

# Tehnologija gradjenja betonskih konstrukcija

**V.Prof dr Branko Milosavljevic**

## Tehnologija gradjenja

Nedelja	Tema
1	Uvodno predavanja, propozicije, sadržaj elaborata. Tehničke specifikacije za izvođenje SRPS EN13670
2	Oplate Opšte o nameni i primeni, materijali za izradu, tipovi i sistemi.
3	Oplate Prikaz različitih tipova i sistema skela i oplata
4	Podupirači i skele
5	Oplate i skele Zadatak za elaborat, prikaz konkretnog primera
6	Betoniranje konstrukcije Postupci betoniranja
7	Betoniranja konstrukcije Spojnice i razdelnice
8	Plan betoniranja konstrukcije Zadatak za elaborat, prikaz konkretnog primera
9	Poseta gradilistu
10	Montažne konstrukcije Generalno o montažnim konstrukcijama, tolerancije Montažne međuspratne konstrukcije, Hollow core
11	Montažne konstrukcije Montažne grede i stubovi Primeri montažnih veza
12	Montažne konstrukcije Problemi dizanja i montaže Primeri iz prakse
13	Pregled i overa elaborata

# Sadržaj elaborata

## **1 Generalni opis izvodjenja betonskih radova – Oplate i skele**

### 1.1. Osnovne postavke

- Klimatski uslovi, lokacija gradilišta, transport betona, ugrađivanje, vibriranje, sve generalno u par rečenica (pomenuti priloge u kojima je data organizacija gradilišta (crtež) i karakteristike opreme (priloženi separat)).

### 1.2. Oplate i skele

- Opis skele i oplate (vrsta, tipovi, kvašenje, premazi, spojevi, uglovi isl.). Pozvati se na crtež skele i oplate koji se prilaže, kao i na priložene separate sa karakteristikama elemenata skele i oplate.

## **2. Plan betoniranja konstrukcije**

### 2.1 Faze betoniranja

- Definisane koncepcije betoniranja po fazama i prekida betoniranja, kao i pripremnih radova.
- Detaljan opis betoniranja po pojedinim fazama, sa opisom prekida i spojnica.

### 2.2 Količine i klase - vrste betona po fazama

- Proračun količina betona po pojedinim fazama

# Formiranje ocene

Školska 2022/2023 godina

Elaborat 50% - Minimum 30% za potpis i izlazak na ispit

Ispit 50%

## Pravila za izradu elaborata iz predmeta TGBK

Sadržaj Elaborata

### I deo Oplate i skele

Tekstulani deo (u skladu sa objašnjenjem)

Generalni opis izvođenja betonskih radova

Osnovne postavke

Oplate i skele

### Grafički deo

Osnova konstrukcije      R 1:100

Četiri preseka              R 1:25

Rok za predaju:

*24.04 poslednji rok*

## **II deo Faze – Plan betoniranja**

### Tekstulani deo (u skladu sa objašnjenjem)

Opis svake faze betoniranja

Količine betona po fazama (klase i vrste) – može i tabelarno

Način izvođenja radova i potrebna oprema

Proračun učinaka za temeljnu ploču kao kritičnu fazu (provera usvojenih dimenzija traka podfaza)

### Grafički deo

Faze – plan betoniranja konstrukcije

Dispozicija - osnove i preseci R 1:100

Detalji radnih spojnica R 1:25

Rok za predaju: *31.05 poslednji rok*

### **Važna napomena:**

Neće se razmatrati elaborati koji:

Nisu ukoričeni i/ili nemaju postavku zadatka

Nisu kompletni (vidi Sadržaj Elaborata)

Sadrže crteže u neodgovarajućoj razmeri

Sadrže nepotpisane crteže

# **IZVOĐENJE BETONSKIH KONSTRUKCIJA**

**„Betonska konstrukcija se izvodi u skladu sa srpskim standardom SRPS EN 13670 i standardima na koje se on poziva.“**

**PRAVILNIK ZA GRAĐEVINSKE  
KONSTRUKCIJE, član 33 ("Sl. glasnik RS", br.  
89/2019)**

# PROJEKAT BETONA

**Tehnološki elaborat čijom se primenom postiže:**

- obezbeđenje svih zahteva iz projekta konstrukcije u vezi sa betonom i betonskim radovima;
- blagovremeno planiranje svih aktivnosti za ispunjenje navedenih zahteva (izbegavanje improvizacija i eventualnih štetnih posledica).

