nisu obuhvaćeni normom HRN EN 934-2 vrijedi norma HRN EN 934-1 i odredbe koje vrijede na mjestu uporabe.

Ako se upotrebljavaju kemijski dodaci, njihova ukupna količina mora biti usklađena sa dozom koju preporučuje proizvođač i ne smije prekoračiti 50 grama po

kilogramu cementa, osim ako nije drugačije dogovoreno. Ako se upotrebljavaju 2 ili više kemijska dodatka, početnim ispitivanjima se utvrđuje njihova usklađenost.

Za mineralne dodatke, ovisno o vrsti, vrijede norme HRN EN 12620, HRN EN 13055, HRN EN 12878, HRN EN 450-1, HRN EN 13263-1 te HRN EN15167-1.

Za uporabu vlakna vrijede norme HRN EN 14889-1 te HRN EN 14889-2.

Ako se u mješavini planira dodati vlakna, mora se osigurati njihova ravnomjerna raspodjela u smjesi.

Sadržaj klorida u betonu (postotak kloridnih iona na masu cementa) mora biti u skladu sa vrijednostima koje se navode u sljedećoj tablici.

Tablica 11. Najveći sadržaj klorida u betonu [9]

Upotreba betona	Razred sadržaja klorida ^a	Najveći sadržaj Cl- n na masu cementa (%)
Ne sadrži čeličnu armaturu ili neki drugi ugrađeni metal	Cl 1,00	1,00
Sadrži čeličnu armaturu ili neki drugi ugrađeni metal	Cl 0,20	0,20
	Cl 0,40 ^c	0,40
Sadrži prednapregnutu čeličnu armaturu	Cl 0,10	0,10
	Cl 0,20	0,20
<p>a) Za specifičnu upotrebu betona, razred koji se primjenjuje ovisi o odredbama koje vrijede na mjestu upotrebe betona.</p> <p>b) Gdje se koriste dodaci i uzimaju u obzir za sadržaj cementa</p> <p>c) Različiti razredi sadržaja klorida mogu se dopustiti za beton koji sadrži CEM III – cimente prema odredbama važećim za mjesto upotrebe.</p>		

Temperatura svježeg betona u trenutku isporuke ne smije biti manja od 5°C. Ako se zahtjevaju drugačije vrijednosti minimalne i maksimalne temperature potrebno je iste specificirati. Ukoliko se beton planira grijati ili hladiti prije isporuke potrebno je to prethodno usuglasiti između proizvođača i korisnika.

7.4.2. Osnovni zahtjevi za sastav betona

7.4.2.1. Opći uvjeti

Sastav betona se mora projektirati tako da se ispune kriteriji postavljeni za svježi i očvršli beton. Ako u dokumentaciji za beton nije navedeno, proizvođač je odgovoran za odabir sastojaka koji moraju biti usklađeni sa odgovarajućim zahtjevima.

Beton se mora projektirati sa namjerom da se segregacija betona svede na minimalnu vrijednost. Za sastav projektiranog betona vrijednosti se mogu navesti kao minimalne i maksimalne, no za beton zadanog sastava moraju se navesti konkretne vrijednosti.

7.4.3. Zahtjevi koji se odnose na razrede izloženosti

Kako bi se proizveo beton otporan na utjecaje okoliša moraju se definirati zahtjevi za svaki razred izloženosti u odnosu na:

- dopuštene vrste i razrede sastojaka
- najveći vodocementni omjer
- najmanji sadržaj cementa
- najmanji razred tlačne čvrstoće betona
- najmanji sadržaj zraka u betonu (ako je mjerodavno) [9]

Zahtjevi se određuju uz pretpostavku uporabnog vijeka konstrukcije od najmanje 50 godina uz planirane uvjete održavanja. Za kraći uporabni vijek (npr. 20 godina) ili dulji (npr. 100 godina) bili bi mjerodavni blaži ili stroži zahtjevi.

7.4.4. Zahtjevi za svježi beton

7.4.4.1. Konzistencija

Konzistencija se određuje slijedećim metodama:

- ispitivanje slijeganja prema HRN EN 12350-2
- određivanjem stupnja zbijenosti prema HRN EN 12350-4
- ispitivanjem rasprostiranja prema HRN EN 12350-5
- ispitivanjem rasprostiranja slijeganjem prema HRN EN 12350-8
- posebnim metodama koje dogovaraju uvjetovatelj i proizvođač betona za posebne primjene

7.4.4.2. Sadržaj zraka, cementa i vodocementni omjer

Pri projektiranju količine cementa, vode ili dodatka, vrijednosti se uzimaju iz ispisano g izvještaja mješavine ili iz uputa za doziranje. Pri određivanju vodocementnog omjera uzima se u obzir sadržaj cementa, efektivni sadržaj vode, te ako je u sastavu ukupna količina tekućih dodataka veća od 3 l/m^3 , uzima se u obzir i sadržaj vode u njima. Za normalne i teške agregate je potrebno odrediti vrijednost upijanja vode prema HRN EN 1097-6. Za lagane agregate je mjerodavna norma HRN EN 1097-6.

Određivanje sadržaja zraka u betonu se određuje normom HRN EN 12350-7 za betone normalne težine i za teške betone. Za lagane betone se upotrebljava metoda ispitivanja ASTM C 173.

7.4.5. Zahtjevi za očvršli beton

7.4.5.1. Zahtjevi za čvrstoću

Ispitivanje čvrstoće se vrši na sljedeći način, uzorci se uzimaju prema HRN EN 12350-1, izrade i njeguju prema HRN EN 12390-2, te ispituju uzorci valjaka ili kocaka propisanih dimenzija na tlak prema HRN EN 12390-3.

Tlačna čvrstoća se ispituje na uzorcima starosti 28 dana. Ako se planira ispitivati čvrstoću na uzorcima starijim ili mlađim od 28 dana potrebno je to specificirati. Karakteristična tlačna čvrstoća mora odgovarati vrijednostima navedenim u tablicama 8 i 9 ili biti veća od njih.

Ako se određuje vlačna čvrstoća metodom cijepanja, ispitivanje mora biti u skladu sa HRN EN 12390-6. Poput ispitivanja tlačne čvrstoće, ispituje se na uzorku starosti 28 dana. Vlačna čvrstoća ne smije biti manja od specificirane karakteristične vlačne čvrstoće cijepanjem. Ako ispituujemo vlačnu čvrstoću metodom savijanja koristimo isti princip kao i cijepanjem, jedina razlika je da je u tom slučaju mjerodavna norma 12390-5.

7.4.5.2. Zahtjevi za gustoću

Beton se prema gustoći u suhom stanju dijeli na lagani, normalni i teški. Gustoća betona u suhom stanju određuje se prema HRN EN 12390-7.

Gustoća betona normalne težine u osušenom stanju mora biti u okviru vrijednosti ρ .

$$2000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} < \rho < 2600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

Gustoća teškog betona u osušenom stanju mora biti veća od $2600 \frac{kg}{m^3}$. Dopusšteno je odstupanje od $\pm 100 \frac{kg}{m^3}$ osim ako nije drugačije propisano.

Gustoća laganog betona mora odgovarati vrijednostima navedenim u sljedećoj tablici.

Tablica 12. Razredi gustoće za lagani beton [9]

Razred gustoće	D1,0	D1,2	D1,4	D1,6	D1,8	D2,0
Raspon gustoće ispitan prema EN 12390-7	≥ 800	> 1000	> 1200	> 1400	> 1600 i	> 1800
$\frac{kg}{m^3}$	≤ 1000	≤ 1200	≤ 1400	≤ 1600	≤ 1800	≤ 2000

Određivanje sukladnosti laganog betona mora biti u skladu sa HRN EN 12390-7.

7.4.5.3. Zahtjevi za otpornost na prodiranje vode

Ako je u planu utvrđivanje otpornosti betona na prodiranje vode, uvjetovatelj i proizvođač moraju dogovoriti metodu ispitivanja i zahtjeve sukladnosti. Ako se ne provodi ispitivanje, približna vrijednost otpornosti na prodor vode se utvrđuje pomoću graničnih vrijednosti za sastav betona.

7.5. Specifikacija betona

7.5.1 Općenito

Uvjetovatelj betona mora pružiti proizvođaču sve potrebne informacije vezane uz beton. Ako ima posebnih zahtjeva, obavezno se moraju navesti u specifikaciji.

Uvjetovatelj uzima u obzir:

- korištenje svježeg i očvrslog betona
- uvjete njege betona
- dimenzije konstrukcije koja se betonira
- razred izloženosti konstrukcije
- projektirani uporabni vijek konstrukcije
- zahtjeve za završnu obradu betona

- kriterije koji utječu na D_{lower} i D_{upper}
- ograničenje uporabe sastojaka utvrđene prikladnosti [9]

U odredbama koje vrijede na mjestu uporabe betona mogu se utvrditi dodatni zahtjevi uz prethodno navedene.

Beton se mora definirati kao projektirani beton ili kao beton zadanog sastava. Temelj za projektiranje sastava betona su rezultati početnih ispitivanja ili podaci dobiveni iz iskustva s betonom sličnog sastava. Što se tiče betona zadanog sastava, uvjetovatelj je odgovoran za usklađenost tog betona sa zahtjevima ove norme.

7.5.2 Specifikacije za projektirani beton

Projektirani beton mora zadovoljavati osnovne zahtjeve u svim slučajevima, a dodatne zahtjeve samo ako je potrebno.

Osnovni zahtjevi za sadržaj specifikacije betona su:

- zahtjev sukladnosti betona s ovom normom
- razred tlačne čvrstoće
- razred izloženosti
- D_{upper} i D_{lower}
- razred sadržaja klorida
- zadana gustoća ili ako je u pitanju lagani beton razred gustoće
- razred konzistencije

Dodatni zahtjevi za specifikaciju projektiranog betona su:

- posebna vrsta ili razred cementa
- posebna vrsta ili kategorija agregata
- postavljeni uvjeti za otpornost betona na smrzavanje
- zahtjevi za temperaturu svježeg betona
- razvoj čvrstoće i topline uslijed hidratacije
- otpornost na prodiranje vode i na habanje
- vlačna čvrstoća cijepanjem
- tehnički zahtjevi [9]

7.5.3. Specifikacije za beton zadanog sastava

Beton zadanog sastava mora zadovoljavati osnovne zahtjeve u svim slučajevima.

Osnovni zahtjevi za specifikaciju betona zadanog sastava su:

- usklađenost sa ovom normom
- vrsta cementa i razred čvrstoće
- omjer cementa u smjesi
- zahtjevi za agregat
- D_{upper} , D_{lower} i uvjeti granulometrije
- specifičnosti o aditivima, ako ih ima

Ako se zahtjeva potrebno je ispuniti i dodatne zahtjeve za specifikaciju betona zadanog sastava. Dodatni zahtjevi koji mogu biti u specifikaciji betona su:

- dodatni zahtjevi za agregat
- posebni zahtjevi za temperaturu svježeg betona
- posebni tehnički zahtjevi [9]

7.5.4. Specifikacije za normirani beton zadanog sastava

Normirani beton se specificira definiranjem važeće norme na mjestu uporabe betona te oznakom betona koja je dana istom normom.

Normirani beton zadanog sastava primjenjuje se za:

- beton normalne težine
- za razrede čvrstoće $\leq C16/20$, osim ako propisi dozvoljavaju i primjenu za C20/25
- za okoliše bez štetnog utjecaja na beton i za suhe/vlažne okoliše, ako je dozvoljeno propisima može se upotrebljavati i u drugim uvjetima izloženosti

7.6. Isporuka svježeg betona

Korisnik treba dogovoriti sa proizvođačem datum, vrijeme i detalje o isporuci betona. Korisnik je ujedno i dužan pravovremeno informirati proizvođača o posebnim postupcima pri transportu ili ugradnji betona. Proizvođač mora informirati korisnika o potencijalnim zdravstvenim rizicima koji dolaze sa rukovanjem svježim betonom.

Korisnik može od proizvođača tražiti podatke o sastavu betona (npr. vodocementni omjer, vrste aditiva...), rezultate ispitivanja betona, izvore sastojaka i podatke o razvoju čvrstoće betona.

Prikaz podataka o razvoju čvrstoće dan je u sljedećoj tablici.

Tablica 13. Razvoj čvrstoće betona na temperaturi od 20°C [9]

Razvoj čvrstoće	Omjer čvrstoće $r = f_{cm,2}/f_{cm,28}$
Brz	$\geq 0,5$
Srednji	$\geq 0,3 < 0,5$
Spor	$\geq 0,15 < 0,3$
Vrlo spor	$< 0,15$

Ispitivanja o razvoju čvrstoće betona provode se u skladu sa normama HRN EN 12350-1, HRN EN 12390-1, HRN EN 12390-2 i HRN EN 12390-3.

7.6.1. Otpremnica za beton

Beton dostavljen na gradilište moraju pregledati nadzorni inženjer ili drugi radnik osposobljen za pregled betona. Vizualna kontrola se mora izvršiti prilikom svake isporuke betona i dokumentacije koja je dostavljena s betonom (otpremnicom ili izjavom o sukladnosti).