- Prema BAB87 (prethodni standard), betonski radovi se izvode prema projektu konstrukcije i projektu betona.
- Nije neophodan pri izvođenju manje značajnih objekata.
- Projekat betona izrađuje proizvođač betona i izvođač betonskih radova
  - ✦ Projekat betona za fabriku betona
  - ✦ Projekat betona za gradilište



## SRPS EN 13670 – Izvođenje betonskih konstrukcija Execution of concrete structures

- Standard se odnosi na izvođenje AB konstrukcija i ima za cilj postizanje projektovanog nivoa sigurnosti i upotrebljivosti, u skladu sa ostalim relevantnim EN:
  - SRPS EN 206:2017 Beton – Specifikacija, performanse, proizvodnja i usaglašenost
  - SRPS EN 1990:2012 Evrokod — Osnove projektovanja konstrukcija
  - (+Nacionalni prilog)
  - SRPS EN 1992-1-1:2015 Evrokod 2 — Projektovanje betonskih konstrukcija — Deo 1-1: Opšta pravila i pravila za zgrade (+Nacionalni prilog) .....
- 
- predstavlja vezu između procesa projektovanja i izvođenja
  - propisuje niz standarditovanih zahteva za izvođenje
  - definiše niz tehničkih informacija koje projektant treba da pripremi za potrebe izvođenja

## SRPS EN 13670 – Izvođenje betonskih konstrukcija Execution of concrete structures

Funkcija standarda SRPS EN 13670 je da:

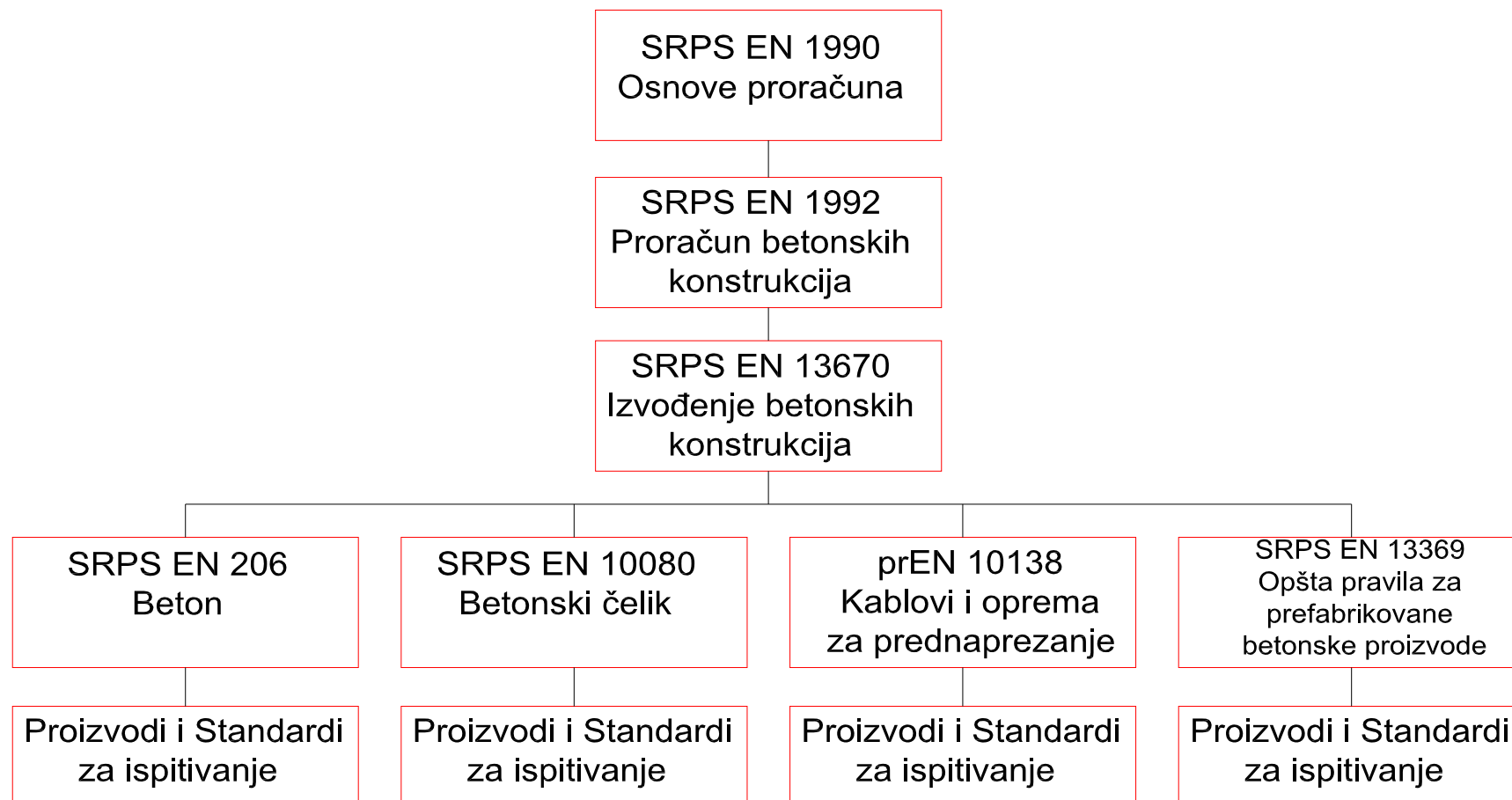
- predstavlja vezu između procesa projektovanja i izvođenja,
- propisuje niz standardizovanih zahteva za izvođenje,
- definiše niz tehničkih informacija koje projektant treba da pripremi za potrebe izvođenja.

# SRPS EN 13670 – Izvođenje betonskih konstrukcija Execution of concrete structures

## UPRAVLJANJE PRI IZVOĐENJU BETONSKIH KONSTRUKCIJA

Osnovne pretpostavke na kojima se bazira SRPS EN 13670 su da postoji:

- detaljan projekat konstrukcije,
- upravljanje projektom koje rukovodi nadzorom u cilju izvođenja radova u skladu sa projektom, upravljenje gradilištem koje obezbeđuje organizaciju radova, upotrebu opreme i mašina, kvalitet materijala i radova.



# Struktura SRPS EN 13670

## Normativne reference

### Definicije

### Upravljanje pri izvođenju

Pretpostavke

Dokumentacija

    Specifikacije za izvođenje

    Plan kvaliteta

    Zapisnik o izvođenju

Upravljanje kvalitetom

    Klase izvođenja

    Kontrola materijala i  
    proizvoda

    Kontrola izvođenja

Radnje u slučaju neusklađenosti

## Skela i oplata

Osnovni zahtevi

Materijali

    Opšte

    Oplatni premazi

Projektovanje i montiranje skele

Projektovanje imontiranje oplata

Specijalna oplata

Umetci u oplata i ugrađene  
komponente

    Opšte

    Realizovanje privremenih  
    prekida i otvora

Uklanjanje oplata i skele

## Armatura

Materijali

Savijanje, sečenje, transport i  
skladištenje armature

Zavarivanje

Spojevi

# Struktura SRPS EN 13670

## **Prednaprezanje**

Materijali za prednaprezanje

- Sistemi za naknadno utezanje

- Cevi za kablove

- Elementi za zatezanje

- Elementi i pribor za sidrenje

- Oslanjanje kablova

- Cementna injekciona masa

- Mast, vosak ili drugi proizvodi

Transport i skladištenje

Instalacija kablova

Zaštitne mere (injektiranje,  
podmazivanje)