Osnovni podatci koje otpremnica mora sadržavati su:

- ime betonare
- serijski broj otpremnice
- datum i vrijeme utovara
- broj ili identifikacija vozila
- ime kupca
- naziv i lokacija gradilišta
- pojedinosti o narudžbi
- količina betona u m^3
- izjava o usklađenosti proizvoda sa zahtjevima ove norme
- ime ili oznaka tijela za certificiranje
- vrijeme dostave, početka istovara te završetka istovara

Dodatni podaci koji se moraju navesti u otpremnici su:

- a) za projektirani beton
- podatci o klasifikaciji betona

- granične vrijednosti sastava betona
 - specifikacije o cementu
 - specifikacije o aditivima
 - D_{max}
- b) Za beton zadanog sastava:
- sadržaj i specifičnosti sastava
 - vodocementni omjer ili informacije o konzistenciji
 - D_{max}

Za normirani beton zadanog sastava dostavljeni podaci moraju biti u skladu sa odgovarajućim normama.

Na slici 6 se prikazuje primjer otpremnice za beton.



Slika 6. Otprennica za beton

7.7. Kontrola i zahtjevi sukladnosti

Kontrola sukladnosti je proces koji se primjenjuje u skladu s unaprijed usvojenim pravilima za provjeru usklađenosti betona sa specifikacijom betona.

Svojstva betona koja služe za kontrolu sukladnosti su svojstva koja se provjeravaju ispitivanjima prema normama. Lokacija uzorkovanja za ispitivanje mora se birati tako da se karakteristike betona neznatno promijene između lokacije uzorkovanja i isporuke betona. Kriterijima sukladnosti se odlučuje ako je proizvod sukladan ili nesukladan. U

slučaju nesukladnosti može se zahtijevati vršenje dodatnih aktivnosti kako bi se ostvarila sukladnost.

7.7.1. Kontrola sukladnosti projektiranog betona

7.7.1.1. Kontrola sukladnosti tlačne čvrstoće

7.7.1.1.1 Općenito o planu uzorkovanja i ispitivanja

Za betone C8/10 do C55/67 i lagane betone LC8/9 do LC55/60, uzorkovanje i ispitivanje vrši se za specifične sastave betone ili za betone utvrđenih sličnih važnih svojstava, osim ako nije drugačije specificirano. Ispitivanje sličnih betona ili porodice betona se ne primjenjuje za betone viših razreda čvrstoće.

U slučaju ispitivanja porodice betona, ispitivanja se vrše na svim betonima proizvedenih unutar porodice. Iz porodice se bira referentni beton koji je najmjerodavniji. Potrebno je ustanoviti povezanost svih betona iz porodice sa referentnim betonom kako bi se rezultati ispitivanja tlačne čvrstoće usporedili sa referentnim betonom. Za ocjenjivanje sukladnosti porodice mora se verificirati da svaki član pripada porodici.

U planu uzorkovanja i ispitivanja razlikujemo početnu i neprekidnu proizvodnju. Početna proizvodnja su najmanje prva 35 provedena ispitivanja, dok neprekidna proizvodnja je postignuta sa 35 ili više ispitivanja tijekom perioda od najviše 12 mjeseci.

Plan uzorkovanja i ispitivanja primijenjen tijekom početne proizvodnje se može koristiti i tijekom neprekidne proizvodnje.

Ako se čvrstoća odredi za uzorke različite starosti od standardne od 28. dana, sukladnost se ocjenjuje na tim uzorcima.

7.7.1.1.2. Plan uzorkovanja i ispitivanja

Uzorci se uzimaju nasumično u skladu sa normom HRN EN 12350-1.

Uzorci se uvijek uzimaju nakon dodavanja vode ili kemijskih dodataka na odgovornost proizvođača. Ako je dokazano da plastifikatori ne utječu negativno na čvrstoću betona onda je dozvoljeno uzorkovanje prije dodavanja plastifikatora. Rezultat ispitivanja je dobivena vrijednost na pojedinačnom uzorku ili aritmetička sredina rezultata ispitivanja na više uzoraka. Ako rezultat ili rezultati ispitivanja jednog uzorka odstupaju za više od 15% od aritmetičke sredine, rezultati ispitivanja se zanemaruju.

Zahtjevi učestalosti uzorkovanja su uvjetovani sljedećom tablicom.

Tablica 14. Najmanja učestalost uzorkovanja za ocjenjivanje sukladnosti [9]

Proizvodnja	Najmanja učestalost uzorkovanja		
	Prvih 30 m ³ proizvodnje	Nakon 50 m ³ proizvodnje, što je veće:	
		Beton s certificiranom kontrolom proizvodnje	Beton bez certificirane kontrole proizvodnje
Početna (dok se ne dobije najmanje 35 rezultata ispitivanja)	3 uzorka	1 na 200 m ³ ili 1 u 3 proizvodna dana	1 na 150 m ³ ili 1 u proizvodnom danu
Neprekidna (kada je dostupno najmanje 35 rezultata ispitivanja)	–	1 na 400 m ³ ili 1 u 5 proizvodnih dana ili u kalendarskom mjesecu	

7.7.1.1.3. Kriteriji sukladnosti tlačne čvrstoće

Sukladnost se određuje na uzorcima starosti 28 dana prema 7.4.3.1. te svaki pojedinačni rezultat treba ispuniti sljedeći kriterij:

$$f_{ci} \geq (f_{ck} - 4) \text{ N/mm}^2$$

f_{ci} - pojedinačni rezultat ispitivanja

f_{ck} - karakteristična tlačna čvrstoća

Za aritmetičku sredinu rezultata primjenjuju se različite metode ovisno o razini proizvodnje:

- Metoda za početnu proizvodnju

Srednja vrijednost tri uzastopna rezultata ispitivanja mora zadovoljiti sljedeći izraz:

$$f_{cm} \geq (f_{ck} + 4) \text{ N/mm}^2$$

f_{cm} - srednja vrijednost tlačne čvrstoće

- Metoda za neprekidnu proizvodnju

Srednja vrijednost uzastopnih rezultata ispitivanja prikupljenim ispitivanjem pojedinačnog betona ili betona iz porodice mora zadovoljavati izraz:

$$f_{cm} \geq (f_{ck} + 1,48 \sigma) \text{ N/mm}^2$$

σ - procjena standardnog odstupanja skupa

Za slučaj ispitivanja porodice betona f_{cm} pojedinačnog člana porodice mora se vrednovati prema sljedećoj tablici.

Tablica 15. Kriterij potvrđivanja članova porodice [9]

Broj n rezultata ispitivanja tlačne čvrstoće za jednog člana porodice	Srednja vrijednost n rezultata (f_{cm}) za jednog člana porodice N/mm ²
2	$\geq f_{ck} - 1,0$
3	$\geq f_{ck} + 1,5$
4	$\geq f_{ck} + 2,0$
5	$\geq f_{ck} + 2,5$
6	$\geq f_{ck} + 3,0$
7 do 9	$\geq f_{ck} + 3,5$
10 do 12	$\geq f_{ck} + 4,0$
13, 14	$\geq f_{ck} + 4,5$
≥ 15	$\geq f_{ck} + 1,48\sigma$

Ako beton ne zadovoljava kriterije postavljene tablicom 14 uklanja se iz porodice i ocjenjuje se posebno.

Kako bi se procjena standardnog odstupanja skupa σ primjenila na sljedeće razdoblje ispitivanja mora zadovoljiti kriterije dane tablicom 15, u slučaju da ih ne zadovoljava određuje se novi σ iz 35 najnedavniji ispitivanja koji će se primijeniti na sljedeće razdoblje ispitivanja.

Tablica 16. Vrijednosti za verifikaciju standardnog odstupanja [9]

Broj rezultata ispitivanja	Granične vrijednosti za S_n
15 do 19	$0,63 \sigma \leq S_n \leq 1,37 \sigma$
20 do 24	$0,68 \sigma \leq S_n \leq 1,31 \sigma$
25 do 29	$0,72 \sigma \leq S_n \leq 1,28 \sigma$

30 do 34	$0,74 \sigma \leq S_n \leq 1,26 \sigma$
35+	$0,76 \sigma \leq S_n \leq 1,24 \sigma$

7.7.1.2 Kontrola sukladnosti vlačne čvrstoće cijepanjem

Primjenjuje se isto kao i za 7.7.1.1., jedina iznimka je da je koncept ispitivanja porodice betona neprimjenjiv. Plan uzorkovanja je isti kao i za 7.7.1.1.2.

Ocjnjivanje sukladnosti se provodi na uzorcima starosti 28 dana, osim ako nije drugačije definirano. Sukladnost je zadovoljavajuća ako se zadovolje kriteriji iz tablice 16. Kriteriji sukladnosti su prikazani sljedećom tablicom.

Tablica 17. Kriteriji sukladnosti vlačne čvrstoće cijepanjem [9]

Proizvodnja	Broj n rezultata u skupini	Kriterij 1	Kriterij 2
		Srednja vrijednost n rezultata ($f_{ctm,sp}$) N/mm ²	Svaki pojedini rezultat ispitivanja ($f_{ctl,sp}$) N/mm ²
Početna	3	$\geq f_{ctk,sp} + 0,5$	$\geq f_{ctk,sp} - 0,5$
Neprekidna	Ne manje od 15	$\geq f_{ctk,sp} + 1,48\sigma$	$\geq f_{ctk,sp} - 0,5$

7.7.1.3. Kontrola sukladnosti drugih svojstava betona

Pri provjeri sukladnosti drugih svojstava betona, ocjenjivanje se temelji na dobivanje željene vrijednosti viskoznosti, sadržaja zraka i slično.

Uzorci za ispitivanje se odabiru nasumično te u skladu sa normom HRN EN 12350-1. Ispitivanje se mora provoditi uz uvjete postavljene ovom normom.

Sukladnost se zadovoljila ako:

- pojedinačni rezultati zadovoljavaju uvjete maksimalnog odstupanja
- odstupanje ne prekoračuje dopuštenu vrijednost odstupanja

Ako mješavina nije u skladu sa kriterijima, smatra se nesukladnom i odbacuje.

7.7.2. Kontrola sukladnosti betona zadanog sastava uključujući normirani beton zadanog sastava

Kako bi se odredila sukladnost mješavine provjeraju se odstupanja komponenti sastava mješavine. Dopušteno odstupanje za vodocementni omjer iznosi $\pm 0,04\%$, a ostala odstupanja su navedena u sljedećoj tablici.

Metode koje će služiti za ispitivanje sukladnosti betona moraju biti unaprijed dogovorene između korisnika i proizvođača, uzimajući u obzir preporuke ove norme.

Za cement, agregat, aditive i izvore sastojaka betona mora se provjeriti sukladnost sa zapisom iz proizvodnje i dokumentima o isporuci sastojaka.

7.7.3. Radnje u slučaju nesukladnog proizvoda

Ako se utvrdi nesukladnost potrebno je poduzeti sljedeće mjere:

- provjeriti rezultate ispitivanja i ako su neispravni poduzeti potrebne mjere
- ako se potvrdi nesukladnost, poduzeti strože mjere uključujući i preispitivanje kontrole proizvodnje
- u slučaju dokazivanja nesukladnosti specifikacije betona koja se nije primjetila pri isporuci, potrebno je pravovremeno informirati uvjetovatelja i korisnika kako bi se izbjegla bilo kakva šteta

Ako je uzrok nesukladnosti dodavanje vode ili kemijskih dodataka na gradilištu, proizvođač je dužan poduzeti mjere jedino ako je on odgovoran za to.

Ukoliko je proizvođač izdao obavijest o nesukladnosti betona ili ako se rezultatima ispitivanja utvrde nesukladnosti, mogu se zatražiti dodatna ispitivanja.

8. KONTROLNI POSTUPCI NA GRADILIŠTU

8.1. Kontrola kvalitete betonskih radova

Proces kontrole kvalitete betonskih radova se sastoji od sljedećih postupaka:

- kontrola proizvodnje
- kontrola na mjestu ugradnje
- naknadna ispitivanja betona u konstrukciji
- završna ocjena o sukladnosti betona ugrađenog u betonsku konstrukciju

Kontrola proizvodnje se provodi u skladu sa normom HRN 206. Proizvođač betona je odgovoran za kontrolu proizvodnje sve do trenutka predaje betona izvođaču radova.

Kontrolu betona na gradilištu, odnosno na mjestu ugradnje provodi izvođač od trenutka preuzimanja betona od proizvođača.

8.1.1. Završna ocjena o sukladnosti betona

Završnom ocjenom o sukladnosti betona se daje ocjena kvalitete betona ugrađenog u betonsku konstrukciju. Dokazuje se da isporučeni beton zadovoljava predviđena tehnička svojstva, čime se ujedno dokazuje i uporabljivost betonske konstrukcije.

Prema „Pravilniku o tehničkim normativima za beton i armirani beton“ završna ocjena kvalitete betona obuhvaća:

- dokumentaciju o preuzimanju betona po partijama
- usporedbe rezultata tekuće kontrole proizvodnje s rezultatima kontrole suglasnosti
- mišljenje o kvaliteti ugrađenog betona koje se donosi na temelju vizualnog pregleda konstrukcije

8.2. Ispitivanje svježeg betona

Prilikom isporuke svježeg betona na gradilište potrebno je ispitati njegova svojstva kako bi se utvrdilo da je beton u skladu sa zahtjevanim svojstvima prije njegove ugradnje u konstrukciju. Veliki značaj pri ispitivanju svježeg betona ima niz normi HRN EN 12350.