Operacije injektiranja

Operacije podmazivanja

Zaptivanje

## **Betoniranje**

Specifikacija betona

Operacije pre betoniranja

Dostava, prijem i transport svežeg  
betona

Ugradnja i zbijanje

- Opšte

- Lakoagregatni beton

- Samougrađujući beton

- Prskani beton

- Ugradnja pomoću klizne oplate

- Podvodno betoniranje

Nega i zaštita

Operacije nakon betoniranja

Betoniranje kompozitnih struktura

Završna obrada

## Struktura SRPS EN 13670

### **Izvođenje sa prefabrikovanim betonskim elementima**

Fabrički proizvedeni elementi  
Elementi izrađeni na gradilištu  
Rukovanje i skladištenje  
Montiranje i podešavanje  
Spajanje i završni radovi  
    Radovi in-situ  
    Veze u konstrukciji

### **Geometrijske tolerancije**

Opšte  
Referentni sistem  
Oslonački elementi (temelji)  
Stubovi i zidovi  
Grede i ploče  
Poprečni preseci  
Ravnost površina i ivica  
Tolerancije za rupe i umetke

### **Informativni Aneksi**

A Smernice za dokumentaciju  
B Smernice za upravljanje kvalitetom  
C Smernice za radnu konstrukciju i oplatu  
D Smernice za ojačanje  
E Smernice za prednaprezanje  
F Smernice za betoniranje  
G Smernice o geometrijskim tolerancijama  
H Smjernice za Nacionalni aneks

## SRPS EN 13670 – Dokumentacija za izvođenje

Dokumentacija koja prati izvođenje, prema standardu, se sastoji od:

- Tehničkih specifikacije za izvođenje,
- Plan kvaliteta,
- Zapisnik o izvođenju,
- Poseban zapisnik o izvođenju (na osnovu posebnih zahteva).



# SRPS EN 13670 – Dokumentacija za izvođenje

## TEHNIČKE SPECIFIKACIJE ZA IZVOĐENJE

- Pozivaju se na EN 133670, ostale relevantne EN standarde i relevantne nacionalne standarde
- Sadrže tehničke specifikacije koje definišu zahteve i informacije vezane za projekat, uz dopunska objašnjenja i odrenice navedenih standarda
- Sadrže grafičku i ostalu tehničku dokumentaciju potrebnu za izvođenje
- Praktično ovuhvataju dosadašnji:
  - Tehnološki projekat
  - Projekat tehnologije
  - Projekat betona
  - Method statement

# SRPS EN 13670 – Dokumentacija za izvođenje

## UPRAVLJANJE KVALITETOM

- Nadzor i inspekcija treba da utvrde da li su ispunjeni uslovi u skladu sa specifikacijama za izvođenje
- Zahtevi vezani za upravljanje kvalitetom su specificirani za tri klase izvođenja, gde je Klasa 3 sa najstrožijim zahtevima.
- Klasa izvođenja mora biti definisana u specifikacijama.
- Klasa izvođenja zavisi od značaja objekta ili njegovog dela, odnosno značaja objekat održava funkcionalnost.

## SRPS EN 13670 – Dokumentacija za izvođenje

### **Radnje u slučaju odstupanja pri izvođenju**

U slučaju da, prilikom izvođenja, dođe do odstupanja od projekta, SRPS EN 13670 definiše aspekte koje treba ispitati i analizirati po sledećem redosledu:

- uticaj odstupanja na dalje izvođenje u skladu sa projektom,
- mere koje su neophodne da se predmet radova kod kojih je došlo do odstupanja učini prihvatljivim,
- potreba da se pojedini elementi konstrukcija odbace kao neprihvatljivi i zamene novim.