Popis normi za ispitivanje svježeg betona je sljedeći:

- HRN EN 12350-1:2019 (Uzorkovanje i uobičajena oprema)
- HRN EN 12350-2:2019 (Ispitivanje slijeganjem)
- HRN EN 12350-3:2019 (Vebe ispitivanje)
- HRN EN 12350-4:2019 (Stupanj zbijenosti)
- HRN EN 12350-5:2019 (Ispitivanje rasprostiranjem)
- HRN EN 12350-6:2019 (Gustoća)
- HRN EN 12350-7:2019 (Sadržaj pora - Tlačne metode)
- HRN EN 12350-8:2019 (Samozbijajući beton - Ispitivanje rasprostiranja slijeganjem)
- HRN EN 12350-9:2010 (Samozbijajući beton - Ispitivanje V-lijevkom)
- HRN EN 12350-10:2010 (Samozbijajući beton - Ispitivanje L-posudom)
- HRN EN 12350-11:2010 (Samozbijajući beton - Ispitivanje segregacije sijanjem)
- HRN EN 12350-12:2010 (Samozbijajući beton - Ispitivanje J-prstenom)

8.3. Ispitivanje očvrstlog betona

Ispitivanje očvrstlog betona se radi kako bi ustanovili da je beton uporabljiv i usklađen sa postavljenim zahtjevima. Svojstva očvrstnalog betona koja se ispituju su tlačna čvrstoća, vlačna čvrstoća, gustoća, vodopropusnost i plinopropusnost, otpornost na smrzavanje, otpornost na habanje te modul elastičnosti. Za ispitivanje očvrstlog betona služi niz normi HRN EN 12390.

Neke od mjerodavnih normi za ispitivanje očvrstlog betona su sljedeće:

- HRN EN 12390-1:2021 (Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe)
- HRN EN 12390-2:2019 (Izrada i njega ispitnih uzoraka za ispitivanja čvrstoće)
- HRN EN 12390-3:2019 (Tlačna čvrstoća ispitnih uzoraka)
- HRN EN 12390-4:2019 (Tlačna čvrstoća - Specifikacija uređaja za ispitivanje)
- HRN EN 12390-5:2019 (Čvrstoća ispitnih uzoraka na savijanje)
- HRN EN 12390-6:2023 (Vlačna čvrstoća cijepanjem ispitnih uzoraka)
- HRN EN 12390-7:2019 (Gustoća očvrstnalog betona)
- HRN EN 12390-8:2019 (Dubina prodora vode pod tlakom)

8.4. Ocjenjivanje sukladnosti tlačne čvrstoće betona uzoraka sa gradilišta

Sukladnost betona ocjenjujemo za konstruktivni element „Pilot“.

Konstruktivni element „Pilot“ mora zadovoljiti kriterije za beton razreda C35/45 za svaki pojedini rezultat tlačne čvrstoće i srednju vrijednost od „n“ rezultata koji se ne preklapaju.

Beton pripada sukladnom skupu ako su zadovoljena oba kriterija iz tablice 18.

Tablica 17. Kriteriji istovjetnosti tlačne čvrstoće [9]

Broj „n“ rezultata ispitivanja tlačne čvrstoće definiranog volumena betona	Kriterij 1	Kriterij 2
	srednja vrijednost „n“ rezultata (f_{cm}) N/mm ²	svaki pojedini rezultat (f_{ci}) N/mm ²
1	nije primjenjiv	$\geq f_{ck} - 4$
2 – 4	$\geq f_{ck} + 1$	$\geq f_{ck} - 4$
5 – 6	$\geq f_{ck} + 2$	$\geq f_{ck} - 4$

U razdoblju od 15.12.2020. do 31.07.2021. je analizirano ukupno 136 uzorka. Ispitani uzorci su starosti od 28 dana i rezultati prikupljeni ispitivanjem uzorka su prikazani

tablicom 19. Rezultat ispitivanja je srednja vrijednost tlačne čvrstoće 2 uzorka uzetih na isti dan. Rezultati ispitivanja su grupirani po mjesecima.

Tablica 19. Tablični prikaz rezultata prikupljenih ispitivanjem očvrsllog betona na gradilištu Brajdica

Redni broj	Datum izrade	Tlačna čvrstoća (N/mm ²)	Rezultat ispitivanja (N/mm ²)	Skup	
1	15.12.2020	57.6	55.8	f _{cm1}	
2	15.12.2020	54.0			
3	17.12.2020	53.2	52.2		
4	17.12.2020	51.2			
5	15.1.2021	53.7	54.2	f _{cm2}	
6	15.1.2021	54.7			
7	18.1.2021	52.1	52.5		
8	18.1.2021	52.8			
9	20.1.2021	53.7	50.5		
10	20.1.2021	47.4			
11	26.1.2021	54.0	51.9		
12	26.1.2021	49.8			
13	15.2.2021	49.3	48.1		f _{cm3}
14	15.2.2021	46.8			
15	18.2.2021	49.1	50.7		
16	18.2.2021	52.2			
17	22.2.2021	49.3	48.3		
18	22.2.2021	47.4			
19	24.2.2021	48.8	49.7		
20	24.2.2021	50.5			
21	4.3.2021	48.0	49.4	f _{cm4}	

22	4.3.2021	50.8			
23	6.3.2021	55.1	57.7		
24	6.3.2021	60.3			
25	11.3.2021	52.4	53.5		
26	11.3.2021	54.5			
27	17.3.2021	49.9	49.0		
28	17.3.2021	48.1			
29	18.3.2021	59.0	58.0	f _{cm5}	
30	18.3.2021	57.0			
31	20.3.2021	45.6	49.3		
32	20.3.2021	53.0			
33	22.3.2021	45.0	49.0		
34	22.3.2021	53.0			
35	22.3.2021	46.3	46.1		
36	22.3.2021	46.0			
37	23.3.2021	48.8	47.2		f _{cm6}
38	23.3.2021	45.7			
39	25.3.2021	57.8	56.0		
40	25.3.2021	54.2			
41	26.3.2021	53.4	53.4		
42	26.3.2021	53.4			
43	29.3.2021	51.1	50.3		
44	29.3.2021	49.6			
45	30.3.2021	52.7	51.5		
46	30.3.2021	50.4			
47	8.4.2021	61.2	62.1	f _{cm7}	
48	8.4.2021	63.0			

49	9.4.2021	56.4	55.5	f _{cm8}	
50	9.4.2021	54.5			
51	12.4.2021	54.1	50.3		
52	12.4.2021	46.5			
53	13.4.2021	57.6	56.9		
54	13.4.2021	56.3			
55	13.4.2021	48.7	48.8		
56	13.4.2021	49.0			
57	15.4.2021	57.2	57.3		
58	15.4.2021	57.5			
59	17.4.2021	47.9	50.3		
60	17.4.2021	52.7			
61	19.4.2021	59.5	59.3		
62	19.4.2021	59.2			
63	20.4.2021	55.1	56.8	f _{cm9}	
64	20.4.2021	58.5			
65	22.4.2021	50.6	52.0		
66	22.4.2021	53.5			
67	28.4.2021	54.8	52.8		
68	28.4.2021	50.8			
69	30.4.2021	47.6	46.5		
70	30.4.2021	45.3			
71	3.5.2021	46.8	47.7		f _{cm10}
72	3.5.2021	48.6			
73	3.5.2021	50.6	50.2		
74	3.5.2021	49.8			
75	4.5.2021	61.7	57.5		