Aktivnosti u ovoj situaciji treba da budu definisane u Tehničkim specifikacijama za izvođenje.

# SRPS EN 13670 – Skele i oplate

## SKELA I OPLATA

U okviru standarda se definišu zahtevi vezani za **skele i oplate**, posebno za **materijale oplata i premaze**, sa aspekta škodljivosti ili narušavanja zahteva vezanih za boju i kvalitite površina betoniranih elemenata.

Zahtevi vezani za **projektovanje i montiranje skele** definišu da mora da postoji tehnološki projekat skele (Method statement) u kome su definisane način montiranja skele, nadvišenja, deformacije skele pri betoniranju, kao i eventualna podupiranja delova konstrukcije tokom izvođenja.

## SRPS EN 13670 – Skele i oplate

**Projektovanje i montiranje** oplate takođe mora da bude definisano tehnološkim projektom oplate, gde su definisane procedure vezane za **čišćenje, montiranje, utezanje, zaptivanje oplate**, kao i mere vezane za absorpciju vlage iz betona.

Tehnološki projekat oplate mora da propiše **uklanjanje oplate i skele**, posebno vezano za rokove, negu betona i mere da ne dođe do oštećenja betoniranih elemenata.

# SRPS EN 13670 – Betoniranje

## BETONIRANJE

Beton i specifikacije betona moraju biti u skladu sa SRPS EN 206:2017 "Beton – Specifikacija, performanse, proizvodnja i usaglašenost".

Specifikacije za beton treba da sadrže zahteve vezane za spravljanje i ugradnju betona.

# SRPS EN 13670 – Betoniranje

Pre početka betoniranja je neophodno izraditi **plan betoniranja** u skladu sa tehničkim specifikacijama za izvođenje.

Propisuju se zahtevi vezani za pripremu i čišćenje oplata, pripreme mesta na kojima se vrši nastavljenje betoniranja, zaštite od gubitka vode iz betonske mešavine pri betoniranju na tlu, zaštite cementa i ostalog uskladištinog materijala od kiše.

## SRPS EN 13670 – Betoniranje

Prilikom **dostave betona** na gradilište nadzor obavezno pregleda deklaraciju dostavljenog betona. Vizuelna kontrola betonske mešavine se vrši prilikom istovara. Pri transportu betonske mešavine se moraju preduzeti mere za sprečavanje segregacije, gubitka vode ili cementne paste. Ukoliko je to predviđeno tehničkim specifikacijama, uzimaju se uzorci na mestu ugradnje. Zabranjuje se dodir betona sa legurama aluminijuma.



# SRPS EN 13670 – Betoniranje

**Ugradnja i kompaktiranje betona** treba da obezbedi projektovan položaj armature i zahtevanu čvrstoću i ostale karakteristike betona. Brzina ugradnje betona treba da bude prilagođena načinu ugradnje, posebno kad je u pitanju vreme između ugradnje susednih slojeva. Način ugradnje treba da obezbedi da ne dodje do segregacije betona, kao i da se postigne propisani kvalitet površina betona, nakon skidanja oplata. Propisani su posebni zahtevi za lakoagregatni, samougrađujući i prskani (torkret) beton, kao i za betone u kliznoj oplati ili za podvodno betoniranje.

# SRPS EN 13670 – Betoniranje

**Nega i zaštita betona** se sprovodi sa ciljem da se:

- smanji skupljanje betona,
- obezbedi adekvatna površinska čvrstoća betona,
- obezbedi adekvatna otpornost površine betona,
- beton zaštititi od štetnih atmosferskih uticaja,
- beton zaštititi od mraza,
- beton zaštititi od štetnih vibracija, udara i oštećenja.