76	4.5.2021	53.4			
77	6.5.2021	56.1	58.8		
78	6.5.2021	61.5			
79	11.5.2021	57.3	57.1	f _{cm11}	
80	11.5.2021	56.9			
81	14.5.2021	49.9	47.0		
82	14.5.2021	44.0			
83	17.5.2021	53.5	53.5		
84	17.5.2021	0.0			
85	25.5.2021	56.1	56.8		
86	25.5.2021	57.4			
87	27.5.2021	48.4	48.4		f _{cm12}
88	27.5.2021	48.3			
89	28.5.2021	53.7	52.2		
90	28.5.2021	50.7			
91	31.5.2021	49.3	49.4		
92	31.5.2021	49.5			
93	2.6.2021	42.0	42.1	f _{cm13}	
94	2.6.2021	42.2			
95	4.6.2021	53.5	48.7	f _{cm14}	
96	4.6.2021	43.9			
97	7.6.2021	53.1	52.2		
98	7.6.2021	51.4			
99	8.6.2021	47.0	49.5		
100	8.6.2021	52.1			
101	10.6.2021	48.0	46.1	f _{cm15}	
102	10.6.2021	44.2			

103	14.6.2021	45.0	45.1	f _{cm} 16
104	14.6.2021	45.2		
105	16.6.2021	36.9	39.3	f _{cm} 17
106	16.6.2021	41.6		
107	17.6.2021	41.5	43.3	f _{cm} 18
108	17.6.2021	45.2		
109	19.6.2021	42.9	44.9	f _{cm} 19
110	19.6.2021	47.0		
111	21.6.2021	43.8	45.3	f _{cm} 20
112	21.6.2021	46.8		
113	23.6.2021	41.3	40.0	f _{cm} 21
114	23.6.2021	38.7		
115	29.6.2021	47.0	48.2	f _{cm} 22
116	29.6.2021	49.3		
117	1.7.2021	52.3	51.5	f _{cm} 23
118	1.7.2021	50.7		
119	5.7.2021	47.4	47.5	
120	5.7.2021	47.6		
121	6.7.2021	48.1	47.8	
122	6.7.2021	47.6		
123	8.7.2021	38.4	38.3	f _{cm} 24
124	8.7.2021	38.3		
125	12.7.2021	49.8	47.1	f _{cm} 25
126	12.7.2021	44.4		
127	13.7.2021	49.9	50.8	
128	13.7.2021	51.7		
129	16.7.2021	48.4	47.3	
130	16.7.2021	46.1		

131	19.7.2021	50.0	49.9	f _{cm} 26
132	19.7.2021	49.8		
133	22.7.2021	49.5	50.7	
134	22.7.2021	51.9		
135	31.7.2021	40.8	40.7	
136	31.7.2021	40.6		

U tablici 20. se prikazuje srednja vrijednost rezultata ispitivanja tlačne čvrstoće te ocjena sukladnosti tih rezultata prema kriteriju 1 koji je definiran u tablici 19.

Tablica 20. Ocjena sukladnosti rezultata ispitivanja uzoraka očvrstlog betona prema HRN EN 206

Skup	Tlačna čvrstoća (N/mm ²)	Srednja vrijednost (N/mm ²)	Kriterij 1	
f _{cm} 1	55.8	54.0	$\geq f_{ck} + 1 =$ $\geq 45 + 1 =$ ≥ 46	Zadovoljava
	52.2			
f _{cm} 2	54.2	52.3	$\geq f_{ck} + 1 = 46$	Zadovoljava
	52.5			
	50.5			
	51.9			
f _{cm} 3	48.1	49.2	$\geq f_{ck} + 1 = 46$	Zadovoljava
	50.7			
	48.3			
	49.7			
f _{cm} 4	49.4	52.4	$\geq f_{ck} + 1 = 46$	Zadovoljava
	57.7			
	53.5			
	49.0			

f _{cm5}	58.0	50.6	$\geq f_{ck} + 1 = 46$	Zadovoljava
	49.3			
	49.0			
	46.1			
f _{cm6}	47.2	51.7	$\geq f_{ck} + 2 = 47$	Zadovoljava
	56.0			
	53.4			
	50.3			
	51.5			
f _{cm7}	62.1	56.2	$\geq f_{ck} + 1 = 46$	Zadovoljava
	55.5			
	50.3			
	56.9			
f _{cm8}	48.8	54.0	$\geq f_{ck} + 1 = 46$	Zadovoljava
	57.3			
	50.3			
	59.3			
f _{cm9}	56.8	52.0	$\geq f_{ck} + 1 = 46$	Zadovoljava
	52.0			
	52.8			
	46.5			
f _{cm10}	47.7	53.5	$\geq f_{ck} + 1 = 46$	Zadovoljava
	50.2			
	57.5			
	58.8			
f _{cm11}	57.1	53.6	$\geq f_{ck} + 1 = 46$	Zadovoljava
	47.0			

	53.5			
	56.8			
f _{cm12}	48.4	50.0	$\geq f_{ck} + 1 = 46$	Zadovoljava
	52.2			
	49.4			
f _{cm13}	42.1	42.1	/	Kriterij nije primjenjiv
f _{cm14}	48.7	50.1	$\geq f_{ck} + 1 = 46$	Zadovoljava
	52.2			
	49.5			
f _{cm15}	46.1	46.1	/	Kriterij nije primjenjiv
f _{cm16}	45.1	45.1	/	Kriterij nije primjenjiv
f _{cm17}	39.3	39.3	/	Kriterij nije primjenjiv
f _{cm18}	43.3	43.3	/	Kriterij nije primjenjiv
f _{cm19}	44.9	44.9	/	Kriterij nije primjenjiv
f _{cm20}	45.3	45.3	/	Kriterij nije primjenjiv
f _{cm21}	40.0	40.0	/	Kriterij nije primjenjiv
f _{cm22}	48.2	48.2	/	Kriterij nije primjenjiv
f _{cm23}	51.5	48.9	$\geq f_{ck} + 1 = 46$	Zadovoljava
	47.5			
	47.8			
f _{cm24}	38.3	38.3	/	Kriterij nije primjenjiv
f _{cm25}	47.1	49.2	$\geq f_{ck} + 2 = 47$	Zadovoljava
	50.8			
	47.3			
	49.9			
	50.7			
f _{cm26}	40.7	40.7	/	Kriterij nije primjenjiv

Iz tablice 20. vidimo kako svaki skup f_{cm} , na kojem je primjenjiv kriterij 1, je zadovoljio prvi kriterij identičnosti tlačne čvrstoće pri ocjenjivanju sukladnosti.

U tablici 21. se prikazuje pojedinačna vrijednost rezultata ispitivanja tlačne čvrstoće te ispitivanje identičnosti tlačne čvrstoće rezultata prema kriteriju 2 koji je definiran u tablici 19.

Tablica 21. Ocjena sukladnosti rezultata ispitivanja uzoraka očvrstlog betona prema HRN EN 206

Skup	Rezultat ispitivanja	Kriterij 2	
f_{ci1}	55.8	$\geq f_{ck} - 4 =$ $\geq 45 - 4 =$ ≥ 41	Zadovoljava
	52.2	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
f_{ci2}	54.2	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	52.5	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	50.6	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	51.9	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
f_{ci3}	48.1	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	50.7	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	48.4	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	49.7	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
f_{ci4}	49.4	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	57.7	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	53.5	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	49.0	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
f_{ci5}	58.0	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava

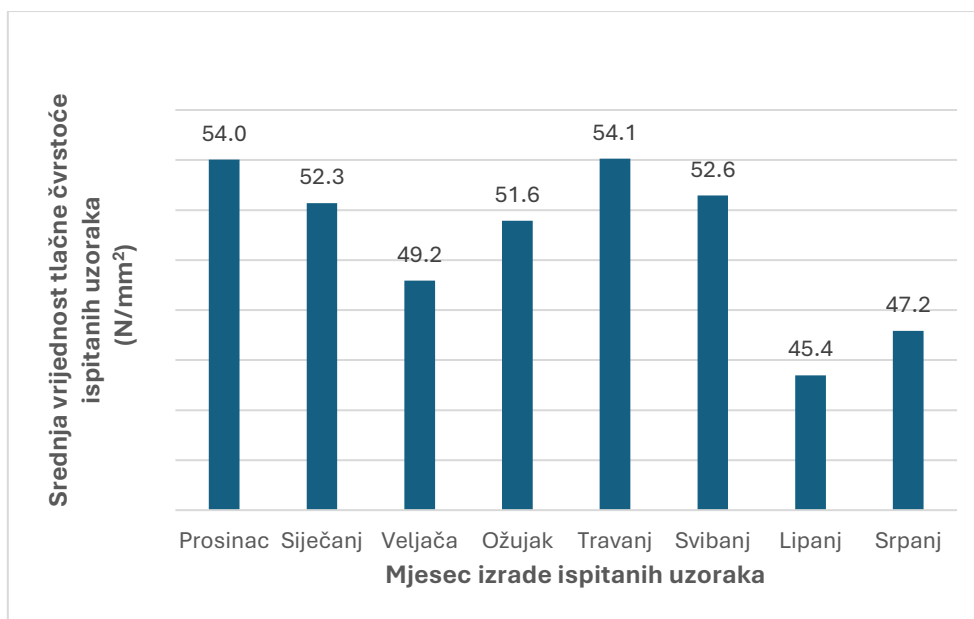
	49.3	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	49.0	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	46.2	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
f _{ci6}	47.3	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	56.0	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	53.4	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	50.4	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	51.6	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
f _{ci7}	62.1	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	55.5	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	50.3	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	57.0	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
f _{ci8}	48.9	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	57.4	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	50.3	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	59.4	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
f _{ci9}	56.8	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	52.1	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	52.8	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	46.5	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
f _{ci10}	47.7	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	50.2	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava

	57.6	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	58.8	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
f _{ci} 11	57.1	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	47.0	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	53.5	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	56.8	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
f _{ci} 12	48.4	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	52.2	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	49.4	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
f _{ci} 13	42.1	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
f _{ci} 14	48.7	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	52.3	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	49.6	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
f _{ci} 15	46.1	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
f _{ci} 16	45.1	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
f _{ci} 17	39.3	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Ne zadovoljava!
f _{ci} 18	43.4	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
f _{ci} 19	45.0	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
f _{ci} 20	45.3	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
f _{ci} 21	40.0	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Ne zadovoljava!
f _{ci} 22	48.2	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
f _{ci} 23	51.5	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava

	47.5	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	47.9	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
f_{ci24}	38.4	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Ne zadovoljava!
f_{ci25}	47.1	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	50.8	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	47.3	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	49.9	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
	50.7	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Zadovoljava
f_{ci26}	40.7	$\geq f_{ck} - 4 = 41$	Ne zadovoljava!

Iz tablice 21 može se vidjeti da 4 skupa f_{ci} nije zadovoljilo 2. kriterij iz tablice 19, ti uzorci se smatraju neispravnima.

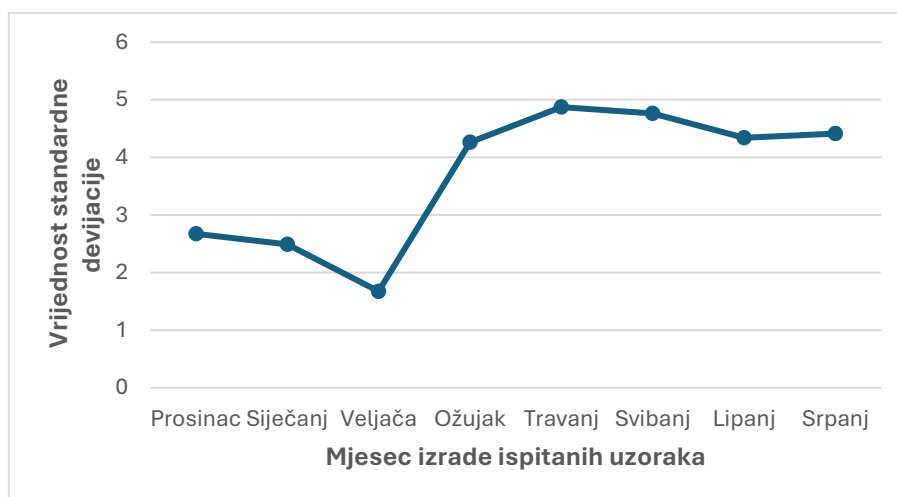
Na slici 7 je prikazana srednja vrijednost tlačne čvrstoće rezultata ispitivanja po mjesecima u kojima su se izrađivali uzorci. Na temelju slike može se zaključiti da tlačna čvrstoća ovisi o godišnjem razdoblju u kojem se uzimaju uzorci. Srednja vrijednost tlačne čvrstoće je znatno veća kod uzoraka izrađenim u najtoplijem dijelu godine, mjesecima lipnju i srpnju kao i najhladnijem dijelu godine, mjesecu veljači.