# SRPS EN 13670 – Betoniranje

Sa negom betona treba započeti odmah po betoniranju, bez odlaganja. Trajanje nege i zaštite betona funkcija je razvoja mehaničkih karakteristika betona u površinskoj zoni. Ovaj razvoj je opisan preko **klase nege betona**, koje je definisana vremenom nege ili procentom dostignute čvrstoće betona u odnosu na čvrstoću posle 28 dana.

	Klasa nege 1	Klasa nege 2	Klasa nege 3	Klasa nege 4
Vreme (sati)	12	/	/	/
Procenat postignute čvrstoće	/	35%	50%	70%

## SRPS EN 13670 – Betoniranje

Klasa nege betona se propisuje u tehničkim specifikacijama za izvođenje. Temperatura površine betona ne traba da padne ispod nule, ukoliko nije dostignuta čvrstoća od najmanje 5MPa. Temperatura betona ne sme da pređe 70°C, ukoliko se posebno ne dokazuje da više temperature nemaju uticaja na čvrstoću betona.

Nakon skidanja oplata površina se pregleda u skladu sa zahtevima za propisanu klasu izvođenja. Ukoliko je to zahtevano u tehničkim specifikacijama za izvođenje, pristupa se **završnoj obradi** betona.

# SRPS EN 13670 – Prefabrikovani elementi

Prefabrikovani betonski elementi se dele na:

- fabrički proizvedene elemente,
- elemente izrađene na gradilištu.

Propisuju opšti zahtevi i navode referentni standardi za rukovanje i skladištenje, montiranje i podešavanje, kao i spajanje prefabrikovanih betonskih elemenata.

# SRPS EN 13670 – Prefabrikovani elementi

## Geometrijske tolerancije

Izgrađena konstrukcija mora da bude u okviru maksimalnih dozvoljenih odstupanja da bi se izbegli štetni efekti u odnosu na:

- nosivost i stabilnost u prolaznim fazama i fazi eksploatacije,
- performanse tokom eksploatacije izgrađenog objekta,
- kompatibilnost ugradnje elemenata konstrukcije i nekonstruktivnih elemenata.

Опис	Текст
Обим и подручје примене	Навести све специфичне захтеве релевантне за одређену конструкцију
	Уколико је потребно, навести додатне захтеве за лаке бетоне, друге материјале или специјалне технологије
Опис	Текст
	Навести све захтеве за елементе који се користе као опрема за извођење
Референце норматива	Навести све релевантне стандарде или одредбе које важе на градилишту
Дефиниције	Дефинисати референтну линију за мерења
Управљање извођењем	Све неопходне техничке информације треба да буду део Извођачке спецификације
	Навести захтеве који се односе на квалификације особља
	Националне одредбе које се морају поштовати
	Укључити процедуре за измене Извођачке спецификације
	Захтеви за дистрибуцију документације
	Навести да ли је потребан План квалитета
	Навести обим додатне документације, уколико је потребна
	Навести класе извођења и ко је одговоран за надзор (контролу)
	Дефинисати одредбе које се односе на особље задужено за надзор (контролу)
	Уколико је потребно, дефинисати додатне захтеве за режим управљања квалитетом
	Дефинисати контролу и прихватање тестирања производа без ознаке СЕ сертификације, од стране независних тела
	Проверити да ли су обими контроле адекватни. Уколико нису, дефинисати додатне захтеве
	Уколико је потребно, дефинисати исправке могућих неусклађености

Носећа скела и оплата	Уколико је потребно, навести да ли ће се израђивати описи технологије извођења
	Навести захтеве за привремене потпорне конструкције
	Навести захтеве за површинску обраду
	Навести захтеве за специјалне обраде или пробне панеле
	Навести захтеве за привремено ослањање трајне конструкције
	Навести све захтеве за специјалну оплату
	Навести захтеве за попуњавање привремених рупа итд.
	Навести захтеве за скидање оплата у циљу избегавања неправилности
	Навести захтеве за привремено ослањање трајне конструкције



Арматура	Дефинисати типове арматуре
	Навести уколико је дозвољено савијање загревањем
	Навести пречник трна за савијање
	Навести пречник трна за заварену арматуре и платно савијено након варења
	Навести захтеве за исправљање савијених шипки
	Одредбе за заваривање арматуре
	Навести уколико је забрањено тачкасто заваривање
	Дефинисати положај арматуре, укључујући заштиту, места преклопа, зглобова итд.
	Навести да ли је дозвољена мрежна арматура
	Навести додатне посебне захтеве, уколико је неопходно

Преднапрезање	Навести номиналну дебљину заштитног слоја бетона, нпр. минимални захтевани заштитни слој + нумеричку вредност дозвољене негативне девијације.
	Захтеви за инсталацију опреме за преднапрезање и квалификације особља за извођење радова
	Захтеви за систем за преднапрезање
	Навести захтеве за челик за преднапрезање
	Навести да ли су дозвољене алтернативе за челик за преднапрезање, и захтеве уколико јесу
	Опис ослонаца за ужад
	Одредбе за састављање ужади за преднапрезање
	Навести уколико је дозвољено заваривање локалне зоне сидрења арматуре, анкер плоча и тачкасто заваривање перфорираних плоча
	Идентификовати оптерећена сидра и пасивна сидра
	Захтев за минималну носивост на притисак бетона када аплицира и / или преноси силу преднапрезања на конструкцију
	Поступци којима се приступа када се прецизност издужења преднапрегнутих ужади не може постићи
	Поступци којима се приступа када се прецизност издужења ужади која се накнадно напрежу не може постићи

Бетонирање	Проверити да ли су све захтеване особине бетона дефинисане у складу са EN 206-1 и националним стандардима или одредбама које су важеће у месту коришћења бетона
	Навести минималну величину горњег сита, D, за бетон
	Навести да ли је потребан план бетонирања
	Навести да ли је потребно пробно бетонирање
	Навести захтеве за конструктивне чворове, где је релевантно
	Навести да ли је потребан дебљи заштитни слој за арматуру уколико се бетонира директно на земљи
	Навести да ли се узимају узорци
	Навести ако је дозвољен контакт са легуром алуминијума
	Ако се користи прскани бетон, спецификације за извођење морају бити у складу са EN 14487-2
	Ако се користи клизна оплата, детаљи и опрема која се користи морају бити компатибилни
	Навести посебне захтеве за подводно бетонирање, методологију и сл., уколико постоје
	Ако се бетонира испод воде, детаљи и метод бетонирања морају бити компатибилни
	Навести уколико постоји потреба за заштиту бетона у раној фази сазревања од агресивних агенса
	Навести која ће се класа неге примењивати
	Навести уколико постоје било какви додатни захтеви за негу бетона
	Навести посебне мере које се предузимају како би се смањило ризик од пуцања због температуре, уколико је потребно
	Навести могуће захтеве за обаду површина

Извођење префабрикованих елемената	Навести префабриковане бетонске елементе који се користе
	Навести посебне захтеве за руковање, складиштење, заштиту и позицију
	Навести захтеве за идентификацију производа
	Захтеве за постављање и подешавање
	Упутства за монтажу, уколико је релевантно
	Радове на градилишту потребне за завршетак
	Детаље конструктивних веза
	Навести прихватљиве специфичне технологије
	Навести захтеве за везе, уметке за зглобне везе и заварене конструктивне везе

Геометријске толеранције	Навести да ли се примењује класа толеранције 2 (и где)
	Навести да ли се примењују специјалне толеранције и елементи где се оне примењују
	Навести уколико се захтеви толеранције из Анекса Г не примењују
	Навести уколико се примењује "принцип коцке" и са којом толеранцијом, уколико је другачија од $\pm 20$ mm
	Навести захтеве за површине са потпуним контактним ношењем
	Навести толеранције за делове који се бетонирају под водом
	Могуће захтеве за комбинације толеранција за конструкцију и конструктивних одступања
	Навести захтеве за секундарне линије