Slika 7. Grupirani stupčasti prikaz srednje vrijednosti tlačne čvrstoće ispitanih uzorka po mjesecima u kojima su izrađeni uzorci

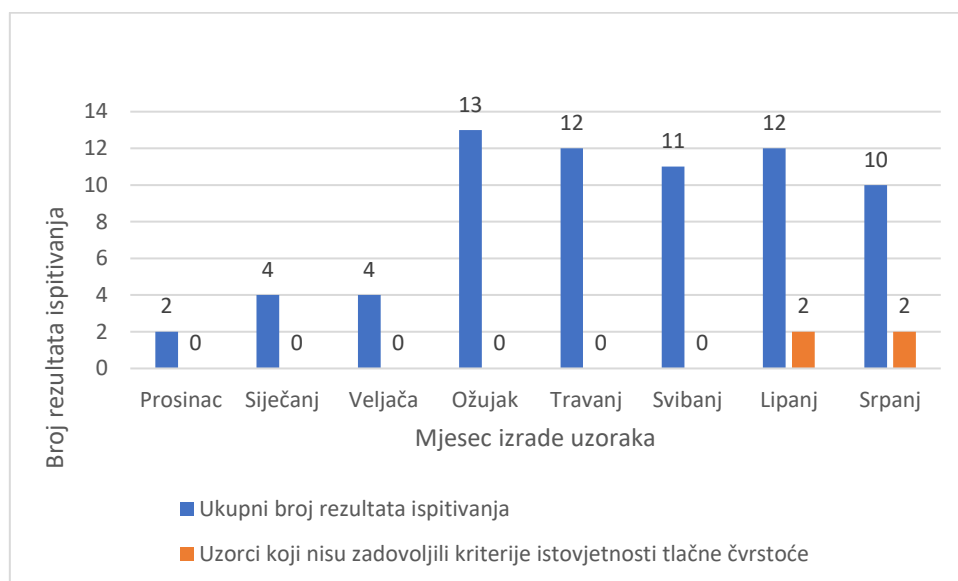
Na slici 2 se prikazuje vrijednost standardne devijacije rezultata ispitivanja tlačne čvrstoće po mjesecima u kojima su izrađeni uzorci. Na temelju dijagrama možemo zaključiti da je standardna devijacija niža tijekom hladnijih mjeseci u odnosu na razdoblje lipnja i srpnja.

Slika 8. Linijski prikaz standardne devijacije rezultata ispitivanja tlačne čvrstoće po mjesecima u kojima su izrađeni uzorci



Na slici 8, na ordinati je prikazan ukupan broj rezultata ispitivanja i broj rezultata ispitivanja koji nisu ispunili kriterije postavljene u tablici 19, dok su na apscisi prikazani

mjeseci unutar kojih su uzorci za ispitivanje prikupljeni. Iz dijagrama je vidljivo da su lipanj i srpanj jedini mjeseci u kojima se pojavljuju rezultati koji ne ispunjavaju kriterije identičnosti tlačne čvrstoće.



Slika 9. Grupirani stupčasti prikaz ukupnog broja uzetih uzoraka za ispitivanje i broja uzoraka koji nisu zadovoljili kriterije identičnosti tlačne čvrstoće po mjesecima

Pomoću prethodnih dijagrama se može zaključiti da je potrebno posvetiti posebnu pažnju pri betoniraju tijekom ljetnih uvjeta. Visoke temperature utječu negativno na konzistenciju svježeg betona, vrijeme njegovog vezivanja te se zbog ubrzanog sušenja površine betona javlja veća vjerojatnost od pojave pukotina uslijed plastičnog skupljanja betona.

9. ZAKLJUČAK

U ovom radu je prikazan zakonodavni okvir kojim se obvezuje gradnja betonske konstrukcije te važnost provođenja kontrole kvalitete pri izvedbi betonske konstrukcije. Ključno je da se u konstrukciju ugrađuje beton koji je prošao sva potrebna ispitivanja i koji je u potpunosti usklađen s važećim normama i propisima.

U poglavlju 9.3. prikazana je važnost kontrole betona. Za 136 uzoraka koji su se uzorkovali u razdoblju od 15.12.2020. do 31.07.2021., provedena je ocjena sukladnosti tlačne čvrstoće ispitivanjem identičnosti tlačne čvrstoće prema normi HRN EN 206. Od tih 136 uzoraka dobiveno je 68 rezultata ispitivanja, među kojima 4 rezultata nije ispunilo kriterije identičnosti tlačne čvrstoće, te se samim time se ta 4 rezultata smatra neispravnima i odbacuju. Sva 4 neispravna rezultata ispitivanja imaju zajedničko to što im prethodi uzorak izrađen u lipnju i srpnju, što dovodi do zaključka da je potrebno posvetiti posebnu pažnju pri betoniranju u toplijim uvjetima. Primjenom usporivača vezanja, plastifikatora, superplastifikatora ili povećavanjem konzistencije uslijed zadržavanja vodocementnog omjera mogu se ublažiti negativni utjecaji visokih temperatura na betoniranje u ljetnim uvjetima.

Da smo u konstrukciju ugradili beton sličnih svojstva poput tih 6 uzoraka, posljedice bi bile sljedeće:

- Smanjena nosivost
- Povećana sklonost pukotinama
- Smanjena trajnost konstrukcije
- Korozija armature
- Neodgovarajuća otpornost na kemijske i toplinske utjecaje

Svaka prethodno navedena posljedica ugrađivanja nekvalitetnog betona u konstrukciju može rezultirati potrebom za ranim popravcima konstrukcije. U konačnici bi nas „jeftiniji“ proizvod koštao više radi skupljeg održavanja.

S obzirom na to da je izvedba betonske konstrukcije kompliciran, dugotrajan i skup proces, bitno je što više smanjiti potencijalne rizike. Kontrolom ugrađenog betona možemo osigurati uspješno izvođenje betonske konstrukcije u skladu sa zahtjevom projekta betonske konstrukcije.

10. LITERATURA

[1] <https://www.svijet-kvalitete.com/index.php/kvaliteta>

[2] A. Vuković, D. Pavletić i M. Ikonić, "OSNOVNI PRISTUPI POTPUNOM UPRAVLJANJU KVALITETOM I TEMELJNI KONCEPTI IZVRSNOSTI", Engineering Review, vol.27, br. 2, str. 71-81, 2007. [Online].

[3] Zlata , Dolaček Alduk , Predavanje „Kvaliteta u građevinskim projektima“ , Građevinsko-arhitektonski fakultet u Osijeku, 2017.

[4] Ivana Štimac Grandić, Davor Grandić, Novo građevinsko tehničko zakonodavstvo u Hrvatskoj, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, 2011.

[5] <https://www.hzn.hr/hr/>

[6] Zakon o gradnji, <https://www.zakon.hr/z/690/Zakon-o-gradnji>

[7] Tehnički propisi za građevinske konstrukcije, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017_02_17_403.html

[8] Hrvatska norma HRN EN 13670, Izvedba betonskih konstrukcija

[9] Hrvatska norma HRN EN 206, Beton - Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost