

REPUBLIKA SRBIJA  
PROJEKAT REHABILITACIJE TRANSPORTA

**TEHNIČKI USLOVI ZA GRAĐENJE  
PUTEVA U REPUBLICI SRBIJI**

**2. POSEBNI TEHNIČKI USLOVI**

**2.5 GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE I POTPORN  
ELEMENTI**

**BEOGRAD, 2012.**

---

**Izdavač: Javno preduzeće Putevi Srbije, Bulevar kralja Aleksandra 282, Beograd**

**Izdanja:**

<b>Br.</b>	<b>Datum</b>	<b>Opis izmena i dopuna</b>
1	30.04.2012.	Prvo izdanje

**SADRŽAJ**

<b>2.5.1</b>	<b>CEMENTNI BETON .....</b>	<b>1</b>
2.5.1.1	UVODNI DEO .....	1
2.5.1.2	OSNOVNI MATERIJALI .....	4
2.5.1.3	KVALITET MATERIJALA .....	6
2.5.1.4	IZVOĐENJE RADOVA SA CEMENTNIM BETONOM .....	10
<b>2.5.2</b>	<b>ČELIK ZA ARMIRANJE.....</b>	<b>30</b>
2.5.2.1	OPŠTE.....	30
2.5.2.2	OSNOVNI MATERIJALI .....	30
<b>2.5.3</b>	<b>OPLATA.....</b>	<b>38</b>
2.5.3.1	NOSEĆI ELEMENTI.....	38
2.5.3.2	OPLATNE DASKE.....	39
<b>2.5.4</b>	<b>PREDNAPREZANJE .....</b>	<b>42</b>
2.5.4.1	UVODNI DEO .....	42
2.5.4.2	ZAHTEVI .....	43
2.5.4.3	METODE ISPITIVANJA.....	43
2.5.4.4	KONTROLA USKLAĐENOSTI.....	44
2.5.4.5	TEHNIČKA DOKUMENTACIJA .....	45
2.5.4.6	IZVOĐENJE PREDNAPREZANJA .....	46
<b>2.5.5</b>	<b>LEŽIŠTA.....</b>	<b>50</b>
2.5.5.1	UVODNI DEO .....	50
2.5.5.2	PREUZIMANJE, UGRAĐIVANJE, ODRŽAVANJE I ZAMENA LEŽIŠTA .....	50
2.5.5.3	SERTIFIKOVANJE I KONTROLA LEŽIŠTA .....	53
<b>2.5.6</b>	<b>DILATACIJE .....</b>	<b>63</b>
2.5.6.1	UVODNI DEO .....	63
2.5.6.2	PREUZIMANJE, UGRAĐIVANJE, ODRŽAVANJE I ZAMENA DILATACIJE .....	64
<b>2.5.7</b>	<b>KONSTRUKCIJE .....</b>	<b>79</b>
2.5.7.1	MONTAŽNI BETONSKI ELEMENTI .....	79
2.5.7.2	SPREGNUTE KONSTRUKCIJE .....	86
2.5.7.3	GEOMETRIJSKE TOLERANCIJE ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE .....	96
2.5.7.4	METALNE KONSTRUKCIJE.....	108



## 2.5.1 CEMENTNI BETON

### 2.5.1.1 Uvodni deo

#### 2.5.1.1.1 Opšte

Posebni tehnički uslovi za radove sa cementnim betonom obuhvataju sve vrste cementnih betona koji se upotrebljavaju prilikom gradnje objekata za premošćavanje, kao i za proizvodnju poluproizvoda. U ove radove uključeni su i radovi sa cementnim betonom koji služe za posebne namene.

Cementni betoni ugrađuju se u skladu sa načinom, dimenzijama i kvalitetom koji je određen u projektnoj dokumentaciji i u ovim tehničkim uslovima.

#### 2.5.1.1.2 Terminologija

U ovim tehničkim uslovima upotrebljeni izrazi imaju sledeća značenja:

**Beton** (concrete, Beton) je materijal dobijen mešanjem cementa, krupnog i sitnog agregata i vode, sa ili bez prisustva mineralnih i hemijskih dodataka, koji poprima svoja svojstva hidratacijom cementa.

**Sveži beton** (fresh concrete, Frischbeton) je beton koji je u potpunosti izmešan i koji se još uvek može zbijati odabranom metodom.

**Očvršli beton** (hardened concrete, Festbeton) je beton koji je u čvrstom stanju i koji je postigao određenu čvrstoću

**Beton normalne težine** (standard concrete, Normbeton) je beton koji ima zapreminsku masu u suvom stanju veću od  $2\ 000\ \text{kg/m}^3$ , ali koja ne prelazi  $2\ 600\ \text{kg/m}^3$ .

**Laki beton** (light-weight concrete, Leichtbeton) je beton koji ima zapreminsku masu u suvom stanju ne manju od  $800\ \text{kg/m}^3$  i ne veću od  $2\ 000\ \text{kg/m}^3$ ; proizvodi se korišćenjem lakog agregata u celini ili delimično u odnosu na ukupnu količinu primenjenog agregata.

**Teški beton** (heavy weight concrete, Schwebeton) je beton koji ima zapreminsku masu u suvom stanju veću od  $2\ 600\ \text{kg/m}^3$ .

**Beton visoke čvrstoće** (high performance concrete, Hochleistungsbeton) je beton klase čvrstoće pri pritisku veće od C50/60 u slučaju betona normalne težine ili teškog betona,

odnosno klase LC50/55 u slučaju lakog betona.

**Mešalica za beton** (truck mixer, Mischfahrceug) je teretno specialno vozilo sa mešalicom za beton postavljena na samohodnoj šasiji, osposobljena za mešanje i istovar homogeno izmešanog betona.

**Mešung** (batch, Charge) količina svežeg betona proizvedena tokom jednog radnog ciklusa mešalice ili količina spravljena tokom 1 min.

**Hemijski dodatak** (admixture, Zusatzmittel) je hemijska materija koja se tokom procesa spravljanja betona dodaje u malim količinama u odnosu na masu cementa radi modifikovanja svojstava svežeg ili očvrstlog betona.

**Agregat** (aggregate, Zuschlagstoff) je zrnasti, granulirani mineralni materijal pogodan za upotrebu pri izradi betona. Agregati mogu biti prirodni ili veštački, a takođe i reciklirani od materijala prethodno korišćenih za građenje.

**Cement** (cement, Zement) je fino samleven neorganski materijal koji pomešan sa vodom formira pastu koja se vezuje i očvršćava putem hidratacionih reakcija i procesa i koja posle očvršćavanja zadržava svoju čvrstoću i postojanost čak i pod vodom.

**Vodocementni faktor** (water cement ratio, Wasser-Zement wert) je odnos efektivne količine vode i mase cementa u betonskoj smesi.

**Karakteristična čvrstoća** (characteristic strength, charakteristische Festigkeit) je vrednost čvrstoće ispod koje se može očekivati najviše 5 % vrednosti svih rezultata ispitivanja čvrstoće koja se odnosi na količinu razmatranog betona.

**Izvođačka klasa** (execution class, Ausführungsklasse) je niz zahteva koji propisuju nivo kvaliteta za izvođenje (pa i betoniranje) objekta u celini ili za pojedini sastavni deo.

**Izvođačka specifikacija** (execution specification, Ausführungsspezifikation) je dokumentacija, koju čine svi planovi, tehnički podaci i zahtevi, potrebna za izvođenje određenog objekta, koju izvođaču obezbeđuje projektant konstrukcije. Sadrži specifikaciju za gradnju (i betoniranje) objekta koja dopunjuje i detaljnije određuje

zahteve evropskog standarda za gradnju betonskih konstrukcija, a takođe se poziva i na državne propise koje treba poštovati na mestu upotrebe (npr. za beton).

**Plan kvaliteta** (quality plan, Qualität planen) je dokument koji propisuje postupke i odgovarajuća sredstva koji moraju da budu upotrebljeni, kao i ko i kada treba da ih upotrebi da bi bili ispunjeni zahtevi za gradnju (betoniranje) određenog objekta. Vodič o sadržaju plana kvaliteta sadrži SRPS ISO 9000.

#### 2.5.1.1.3 Korišćene skraćenice

**SRCS** - tehnički uslovi za građenje puteva u Republici Srbiji

**SRDM** - priručnik za projektovanje puteva u Republici Srbiji

#### 2.5.1.1.4 Referentni normativi

U pripremi ovih tehničkih uslova upotrebljeni su sledeći standardi:

- SRPS EN 206-1 - Beton - Deo 1: Specifikacija, performanse, proizvodnja i usaglašenost
- SRPS EN 197-1 - Cement - Deo 1: Sastav, specifikacije i kriterijumi usaglašenosti za obične cemente
- SRPS EN 12620 - Agregati za beton
- SRPS EN 1008 Voda za pripremu betona
  - Specifikacije za uzimanje uzoraka, ispitivanje i ocenu pogodnosti vode za pripremu betona, uključujući vodu dobijenu iz procesa u industriji betona
- SRPS EN 934-2 - Dodaci betonu, malteru i injekcionoj masi - Deo 2: Dodaci betonu - Definicije, zahtevi, usaglašenost, označavanje i obeležavanje
- SRPS EN 13055-1 - Laki agregati - Deo 1: Laki agregati za beton, malter i injekcione smese
- SRPS ENV 13670-1 - Izvođenje betonskih konstrukcija - Deo 1: Opšte

#### 2.5.1.1.5 Opis

Radovi sa cementnim betonom obuhvataju nabavku osnovnih materijala za proizvodnju mešavine cementnog betona (mešavina kamenih zrna – frakcije agregata, cement, voda, hemijski i mineralni dodaci), proizvodnju, transport i ugrađivanje sveže mase cementnog betona na mestima i na način koji je određen u projektnoj dokumentaciji. Ovi radovi uključuju i zaštitu površine svežeg betona nakon ugrađivanja.

Radove treba izvoditi pri vremenskim prilikama bez padavina i pri temperaturi vazduha (bez vetra) od 5°C do 30°C. Ako se radovi izvode izvan navedenih okvira, onda pri proizvodnji treba obezbediti propisane temperature betona (zagrevanje, hlađenje), a nakon ugrađivanja primeniti odgovarajuće mere zaštite i nege.

Normalni cementni betoni (betoni za objekte na putevima) moraju da budu u skladu sa zahtevima standarda SRPS EN 206-1.

Za posebne vrste cementnih betona, kao što su:

- za puteve i druge saobraćajne površine,
- za drugi materijal (npr. vlakna) i osnovne materijale koji nisu uključeni u standard SRPS EN 206-1 (npr. polimeri),
- sa najvećim zrnom agregata 4 mm ili manjim (malteri),
- za posebne tehnologije (npr. mlazni beton),
- za odlaganje tečnih ili gasovitih otpadaka,
- za bazene u kojima se čuvaju otpadni materijali koji ugrožavaju okolinu,
- za masivne konstrukcije (npr. pregrade),
- suve mešavine i drugo,

treba u projektnoj dokumentaciji odrediti dodatne ili posebne zahteve.

Prema mestu pripremanja treba razlikovati:

- cementni beton pripremljen na gradilištu,
- transportni cementni beton pripremljen u betonskoj bazi i transportovan do gradilišta,
- cementni beton proizveden u betonskoj bazi za izradu raznih betonskih elemenata.

Sa aspekta vezivanja cementni beton može da bude svež, u procesu očvršćavanja (mlad) i očvršli beton.

Sa stanovišta površine cementni beton može da bude obrađen kao vidljiv (pomoću oplata ili obrađen na drugi način), a može da bude obrađen i kao habajuć ili zaštitni cementni beton.

Vrsta cementnog betona koja odgovara za određene uslove upotrebe mora po pravilu da se odredi u projektnoj dokumentaciji i da se obezbedi upotrebom odgovarajućih osnovnih materijala, postupaka proizvodnje i prethodnim ispitivanjima cementnog betona. Cementni beton za objekte mora da bude usklađen sa standardom SRPS EN 206-1.

Prema standardu SRPS EN 206-1 i na osnovu različitih karakteristika, odnosno osobina, betoni su podeljeni u različite klase – razrede.

Sveži cementni beton se prema stepenu konzistencije deli u različite:

- stepene sleganja (S1 do S5),
- stepene kompaktnosti (C0 do C3) ili
- stepene rasprostiranja (F1 do F6),

pri čemu stepeni konzistencije nisu međusobno i neposredno zavisni i ne zavise od razreda koji je vezan za najveću frakciju agregata. U ovakvim slučajevima se pri podeli uzima u obzir veličina najgrublje frakcije agregata u cementnom betonu na osnovu koje je u skladu sa SRPS EN 12620 utvrđena veličina agregata.

Očvrslu cementni beton podeljen je u:

- razrede čvrstoće (C 8/10 do C 100/115 za normalno teške i teške cementne betone, odnosno LC 8/9 do LC 80/88 za lake cementne betone),
- razrede zapreminske mase cementnog betona (samo za lake cementne betone),
- stepene otpornosti na prodiranje vode (V-I do V-III),
- stepen otpornosti na karbonizaciju (XC1 do XC4),
- stepen otpornosti na prodiranje hlorida, koji ne dolaze iz morske vode (XD1 do XD3),

- stepen otpornosti na hemijsko delovanje (XA1 do XA3),
- stepene otpornosti na habanje (XM1 do XM3),
- stepen unutrašnje otpornosti cementnog betona na smrzavanje i topljenje (XF1, XF3),
- stepen otpornosti na smrzavanje i topljenje u prisustvu soli za otapanje (XF2, XF4).

Zahtevi za osobine svežeg i očvrslu cementnog betona objedinjeni su u specifikaciji cementnog betona. Izdavač specifikacije (naručilac, projektant, izvođač i/ili proizvođač) mora prilikom pripreme specifikacije da uzme u obzir:

- upotrebu svežeg i očvrslu cementnog betona
- uslove negovanja
- dimenzije konstrukcije
- uticaje okoline (stepen izloženosti)
- zahteve za izgled površine
- zahteve u vezi sa zaštitnim slojem
- ograničenje sa stanovišta upotrebe osnovnih materijala.

Zbog različite izloženosti pojedinih konstruktivnih elemenata objekata na putevima treba prilikom projektovanja i izvođenja uzeti u obzir dodatne zahteve za razrede i stepene izloženosti za koje su primeri navedeni u tabeli 2.5.1.1.

Tabela 2.5.1.1: Primer definisanja klase cementnih betona i stepena izloženosti

Konstruktivni elementi	Specifikacija cementnog betona
temelji »bele kade« rubni venci betonski kolovozi	C25/30, XC2, V-I V-II, XF3, C25/30, XF4, XD3, V-II (preporučljivo v/c<0,5) C35/45, XF4, XM3, V-II, XD3

Udeo hlorida u cementnom betonu, izražen kao procenat jona hlorida po masi cementa za navedenu namensku upotrebu cementnog betona, ne sme da prekorači vrednosti navedene u tabeli 2.5.1.2.

Udeo hlorida u cementnom betonu treba računski odrediti u skladu sa SRPS EN 206-1

### 2.5.1.2 Osnovni materijali

Osnovni materijali za pripremu cementnog betona ne smeju da sadrže štetne primese u količinama koje mogu da smanje trajnost cementnog betona ili da prouzrokuju koroziju

čelika za armiranje. Svi osnovni materijali moraju da imaju osobine koje su odgovarajuće za upotrebu u cementnom betonu.

Ako je osnovni materijal pripremljen u opštem smislu to ne znači da odgovara pri svim uslovima i za svaki sastav cementnog betona.

U cementnom betonu koji je usklađen sa SRPS EN 206-1 mogu da se upotrebe samo oni osnovni materijali koji odgovaraju za propisanu upotrebu

Tabela 2.5.1.2: Najveći dozvoljeni udeo hlorida u cementnom betonu

Sastav cementnog betona	Stepen izloženosti	Razred udela hlorida	Najveći udeo Cl <sup>-</sup> na masu cementa*
sadrži čelik za armiranje ili druge metale sa izuzetkom dizaličnih priprema otpornih na koroziju	-	Cl 1,00	1%
sadrži čelik za armiranje ili druge ugrađene metale	XD1, XD2	Cl 0,20	0,20%
	XD3	Cl 0,40	0,40%
sadrži čelik za prednaprezanje	XD1, XD2	Cl 0,10	0,10%
	XD3	Cl 0,20	0,20%

Legenda:

Ako se upotrebljavaju mineralni dodaci tipa II i ako se uzimaju u obzir u količini cementa, onda se udeo hlorida izražava kao procenat mase hloridnih jona u odnosu na ukupnu mase cementa i mineralnih dodataka.

#### 2.5.1.2.1 Agregat (mešavine frakcija)

Agregat za mešavine cementnih betona može biti sastavljen od prirodnih frakcija (šljunka ili peska) ili mešavine drobljenog kamenog šljunka i peska. Može da se koristi i reciklirani agregat.

Agregat za mešavine cementnih betona mora da odgovara zahtevima standarda SRPS EN 206-1, odredbama specifikacije cementnog betona i drugim posebnim zahtevima u projektnoj dokumentaciji. Prirodni i reciklirani prirodno teški agregati (zapreminska masa frakcija > 2000 kg/m<sup>3</sup>) moraju biti usklađeni sa odredbama standarda SRPS EN 12620, a laki agregati sa odredbama standarda SRPS EN 13055-1.

Kod izbora agregata, granulacija i ostalih kategorija (npr. pljosnati, otpornost na smrzavanje, otpornost na abraziju, udeo finih čestica) treba uzeti u obzir

- način izvođenja radova,
- krajnju upotrebu cementnog betona,
- zahteve u pogledu zaštitnog sloja cementnog betona,
- dimenzije konstrukcije,
- uslove okoline u kojima će konstrukcija biti izložena,
- sve zahteve za agregat, izložen na površini cementnog betona ili agregat za mašinsku obradu površine cementnog betona.

Upotrebu recikliranog agregata treba prethodno dokazati.



Neseparirani agregat može da se upotrebi samo za betone do klase C12/15.

#### 2.5.1.2.2 Cement

Cement je hidraulično vezivo, odnosno fino mleveni neorganski materijal koji pomešan sa vodom čini pastu koja se kroz reakciju i proces hidratacije vezuje i očvršćava, a nakon očvršćavanja zadržava stabilnost.

Cement se sastoji od različitih materijala. Od sastaba ovih materijala zavise osobine cementa, a posledično i osobine svežeg i očvršlog cementnog betona.

Za cementne betone pripremljene u skladu sa standardom SRPS EN 206-1 upotrebljava se cement čije su osobine propisane standardom SRPS EN 197-1. U posebnim slučajevima, za pripremu cementnih betona mogu da se upotrebe cementi koji nisu usklađeni sa standardom SRPS EN 206-1, kao što su cement otporan na sulfate, kalcijum-aluminatni cement ili cement sa niskom toplotnom hidratacijom.

#### 2.5.1.2.3 Voda

Kvalitet vode za pripremu cementnog betona može da utiče na vreme vezivanja, razvoj čvrstoće na pritisak, postojanost i zaštitu čelika za armiranje od korozije.

Prilikom ocenjivanja kvaliteta vode za pripremu cementnog betona treba uzeti u obzir namenu upotrebe proizvedenog cementnog betona. Uz uslove određene u standardu SRPS EN 1008, za pripremu cementnog betona može da se upotrebi:

- voda za piće,
- voda obezbeđena iz procesa u industriji cementnog betona,
- podzemna voda,
- prirodna površinska voda i industrijska otpadna voda, i

Komunalna otpadna voda ni pod kojim uslovima nije odgovarajuća za pripremu cementnog betona.

Za sve vode, osim vode za piće, treba ispitivanjem dokazati upotrebljivost.

#### 2.5.1.2.4 Hemijski dodaci

Hemijski dodaci su materijali koji se u toku mešanja cementnog betona dodaju u malim količinama u odnosu na masu cementa sa ciljem poboljšanja ili promene određenih osobina cementnog betona. Hemijski dodaci su:

- plastifikatori,

- superplastifikatori,
- dodaci za zadržavanje vode,
- aeranti,
- dodaci za ubrzanje vezivanja,
- dodaci za ubrzanje očvršćavanja,
- dodaci za usporavanje vezivanja,
- dodaci za povećanje gustine,
- dodaci za rad na niskim temperaturama.

Upotreba hemijskih i drugih dodataka mora da bude u skladu sa odredbama standarda SRPS EN 206-1.

Ukupna količina hemijskih dodataka ne sme da prelazi 50 g/kg cementa (osim ako proizvođač dodataka nije odredio drukčije).

Upotreba hemijskih dodataka u količini koja je manja od 2 g/kg cementa dozvoljava se samo uz prethodno ravnomerno mešanje sa vodom koja se upotrebljava za pripremu cementnog betona.

Ako količina tečnih dodataka prelazi 3 l/m<sup>3</sup>, onda dodatnu vodu treba uzeti u obzir prilikom određivanja vodocementnog faktora.

Uticaj hemijskih dodataka, njihova međusobna povezanost i povezanost sa upotrebljenim cementom mora se prethodno proveriti putem probnih ispitivanja. Pri upotrebi hemijskih dodataka, obavezno treba slediti uputstva proizvođača.

#### 2.5.1.2.5 Mineralni dodaci

Mineralni dodatak je fino mleven i prosejan materijal koji se u cementnom betonu upotrebljava za poboljšanje određenih osobina svežeg ili očvršlog cementnog betona. Razlikuju se dve vrste neorganskih dodataka:

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

Količine mineralnih dodataka tipa I i II moraju da se provere probnim ispitivanjem.

Ako se mineralni dodatak tipa II smatra odgovarajućim, onda se njegova količina može uzeti prilikom proračuna udela cementa u vodocementnom faktoru. Kod ovakvih proračuna važi koncept k-vrednosti koji je opisan u standardu SRPS EN 206-1, tačka 5.2.5.2.1. Upotrebljivost drugih postupaka treba dokazati prethodnim ispitivanjem.

#### 2.5.1.2.6 Zaštitna sredstva

Za privremenu zaštitu površine svežih i očvršćavajućih cementnih betona od

isušivanja i/ili oštećenja usled padavina mogu da se upotrebe tečna hemijska zaštitna sredstva za ubrizgavanje, koja na površini cementnog betona obezbeđuju ravnomeran film.

Za trajniju zaštitu očvršćavajućih i očvršlih cementnih betona od vremenskih i hemijskih uticaja (karbonizacija, rđa na čeliku za armiranje) mogu da se upotrebe tečna hemijska zaštitna sredstva:

- kao dodaci prilikom pripreme cementnog betona (vodene emulzije silikona i akrilata),
- za premaz površine cementnog betona (epoksidne, akrilne i vinilne smole) i
- za površinsku i dubinsku penetraciju, odnosno impregnaciju cementnog betona (npr. vodootporni materijali: silikoni, siloksani, silani, laneno ulje; razređene epoksidne i akrilne smole).

Dobar način zaštite očvrsllog betona od vode i hemijskih uticaja je upotreba lanenog ulja. Prema potrebi ono može biti razređeno do 50% sredstavima za topljenje ili zagrejano čime se povećava njegova sposobnost penetracije.

Prilikom upotrebe zaštitnih sredstava obavezno treba slediti uputstva proizvođača.

#### 2.5.1.2.7 Polimeri

Za polimerni, polimerizovani (polimerima modifikovani) i polimerima impregnirani cementni beton i malter mogu da se upotrebe polimeri u obliku :

- dodataka za poboljšanje cementnog betona (polivinilacetatne, polivinilpropionatne, butadienstirenske i akrilatne vodene emulzije) i/ili
- lepkovi za cementni beton (epoksidne smole sa dodacima i aaminskim sredstvom za očvršćavanje ili sa razređivačima i poliamidnim sredstvom za očvršćavanje).

### 2.5.1.3 Kvalitet materijala

#### 2.5.1.3.1 Agregat

Za pripremu cementnih betona koji su u skladu sa SRPS EN 206-1 primenjuje se normalno težak agregat u skladu sa odredbama standarda SRPS EN 12620, odnosno laki agregat u skladu sa standardom SRPS EN 13055-1.

Izbor vrste agregata zavisi od namene i upotrebe cementnog betona, kao i od:

- načina izvođenja radova,
- konačne upotrebe cementnog betona,
- zahteva za zaštitni sloj cementnog betona,
- dimenzija konstrukcije,
- uslova okoline kojima će konstrukcija biti izložena i
- izloženosti površina i eventualnoj mašinskoj obradi površine cementnog betona.

Agregat za cementni beton mora da odgovara granulometrijskom sastavu, frakcije moraju da budu hemijski inertne, oprane ili otprašene. Mora da bude obezbeđena dobra sposobnost prijanjanja sa cementnim kamenom. Upotrebljivost pojedine vrste agregata za pripremu cementnog betona treba proveriti u okviru probnog ispitivanja cementnog betona.

Obezbeđivanje kvaliteta i utvrđivanje usklađenosti izvodi se u skladu sa sistemom 2+, što znači da proizvođač vrši kontrolu kvaliteta u skladu sa odredbama standarda, a od ovlašćene institucije za izdavanje sertifikata obezbeđuje sertifikat o kontroli proizvodnje. Proizvođač na osnovu sertifikata izdaje izjavu o usklađenosti proizvoda.

#### 2.5.1.3.1.1 Geometrijski, fizički i hemijski zahtevi

Agregat za cementni beton mora da poseduje osobine koje su navedene u tabeli 2.5.1.3.

Tabela 2.5.1.3: Zahtevane osobine agregata za cementni beton

Osobine kamenih frakcija	Zahtevana kategorija	Postupak ispitivanja
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ upijanje vode kamenih frakcija</li> <li>○ otpornost kamenih frakcija na drobljenje po postupku Los Angeles</li> <li>○ otpornost kamena na delovanje mraza (postupak sa magnezijum sulfatom)</li> <li>○ sadržaj slabo oblikovanih kamenih frakcija</li> </ul>	<p>WA<sub>242</sub></p> <p>LA<sub>15</sub> do LA<sub>30</sub></p> <p>F<sub>1</sub> oz.</p> <p>MS<sub>18</sub></p> <p>SI<sub>15</sub></p>	<p>SRPS EN 1097-6</p> <p>SRPS EN 1097-2</p> <p>SRPS EN 1367-1</p> <p>SRPS EN 1367-2</p> <p>SRPS EN 933-4</p>

## 2.5.1.3.1.2 Granulometrijski sastav

Izbor granulometrijskog sastava agregata za pripremu cementnih betona treba prilagoditi predviđenoj upotrebi cementno-betonske mešavine i obezbediti dovoljnu obradljivost i zbijenost cementnog betona.

Prilikom izbora treba uzeti u obzir da najveće zrno u mešavini:

- ne sme biti veće od jedne četvrtine najmanje dimenzije preseka elementa cementnog betona (kod ploča ne sme biti veće od jedne trećine debljine ploče) i

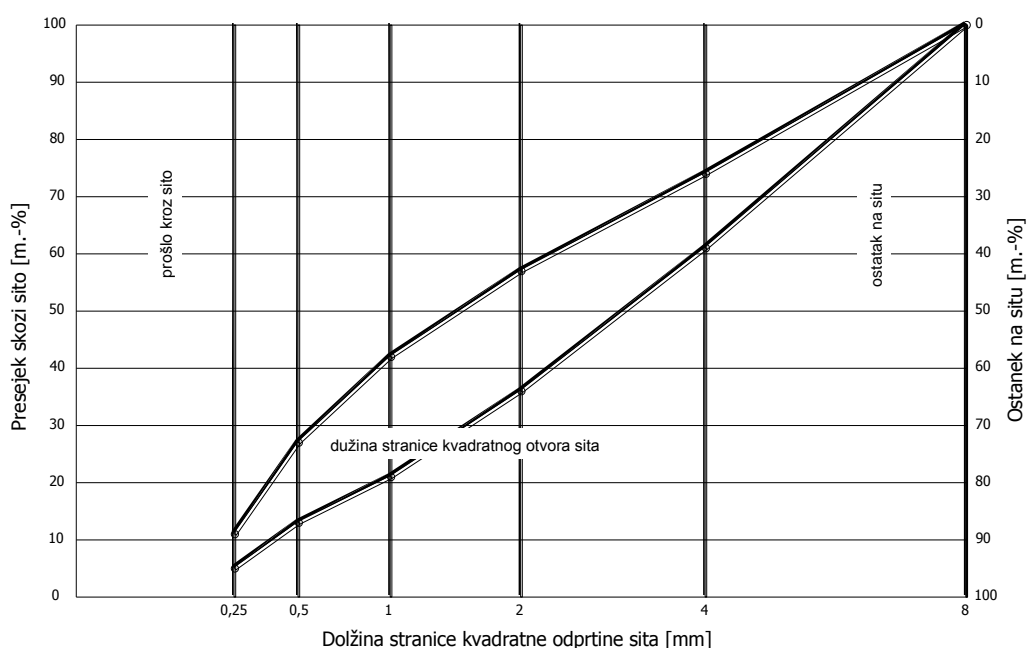
- ne sme da bude veće od 1,25 puta najmanji slobodni horizontalni razmak između čeličnih palica – armature.

Upotrebljivost granulometrijskog sastava agregata treba proveriti prethodnim ispitivanjem cementno-betonske mešavine.

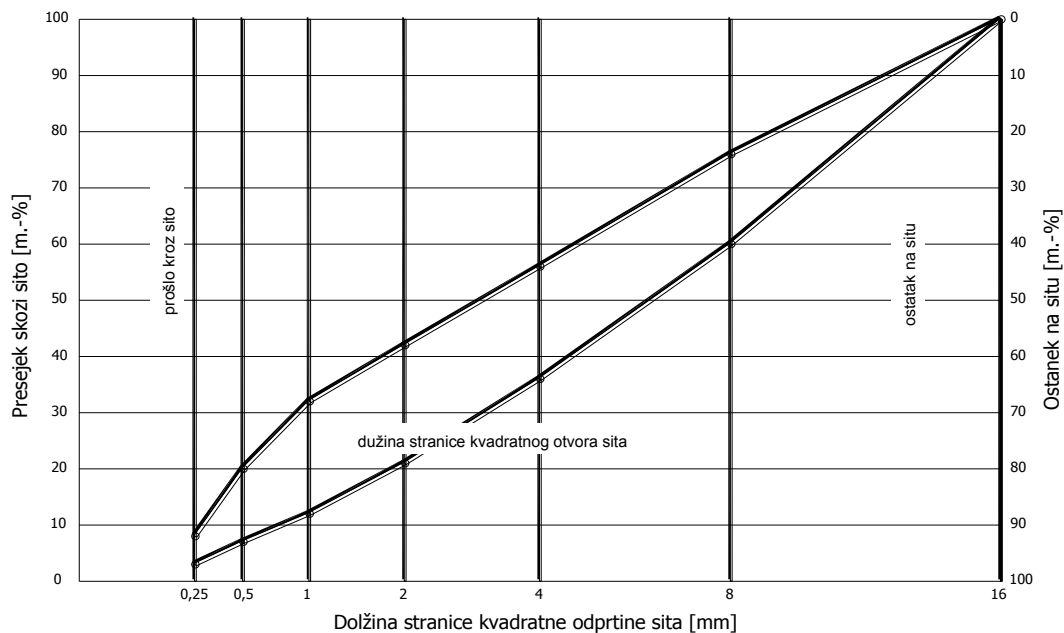
Preporučeni opseg granulacije mešavine kamenih frakcija za mešavine cementnog betona naveden je u tabeli 2.5.1.4 i prikazan na slikama 2.5.1.1 do 2.5.1.3.

Tabela 2.5.1.4: Preporučene granične vrednosti za granulometrijski sastav agregata za cementne betone

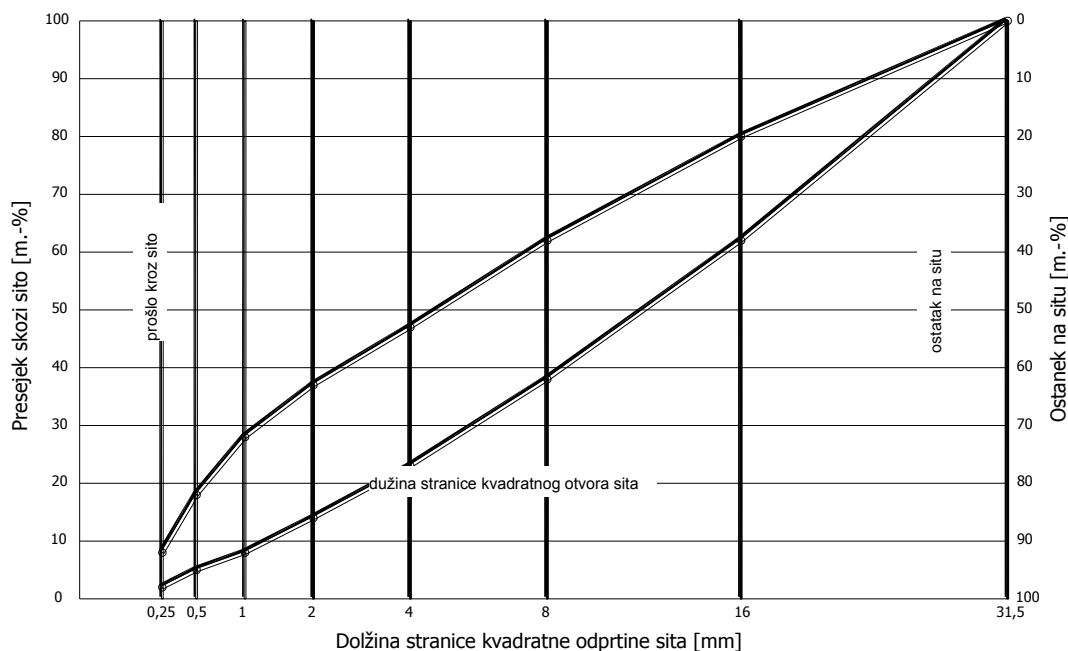
Mešavina agregata	Granična kriva	Veličina otvora sita [mm]							
		0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0	16,0	31,5
		prošlo kroz sito [m.-%]							
0/8 mm	gornja	11	27	42	57	74	100		
	donja	5	13	21	36	61	100		
0/16 mm	gornja	8	20	32	42	56	76	100	
	donja	3	7	12	21	36	60	100	
0/32 mm	gornja	8	18	28	37	47	62	80	100
	donja	2	5	8	14	23	38	62	100



Slika 2.5.1.1: Granične granulometrijske krive za agregat 0/8 mm



Slika 2.5.1.2: Granične granulometrijske krive za agregat 0/16 mm



Slika 2.5.1.3: Granične granulometrijske krive za agregat 0/32 mm

### 2.5.1.3.2 Cement

Za izvođenje radova sa cementnim betonom za objekte na putevima treba upotrebljavati cement u skladu sa standardom SRPS EN 197-1.

Prema sadržaju glavnih sastojaka standard SRPS EN 197-1 razlikuje:

- Portland cementni klinker,
- granulisanu zguru iz visokih peći,
- mikrosiliku,
- prirodne i prirodno kalcinirane pucolane,
- silicijumske i kalcijumske elektrofilterske pepele,

- sagorele škriljce,
- kreč i
- manje značajne sastojke (0-5%).

- CEM III, cement iz zgure
- CEM IV, pucolanski cement
- CEM V, mešani cement.

U 5 glavnih vrsta raspoređeno je 27 različitih vrsta cementa:

- CEM I, portland cement
- CEM II, mešani portland cement

Pored ovoga, cementi su raspoređeni u 6 razreda sa stanovišta čvrstoće na pritisak (tabela 2.5.1.5).

Tabela 2.5.1.5: Razredi cementa prema SRPS EN 197-1 na osnovu čvrstoće na pritisak

Razred čvrstoće*	Čvrstoća na pritisak [MPa]				Tok vezivanja [min]	Zapreminska postojanost (ekspanzija) [mm]
	rana čvrstoća		standardna čvrstoća			
	2 dana	7 dana	28 dana			
32,5 N 32,5 R	- ≥ 10,0	≥ 16,0 -	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75	≤ 10
42,5 N 42,5 R	≥ 10,0 ≥ 20,0	- -	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60	
52,5 N 52,5 R	≥ 20,0 ≥ 30,0	- -	≥ 52,5	-	≥ 45	

\* N – uobičajena rana čvrstoća na pritisak, R-visoka rana čvrstoća na pritisak

Prilikom izbora cementa treba uzeti u obzir:

- način izvođenja radova
- konačnu potrošnju cementnog betona
- uslove negovanja
- dimenzije konstrukcija
- uslove u okolini kojima će konstrukcija biti izložena
- potencijalnu reaktivnost agregata sa alkalijama iz osnovnih materijala.

Da bi se obezbedio ravnomeran kvalitet cementnog betona treba obezbediti ravnomeran kvalitet cementa.

Portland cementi različitog kvaliteta i različitih proizvođača ne smeju da se mešaju ako odgovarajući kvalitet nije prethodno dokazan. Za više slojeva cementnog betona u istom preseku po pravilu mora da se upotrebi cement istih osobina, koji je proizveden od istih sirovina (ima ravnomeran kvalitet).

Provera kvaliteta i potvrđivanje osobina cementa obavlja se prema sistemu 1+, što znači da kontrolu kvaliteta proizvoda u skladu sa odredbama standardna izvodi ovlašćeni sertifikacioni organ, koji izdaje EC-certifikat o usklađenosti proizvoda. Proizvođač na osnovu sertifikata izdaje EC-izjavu o usklađenosti proizvoda.

### 2.5.1.3.3 Voda

Zahtevane osobine vode za pripremu mešavine i za zaštitu cementnog betona, kao i vrste i učestalosti ispitivanja definisane su u standardu SRPS EN 1008.

Voda za piće može da se upotrebi bez dodatnog dokaza o njenoj ispravnosti za pripremu cementnog betona.

Morska voda sme da se upotrebljava samo za pripremu cementnog betona za nearmirane konstrukcije, dok komunalna otpadna voda ne sme da se upotrebljava za pripremu cementnog betona.

### 2.5.1.3.4 Hemijski dodaci

U opštem slučaju za pripremu cementnog betona u skladu sa SRPS EN 206-1 upotrebljavaju hemijski dodaci koji su usklađeni sa SRPS EN 934-2.

Upotrebljeni hemijski i drugi dodaci moraju da obezbede zahtevana poboljšanja odgovarajućih osobina mešavine u određenom stanju cementnog betona (sveži, u fazi očvršćavanja, mladi i očvršli cementni

beton). Sve navedeno treba proveriti prethodnim ispitivanjima.

Provera kvaliteta i potvrđivanje usklađenosti hemijskih dodataka obavlja se u skladu sa sistemom 2+.

#### 2.5.1.3.5 Mineralni dodaci

Za pripremu cementnog betona, a u skladu sa EN 206-1, upotrebljavaju se:

- mineralni dodaci tipa I
- mineralni punioci, usklađeni sa SRPS EN 12620,
- pigmenti (SRPS EN 12878),
- mineralni dodaci tipa II,
- elektrofilterski pepeo (SRPS EN 450), i
- mikrosilika (SRPS EN 13263).

Količine mineralnih dodataka tipa I i II treba proveriti kontrolnim ispitivanjima cementnog betona.

Provera kvaliteta i potvrđivanje usklađenosti mineralnih dodataka tipa I obavlja se u skladu sa sistemom 2+.

Provera kvaliteta i potvrđivanje usklađenosti mineralnih dodataka tipa II obavlja se u skladu sa sistemom 1+.

#### 2.5.1.3.6 Zaštitna sredstva

Osobine tečnih hemijskih sredstava za zaštitu površine cementnog betona određene su u tehničkim uslovima i uputstvima proizvođača ovih sredstava.

Film hemijskog sredstva za privremenu zaštitu mora da štiti površinu cementnog betona na odgovarajući način najmanje 7 do 14 dana, što zavisi od brzine procesa hidratacije cementa.

Zaštitna sredstva ne smeju štetno da utiču na tok vezivanja cementa, odnosno na površinu i površinski sloj cementnog betona, što treba dokazati prethodnim ispitivanjima.

### 2.5.1.4 Izvođenje radova sa cementnim betonom

#### 2.5.1.4.1 Nalazište materijala

Izvođač mora blagovremeno, pre početka radova da dostavi nadzornom organu spisak sa količinama predviđenih materijala. Za sve ugrađene mešavine cementnog betona i sve materijale koje namerava da upotrebi prilikom izrade mešavina cementnog betona (cement, voda, hemijski i drugi dodaci, zaštitna sredstva, lepkovi) izvođač mora pre početka

izvođenja radova da nadzornom organu dostavi radi overe dokaze o upotrebljivosti ovih materijala (izjava o usklađenosti, sertifikati).

#### 2.5.1.4.2 Deponovanje materijala

Ako izvođač privremeno deponuje frakcije kamenog agregata, onda se prostor za deponovanje mora označiti, pripremiti na odgovarajući način i, po pravilu, zaštititi od padavina.

Cement se mora uskladištiti u odgovarajućim silosima.

Ako se za proizvodnju cementnog betona ne upotrebljava voda iz vodovoda, onda istu treba čuvati u cisternama ili na način koji odobri nadzorni organ.

Hemijske i druge dodatke cementnom betonu treba uskladištiti prema uputstvu proizvođača.

Zaštitna sredstva za negu i održavanje svežeg, odnosno mladog cementnog betona i polimera treba uskladištiti prema uputstvu proizvođača.

Rezerve svih materijala na deponijama moraju da budu takve da obezbeđuju neprekidnu proizvodnju odgovarajuće mešavine svežeg cementnog betona.

#### 2.5.1.4.3 Priprema podloge i oplate

Oplate za ugrađivanje svežeg cementnog betona moraju da se izrade prema zahtevima za dimenzije i ostale predviđene karakteristike, koji su navedeni u projektnoj dokumentaciji.

Za podlogu cementnog betona može da se upotrebi nevezana mašavina kamenih frakcija ako je to predviđeno projektnom dokumentacijom.

Ako podloga upija vodu, onda istu treba;

- prekriti odgovarajućim nepropusnim materijalom (PVC folija),
- poprskati bitumenskom emulzijom,
- namočiti vodom.

Način pripreme podloge treba da bude predviđen projektnom dokumentacijom. Kvalitet pripreme mora da overi nadzorni organ.

Izvođač može da započne sa ugrađivanjem cementnog betona tek nakon preuzimanja oplate ili podloge, odnosno armature, od strane nadzornog organa.

Izvođač je obavezan da sve vreme do početka ugrađivanja svežeg cementnog betona održava oplatu ili podlogu i ugrađenu armaturu u stanju u kome je bila u vreme preuzimanja. Sva oštećenja mora da popravi blagovremeno i na odgovarajući način. Videti i SRSC poglavlje 2.5.3.

#### 2.5.1.4.4 Geometrijske karakteristike i tolerancije

Nominalne vrednosti geometrijskih osobina betonskih elemenata su date u tehničkoj dokumentaciji.

Geometrijske karakteristike konstrukcionih betonskih elemenata moraju da budu u skladu sa zahtevanim minimalnim nominalnim dimenzijama.

Geometrijske tolerancije za linearne nosače i stubove date su u SRPS ENV 13670-1. Videti i SRSC poglavlje 2.5.11.3.

U vezi sa specifikacijom karakteristika površine ugrađenog betona treba pogledati SRDM, poglavlje 9.12.8, u kome su dati zahtevi.

#### 2.5.1.4.5 Proizvodnja mešavine svežeg cementnog betona

Proizvodnja mešavine svežeg cementnog betona mora da bude mašinska i obavljena u odgovarajućoj bazi za pripremu mešavine sa šaržnim načinom rada.

Ocenjivanje, nadzor i sertifikacija kontrole proizvodnje izvodi se u obimu i sa učestalošću koji su određeni u standardu SRPS EN 206-1.

Sastav mešavine cementnog betona mora da se prilagodi načinu prevoza i ugrađivanja.

Vreme mešanja i drugi uticaji na kvalitet moraju da se podese tako da se obezbedi homogena mešavina cementnog betona.

Ako se radovi izvode pri niskim temperaturama u bazi za proizvodnju cementnog betona mora da se obezbedi mogućnost zagrevanja frakcija agregata ili/i vode do određene temperature.

Proizvedena mešavina svežeg cementnog betona može kraće vreme da se uskladišti u odgovarajuće silose u betonskoj bazi ili da se odmah odvozi do mesta ugrađivanja. Tokom ovog procesa mora da se spreči sušenje, otvrdnjavanje, naknadno dodavanje prekomerne vode ili prekomerno

zagrevanje ili hlađenje mešavine svežeg cementnog betona.

#### 2.5.1.4.6 Proizvodnja prefabrikovanih elemenata

Baza za proizvodnju prefabrikovanih elemenata od cementnog betona mora da bude opremljena odgovarajućim mašinama i uređajima za ugrađivanje svežeg cementnog betona, kao i odgovarajućim prostorom za odležavanje prefabrikovanih elemenata. Ovaj prostor treba da je zaštićen od vremenskih uticaja (padavine, mraz, sunce).

Prefabrikovane elemente treba označiti (datum izrade, oznaka prema projektnoj dokumentaciji, težina i položaj za ugrađivanje). Transport i ugrađivanje mogu da se obave tek kada cementni beton postigne odgovarajuću čvrstoću. Eventualna oštećenja ne smeju da utiču na nosivost, postojanost, izgled i upotrebljivost.

#### 2.5.1.4.7 Transport mešavine svežeg cementnog betona

Ugrađivanje mešavine odgovarajućeg svežeg cementnog betona u pripremljenu oplatu ili na podlogu, koja ne sme da bude smrznuta, može da se započne tek kada to odobri nadzorni organ.

Za prevoz treba koristiti odgovarajuća vozila, miksera ili agitatore. Tokom prevoza mešavina svežeg cementnog betona mora da ostane homogena, odnosno ne sme da dođe do promene njenih osnovnih osobina.

Broj vozila za prevoz mešavine svežeg cementnog betona na gradilište mora da se prilagodi uslovima ravnomernog ugrađivanja i kapacitetima opreme za proizvodnju, udaljenosti za transport i kapacitetu samog ugrađivanja.

#### 2.5.1.4.8 Ugrađivanje mešavine svežeg cementnog betona

##### 2.5.1.4.8.1 Opšte

Cementni beton treba ugraditi što pre nakon pripreme, da se ne bi smanjila mogućnost njegove ugradivosti, odnosno pre početka vezivanja cementa (ne više od 1,5 časa). Po potrebi može da se koriguje konzistencija, ali se pri korekciji moraju uzeti u obzir odredbe standarda SRPS EN 206-1 i uputstva proizvođača dodatka.

Visina slobodnog pada svežeg cementnog betona pri ugrađivanju ne sme da bude veća

od 1,5 m, ako nisu obezbeđene mere potrebne za sprečavanje segregacije.

Visina ugrađenih slojeva mora da se prilagodi načinu i učinku sredstava za zgušnjavanje, kao i kapacitetima baze za proizvodnju svežeg cementnog betona. Svaki sloj mora da se ugradi na prethodni tokom vremena koje obezbeđuje dobru sposobnost prijanjanja oba sloja uz rekompaktiranje koje obavezno mora da se izvodi duž čitave debljine oba sloja.

Sveži cementni beton zbija se mehaničkim vibratorima (pervibratori, planvibrator i oplatni vibratori), a posebno pažljivo uz armaturne palice i uz oplatu. Način i uslove upotrebe sredstava za zbijanje cementnog betona mora da odobri nadzorni organ.

Temperatura svežeg cementnog betona tokom ugrađivanja mora da bude najmanje 7°C (u izuzetnim slučajevima 3°C), a najviše 25°C (u izuzetnim slučajevima 30°C). Temperatura oplate, odnosno podloge za cementni beton mora da bude između 3°C i 40°C. Ako je temperatura vazduha niža od 5°C ili viša od 30°C, treba obezbediti očvrćavanje cementnog betona pri odgovarajućim uslovima, koje mora da odobri nadzorni organ.

#### 2.5.1.4.8.2 Radni spojevi

Ako sloj ugrađenog cementnog betona ne može da se obrađuje ponovnim vibriranjem, onda na tom mestu treba predvideti radni spoj. Način obrade ovakvih spojeva treba predvideti projektnom dokumentacijom. U projektnoj dokumentaciji moraju da se odrede, a u projektu ugrađivanja cementnog betona uzmu u obzir radni spojevi i način njihove obrade na mestima na kojima se sveži beton dograđuje na već očvršli. Broj radnih spojeva treba da bude što manji.

Kod prednapregnutih konstruktivnih elemenata radni spojevi cementnog betona ne smeju da budu paralelni sa čeličnim žicama ili palicama.

Površinu cementnog betona na području radnih spojeva treba prethodno obraditi odgovarajućim postupkom (ispiranjem, izduvavanjem, peskiranjem, površinskim usporivačem vezivanja,...) tako da se dostigne struktura čvrstog betona.

Način obrade radnog spoja, kao i upotrebu dodatka za usporavanje vezivanja cementnog betona i premaza za spajanje ili maltera na bazi polimernih dodatka ili

lepkova, izradu rebara, zuba, ugrađivanje čeličnih palica za povećanje nosivosti radnog spoja, mora da odobri projektant i nadzorni organ.

#### 2.5.1.4.8.3 Vidljive površine cementnog betona

U projektnoj dokumentaciji mora se odrediti obim i način obrade vidljivih površina cementnog betona.

Izvođač mora blagovremeno, pre ugrađivanja cementnog betona da dostavi nadzornom organu uzorak vidljive površine cementnog betona (struktura, vizuelni izgled, geometrija).

Boja i struktura, odnosno izgled, vidljive površine cementnog betona mora da bude ravnomeran. Sve popravke, koje je dozvoljene samo u manjem obimu, mora da odobri nadzorni organ.

Vidljive površine cementnog betona mogu da se urede i naknadnom obradom površina oplate.

#### 2.5.1.4.8.4 Zaštita i nega cementnog betona

Opšte

Da bi cementni beton dostigao očekivane potencijalne osobine, posebno u zaštitnom sloju iznad armature, treba ga štititi i na odgovarajući način negovati. Postupke zaštite i nege treba otpočeti odmah nakon ugrađivanja i zgušnjavanja, odnosno površinske obrade.

Ugrađeni cementni beton treba zaštititi:

- u fazi vezivanja i očvrćavanja od isušivanja, hlađenja, oštećenja usled padavina, vibracija i mehaničkih oštećenja,
- u očvrslom stanju od uticaja hemijskih sredstava i mehaničkih oštećenja.

Zaštitom cementnog betona treba sprečiti:

- prebrzo sušenje površine cementnog betona usled:
  - male vlažnosti vazduha,
  - visoke temperature vazduha,
  - visoke temperature cementnog betona,
  - velike brzine vetra i
  - direktnog izlaganja suncu;
- ispiranje zbog kiše i tekuće vode
- prebrzo hlađenje prvih dana nakon ugrađivanja,
- velike razlike između spoljne i temperature ugrađenog betona,



- neugodne posledice niskih temperatura na ščvršćavanje i smrzavanje,
- štetne uticaje vibracija i udaraca usled kojih u mladom cementnom betonu mogu da nastanu pukotine ili da se smanji sposobnost prijanjanja betona i armature.

Negom cementnog betona seu kapilarama obezbeđuje dovoljna količina vode, odnosno vlage, za što bolju hidrataciju cementa, čime se postižu očekivane osobine očvrslog betona.

Prekomerno isušivanje ugrađenog cementnog betona može da se spreči odgovarajućom mokrom negom i/ili hemijskim zaštitnim sredstvima. Odgovarajuću zaštitu cementnog betona treba obezbediti odmah po završenom vibriranju i nastaviti je najmanje 7 dana, odnosno onoliko dugo koliko je potrebno da cementni beton dostigne 60% vrednosti predviđene čvrstoće na pritisak. Prilikom upotrebe hemijskih zaštitnih sredstava za zaštitu cementnog betona od isušivanja treba uzeti u obzir tehničke uslove proizvođača. Uslove za trajnu zaštitu svežeg, odnosno cementnog betona koji očvršćava, predlaže izvođač u skladu sa ovim tehničkim uslovima, a iste potvrđuje nadzorni organ.

Prekomerno zagrevanje, brzo hlađenje i oštećenja većih površina ugrađenog svežeg betona i cementnog betona koji očvršćava usled padavina može da se spreči pokrivanjem površine tkaninom, plastičnom folijom ili drugim odgovarajućim materijalom. Zaštitu treba nastaviti sve dok cementni beton ne dostigne 60% zahtevane vrednosti čvrstoće na pritisak.

Budući da poroznost površine očvrslog cementnog betona ograničava njegovu trajnost, površinu betona treba zaštititi na odgovarajući način. To se postiže postupcima koji sprečavaju prodiranje vode u cementni beton. Zaštitu ili predlog izvođača za zaštitu cementnog betona predviđen u projektnoj dokumentaciji treba da odobri nadzorni organ.

#### Način nege

Postupak nege treba da se odredi pre početka radova na gradilištu. Načini nege koji mogu da se primene samostalno ili u međusobnim kombinacijama su:

- beton ostaje u oplati,
- pokrivanje plastičnom folijom,
- postavljanje mokrog pokrivača,
- prskanje vodom,
- potapanje u vodu,
- prskanje hemijskim sredstvima za negu koja stvaraju nepropusan zaštitni film.

Sa stanovišta učinka pojedinih metoda važi pravilo da struktura betona postaje gušća kod mokrog negovanja, kada se cementni beton u toku očvršćavanja natapa vodom, u odnosu na metodu kojom se samo sprečava isparavanje vode iz cementnog betona. Po hladnom vremenu primena mokrog postupka nije dozvoljena. Prskanje toplih površina hladnom vodom može da prouzrokuje temperaturne napone i pojavu pukotina zbog čega pre upotrebe voda treba da se zagreje do odgovarajuće temperature.

#### Trajanje nege

Trajanje nege zavisi od klimatskih uslova i od postignute čvrstoće na pritisak na kraju nege koja se izražava kao odnos srednje čvrstoće na kraju nege i srednje vrednosti čvrstoće posle 28 dana (tabela 2.5.1.6).

Tabela 2.5.1.6: Uslovi okruženja i trajanje nege u zavisnosti od čvrstoće na pritisak cementnog betona na kraju nege

Klimatski uslovi		Prosečna vlažnost [%]	Zahtevani udeo čvrstoće
V	vlažno	> 80	0,1
Z	srednje	od 65 do 80	0,4
S	suvo	od 45 do 65	0,5
JS	jako suvo	< 45	0,6

Merilo trajanja nege može da bude:

- minimalno vreme u odnosu na klimatske uslove i dinamiku očvršćavanja betona (tabela 2.5.1.7),

- zrelost cementnog betona, tj. dostignuti stepen hidratacije, koji se izražava zbirom proizvoda izmerenih temperatura i pripadajućeg vremena trajanja svake temperature.

Tabela 2.5.1.7: Trajanje nege u danima

Uslovi okruženja u toku nege	Relativna vlažnost vazduha [%]	Temperatura cementnog betona [°C]								
		5	10	15	5	10	15	5	10	15
		minimalno trajanje nege [dana]								
- nema direktnog uticaja sunca	> 80	2	2	1	3	3	2	3	3	2
- srednji uticaji sunca, srednja brzina vetra	> 50	4	3	2	6	4	3	8	5	4
- jaki uticaji sunca, velika brzina vetra	< 50	4	3	2	8	6	4	10	8	5
		brzo			srednje			lagano		
priraštaj čvrstoće cementnog betona										

#### 2.5.1.4.8.5 Betoniranje po hladnom vremenu

##### Opšte

Ovo poglavlje određuje uslove hladnog vremena pri kome se zbog niskih temperatura usporava dinamika hidratacije cementa i određuju dodatne mere koje treba preduzeti prilikom betoniranja radi zaštite mladog betona od smrzavanja i radi obezbeđenja uslova koji omogućavaju normalan razvoj predviđenih osobina očvrstlog cementnog betona.

Hladno vreme je ono vreme kada je temperatura vazduha u bilo koje doba dana ispod 0°C i kada je srednja dnevna temperatura za više od tri uzastopna dana ispod +5°C. Srednja dnevna temperatura je prosek najviše i najniže izmerene temperature od ponoći do ponoći. Vremenski period hladnog vremena prestaje kada temperatura vazduha u tri uzastopna dana bude iznad 10°C i traje najmanje pola dana.

Prelazni period je vreme u kome nisu ispunjeni svi uslovi za hladno vreme, ali se u toku noći temperature mogu spustiti ispod 0°C.

Vreme zaštite predstavlja zahtevano vreme tokom koga treba održavati propisanu temperaturu ugrađivanja cementnog betona.

Kod betoniranja su određene sledeće aktivnosti: mešanje, transport, ugrađivanje, zaštita i nega cementnog betona.

##### Priprema pre betoniranja

Izvođač mora da blagovremeno dostavi nadzornom organu na odobrenje detaljan program postupaka koje namerava da izvodi kod betoniranja pri hladnom vremenu.

Pre betoniranja na gradilištu moraju da se pripreme svi materijali i/ili oprema za zaštitu cementnog betona, kao i oprema za redovno merenje temperature.

Na mestu ugrađivanja treba sa svih površina na kojima je predviđeno ugrađivanje cementnog betona, uključujući i čelik za armiranje, očistiti sneg i led. Betoniranje na smrznut ili mrazom oštećen element nije dozvoljeno.

Temeljno tlo treba otopiti do dubine koju mora da odredi geomehaničar. Temperatura temeljnog tla na kome se ugrađuje cementni beton ne sme da bude niža od 3°C.

Temperatura cementnog betona u koji se injektiraju kablovi za prednaprezanje ne sme da bude manja od 5°C.

Betoniranje treba izvoditi pri najvećoj dnevnoj temperaturi.

Temperatura cementnog betona

#### *Temperatura pri ugrađivanju*

Najniža dozvoljena temperatura cementnog betona za ugrađivanje i zaštitu zavisi od najmanje dimenzije preseka, kao što je navedeno u tabeli 2.5.1.8. Temperature iz

tabele ne smeju se prekoračiti za više od 10°C. Temperatura injekcione smese ne sme da bude manja od 5°C.

Kod masivnih cementnih betona temperatura u sredini preseka ne sme da prekorači 60°C, dok razlika temperature na površini ne sme da bude veća od 20°C.

Temperaturu svežeg cementnog betona treba izmeriti za svaku dostavljenu količinu na gradilište i to pre ugrađivanja. Temperaturu očvršćavanja cementnog betona treba meriti najmanje jedanput dnevno na površini ili na spoju sa oplatom.

Tabela 2.5.1.8: Dozvoljene temperature cementnog betona u zavisnosti od dimenzija preseka

Najmanja dimenzija preseka	Najniža temperatura cementnog betona pri ugrađivanju	Najveći dozvoljeni pad temperature u prvih 24 časa po odstranjivanju zaštite
- manja od 30 cm	11°C	20°C
- od 30 do 90 cm	9°C	17°C
- od 90 do 180 cm	7°C	12°C
- veća od 180 cm	5°C	10°C

#### *Temperatura na kraju zaštite*

Pad temperature očvršćavajućeg cementnog betona na kraju zaštite u prvih 24 časa ne sme da bude veći od vrednosti koje su navedene u tabeli 2.5.1.8.

#### *Čvrstoća cementnog betona*

Pre izlaganja cementnog betona mrazu sa temperaturama ispod 5°C njegova čvrstoća na pritisak mora da bude najmanje 5 MPa.

Tabela 2.5.1.9: Minimalna čvrstoća na pritisak cementnog betona u zavisnosti od srednje dnevne temperature

Očekivana srednja dnevna temperatura nakon završene zaštite	Procenat propisane karakteristične čvrstoće na pritisak
iznad 0°C	50
od 0°C do -5°C	65
od -5°C do -10°C	85
ispod -10°C	95

Čvrstoća cementnog betona pre skidanja vertikalne oplata mora da bude dovoljno velika da ne dođe do oštećenja površina.

Čvrstoću cementnog betona pri demontaži potpora i uz eventualnu upotrebu privremenih potpora, mora da odredi projektant. Ni u kom slučaju – u zavisnosti od očekivane temperature nakon odstranjivanja zaštite –

čvrstoća cementnog betona ne sme da bude manja od vrednosti iz tabele 2.5.1.9.

Čvrstoću treba određivati na najmanje tri uzorka koji su čuvani u istim uslovima zaštite kao i ugrađeni cementni beton.

Betoniranje

### *Priprema cementnog betona*

Fracije agregata na deponiji u betonskoj bazi ne smeju da sadrže smrznute grudve ili led.

Početna temperatura cementnog betona nakon mešanja u betonjerci mora da bude veća od temperature pri ugrađivanju za vrednost predviđenog hlađenje u toku transporta. Ova razlika može najviše da bude:

- 2°C, ako je spoljašnja temperatura veća od 1°C,
- 5°C, ako je spoljašnja temperatura od -1 do -10°C i
- 8°C, ako je spoljašnja temperatura od -10 do -15°C.

Temperatura svežeg cementnog betona ni u kom slučaju ne sme da bude veća od 30°C, a izuzetak čine parni cementni betoni.

Potrebnu početnu temperaturu treba postići zagrevanjem pojedinih materijala za cementni beton, pri čemu ne smeju da se prekorače sledeće vrednosti temperatura:

- vode 100°C
- agregata 65°C
- cementa 50°C.

Pre dodavanja cementa temperatura mešavine u mešalici sme da bude najviše 40°C.

U mešalici ne sme da bude grudvi smrznutog agregata, leda ili snega. Pesak ne sme da se zagreva parom.

Za ubrzavanje hidratacije preporučuje se upotreba brzovezajućeg cementa, povećane količine cementa i/ili manja vrednost v/c ili upotreba hemijskih dodataka. Kod cementnih betona za prednapregnute konstrukcije nije dozvoljena upotreba hemijskih sredstava za ubrzavanje koja sadrže hloride.

### *Transport i ugrađivanje*

Transport i ugrađivanje cementnog betona moraju da se izvode bez zastoja, što se postiže dobrom organizacijom rada.

### *Nega i toplotna zaštita*

Odgovarajućim postupkom nege treba u cementnom betonu koji očvršćava obezbediti dovoljnu količinu vode, a toplotnom zaštitom potrebnu toplotu za normalan proces hidratacije.

Mere za sprečavanje isušivanja cementnog betona treba preduzimati, odnosno nastavljati, ako je na zatvorenom ili slobodnom prostoru nakon uklanjanja zaštite:

- cementni beton topliji od 15°C, temperatura vazduha iznosi 10°C ili više,
- temperatura vazduha viša od 10°C, vlažnost manja od 40%.

Isušivanje cementnog betona treba obavezno sprečiti i u slučaju kada se pokriveni element ili zatvoreni prostor suvo zagreva grejačima na naftu ili gas i pri jakom vetru uz istovremeno visoku temperaturu cementnog betona.

Za zaštitu od isušivanja i negu može da se upotrebi para, vodom zasićeni prekrivač, nepropusna folija, hemijska sredstva ili voda. Nega vodom je najslabija, posebno ako postoji opasnost da zasićeni cementni beton nakon uklanjanja toplotne zaštite može da se smrzne. Negu parom ili vodom treba završiti najmanje 24 časa pre završetka zaštite, čime se cementnom betonu omogućava sušenje pre izlaganja niskim temperaturama.

Za toplotnu zaštitu ugrađenog cementnog betona pogodni su sledeći načini:

- prekrivanje slobodnih površina izolacionim materijalima, npr. pločama ekspaniranog polistirena, poliuretanskom penom, mineralnom vunom, celuloznim vlaknima, slamom ili tekstilom,
- prekrivanje celog elementa ili betoniranje u zatvorenom prostoru,
- toplotno izolovane oplate,
- vodena para.

Zaštitu mladog cementnog betona u prelaznom periodu treba vršiti najmanje 24 časa nakon betoniranja.

Po hladnom vremenu cementni beton treba štiti i negovati:

- najmanje 3 dana, ako se od elementa ne zahteva određena čvrstoća, pri čemu treba uzeti u obzir minimalne temperature i dozvoljeno smanjenje temperature, kao što je navedeno u tabeli 5.13, ili
- sve dok se ne postigne za konstrukciju sigurna čvrstoća.

#### 2.5.1.4.9 Kvalitet izvođenja

Blagovremeno pre početka radova izvođač mora da dostavi nadzornom organu projekat cementnog betona sa svim traženim podacima prema ovim tehničkim uslovima.

##### 2.5.1.4.9.1 Izvođačke klase

Nadzor i kontrola radova moraju da obezbede da betoniranje protekne tačno u skladu sa izvođačkom specifikacijom za beton.

Kontrola podrazumeva proveru usklađenosti osobina ugrađenih betona, koji će biti upotrebljeni, kao i kontrolu izvođenja radova.

Zahtevi za upravljanje kvalitetom su propisani jednom od sledeće tri klase, a strogost zahteva raste od 1. do 3. klase:

- 1. izvođačka klasa;
- 2. izvođačka klasa;
- 3. izvođačka klasa.

Izvođačka klasa može da se odnosi na konstrukciju u celosti, na sastavne delove konstrukcije ili na određene betone, odnosno

tehnologije, upotrebljene za izvođenje radova.

Izvođačka klasa koju treba upotrebiti mora da bude određena u izvođačkoj specifikaciji. Videti i tabelu 2.5.1.14.

#### 2.5.1.4.9.2 Prethodna, dokazna receptura

U skladu sa odredbama standarda SRPS EN 206-1 pre upotrebe novog cementnog betona izvođač mora probnim ispitivanjem da odredi recepturu koja ispunjava propisane zahteve za sveži i očvrslu cementni beton. Proizvođač može da dokaže mešavinu cementnog betona i na osnovu rezultata novijih ispitivanja ili dugoročnih iskustava. Količina vazduha (mikropora) u cementnom betonu koji je izložen mrazu i uticaju soli (XF 4), a koja je određena postupkom iz standarda SRPS EN 12350-7, mora da odgovara vrednostima iz tabele 2.5.1.10.

Tabela 2.5.1.10: Količina vazduha u cementnom betonu koji je izložen delovanju mraza i soli (XF4)

Najveća frakcija u smesi [mm]	Količina vazduha [V.-%]
16/32	4 do 6
8/16	5 do 7
4/8	7 do 10

Količina vazduha (mikropora) u cementnom betonu može da zameni odgovarajuću zapreminu zrna manjih od 0,25 mm.

Osim izjave o recepturi cementno-betonske mešavine, izvođač mora da dostavi i odgovarajuće dokaze o izvoru i kvalitetu svih materijala koje će se upotrebljavati u pripremi probne recepture.

Probnom recepturom izvođač mora da dokaže da predviđeni sastav kamenih frakcija, cementa, vode, hemijskih i drugih dodataka može da obezbediti zahtevani kvalitet cementnog betona u skladu sa ovim tehničkim uslovima.

Izvođač ne može da započne sa proizvodnjom i ugrađivanjem cementnog betona pre dobijanja saglasnosti nadzornog organa.

#### 2.5.1.4.9.3 Zahtevane osobine

Osobine ugrađenog cementnog betona moraju da odgovaraju odredbama projektne dokumentacije, standardu SRPS EN 206-1 i nacionalnom dodatku.

Za ocenu marke cementnog betona treba upotrebiti sledeće kriterijume:

- ako je na raspolaganju broj ispitivanja čvrstoće  $n \leq 6$  iz 2-4, ili 5-6 uzastopno uzetih uzoraka:

$$f_{cm} \geq f_{ck} + k_1 \quad (1)$$

$$f_{cmin} \geq f_{ck} - 4 \quad (2)$$

gde je:

- $k_1 = 3 \text{ MN/m}^2$  – za 2-4 uzeta uzorka
- $k_1 = 2 \text{ MN/m}^2$  - za 5-6 uzetih uzoraka
- $f_{cm}$  - aritmetička sredina u  $\text{MN/m}^2$
- $f_{ck}$  – karakteristična čvrstoća u  $\text{MN/m}^2$
- $f_{cmin}$  – najmanja vrednost uzastopnih rezultata ispitivanja u  $\text{MN/m}^2$

- ako je broj rezultata ispitanih uzoraka  $6 < n < 30$ , a standardno odstupanje  $\sigma$  je poznato na osnovu većeg broja rezultata prethodnih ispitivanja ( $n \geq 35$ ) i nije manje od  $4 \text{ MN/m}^2$ , onda se ocena može dati na sledeći način:

$$f_{cm} \geq f_{ck} + (1,65 - 2,58/n^{1/2}) \sigma \quad (3)$$

$$f_{cmin} \geq f_{ck} - 4 \quad (4)$$

gde je:

- $\sigma$  standardna devijacija u  $\text{MN/m}^2$

Standardna devijacija je dobijena iz najmanje 35 uzastopnih rezultata ispitivanja izvedenih tokom tri meseca pre početka proizvodnje. Ova vrednost uzima se kao ocenjena vrednost za sve rezultate ispitivanja:

$$\sigma = ((\sum f_{cm} - f_{ci})^2 / (n-1))^{1/2} \quad (5)$$

gde je:

$f_{ci}$  – pojedinačna vrednost ispitivanja  $\text{MN/m}^2$

$f_{cm}$  – aritmetička sredina n uzoraka  $\text{MN/m}^2$

n – broj uzoraka

Ako je broj rezultata ispitivanja  $n \geq 35$  i standardna devijacija ocenjena na osnovu prethodno dobijenih rezultata, onda je moguće izraditi ocenu na osnovu jednačina (3) i (4) pod uslovom da  $\sigma$  iznosi:

- za objekte sa raspona većim od 10 m:  
 $\sigma \geq 5 \text{ MN/m}^2$
- za objekte sa rasponom manjim od 10 m:  
 $\sigma \leq 3 \text{ MN/m}^2$

Ukoliko je izračunata  $\sigma$  manja od navedenih vrednosti treba uzeti najmanju moguću  $\sigma$  uz uvažavanje klasifikacije objekata i broja rezultata ispitivanja.

Hemijski dodaci cementnom betonu mogu da promene osobine samo u granicama koje su određene u projektnoj dokumentaciji ili odgovarajućim tehničkim propisima.

Ako u projektnoj dokumentaciji nije drukčije određeno, onda vrednost vodocementnog faktora mešavine cementnog betona ojačanog armaturom može da bude najviše 0,70.

Konzistencija svežeg cementnog betona nije određena, ali mora da bude takva da se raspoloživim transportnim sredstvima i sredstvima za ugrađivanje mogu postići zahtevane osobine ugrađenog svežeg ili očvrsllog cementnog betona.

#### 2.5.1.4.9.4 Probna proizvodnja i ugrađivanje

Izvođač mora da proveri i dokaže recepturu mešavine cementnog betona u proizvodnji u odgovarajućoj proizvodnoj bazi, prevoz na gradilište i ugrađivanje tek kada mu to odobri nadzorni organ.

Mesto probnog ugrađivanja odobrava nadzorni organ na ugovorenom objektu tek

nakon provere pripremljene oplata, odnosno podloge i postavljanja čelika za armiranje. Prilikom probne proizvodnje i ugrađivanja treba na osnovu ispitivanja koja izvodi unutrašnja kontrola izvođača:

- ustanoviti pravilnost deponija i proizvodnog pogona za mešavine svežeg cementnog betona, pravilnost izabranog načina prevoza i opreme za ugrađivanje, a sve u smislu zahteva iz ovih tehničkih uslova;
- na mestu ugrađivanja uzeti uzorak mešavine za ispitivanje karakteristika svežeg i očvrsllog cementnog betona;
- ustanoviti pravilnost obrade vidljive površine cementnog betona,
- ustanoviti izvođenje spojeva,
- odrediti zaštitu površine cementnog betona, i
- ustanoviti ravnost i visinu cementnog betona.

Ako je izvođač u proteklom periodu u sličnim uslovima i sredstvima za spravljanje cementnog betona već ugrađivao cementni beton, onda se rezultati mogu priložiti kao rezultati probne proizvodnje i ugrađivanja. O svemu ovome odlučuje nadzorni organ.

#### 2.5.1.4.9.5 Redovna proizvodnja i ugrađivanje

Nadzorni organ može da odobri izvođaču izvođenje radova na osnovu rezultata prethodnih ispitivanja. Saglasnost za izvođenje uključuje i uslove za karakteristike mešavine cementnog betona i uslove za izvođenje unutrašnje kontrole kvaliteta koji su predviđeni ovim tehničkim uslovima.

Saglasnost za ugrađivanje mešavine svežeg cementnog betona mora da sadrži i potrebne zahteve za eventualnu dodatnu pripremu površine, oplata ili podložnog sloja u smislu tačke 2.5.1.4.3 ovih tehničkih uslova.

Ako u toku proizvodnje ili ugrađivanja mešavina svežeg cementnog betona nastanu bilo kakve promene, izvođač mora u pisanom obliku da dostavi nadzornom organu predlog promena.

#### 2.5.1.4.9.6 Provera kvaliteta na gradilištu

Kontrola betoniranja prema izvođačkim klasama

Kontrola u 1. izvođačkoj klasi je kontrola koju može da obavlja neposredni izvođač radova, t.j. kontrola koja mora da se vrši nad svim obavljenim poslovima – samokontrola.

Pri kontroli u 2. izvođačkoj klasi se pored samokontrole vrši i unutrašnja sistematska i redovna kontrola određenim i ustaljenim postupcima u okviru preduzeća koje izvodi radove – unutrašnja sistematska kontrola.

Za kontrolu u 3. izvođačkoj klasi se može pored samokontrole i unutrašnje sistematske kontrole, koju vrši sam izvođač, zahtevati šira kontrola u skladu sa državnim propisima i/ili izvođačkom specifikacijom. Ovu širu kontrolu može da obavlja nezavisna firma – nezavisna kontrola.

Za konstrukcije u 3. izvođačkoj klasi unutrašnja sistematska kontrola treba da obuhvata sve radove betoniranja koji su od značaja za nosivost i trajnost konstrukcije. Ovo obuhvata prethodnu kontrolu čišćenja pre betoniranja, betona, betoniranja i nege. Ako je zahtevana šira (ili nezavisna) kontrola, njen obim treba da bude najmanje jednak obimu koji je opisan za unutrašnju sistematsku kontrolu u 2. izvođačkoj klasi.

Za konstrukcije u 2. izvođačkoj klasi unutrašnja sistematska kontrola treba da obuhvata kontrolu svih radova sa betonom kod značajnih konstruktivnih elemenata, kao što su stubovi i nosači. Kod drugih konstruktivnih elemenata treba da se vrše nasumične provere, u obimu koji zavisi od značaja konstruktivnog elementa za nosivost i trajnost.

#### 2.5.1.4.9.7 Izvođačka specifikacija betona

Pre početka građenja (betoniranja) bilo kog dela objekta mora da postoji kompletna izvođačka specifikacija, koja se odnosi na taj deo objekta.

U izvođačku specifikaciju treba da budu uključene sledeće stavke:

- poziv na SRPS ENV 13670-1 i nacionalnu dopunu, ako je izdata,
- poziv na druge merodavne nacionalne propise i standarde,
- specifikacija za beton i betoniranje objekta (projekat betona) koja sadrži informacije i zahteve za betoniranje određenog objekta i izrađuje se da bi se dopunili ili prilagodili zahtevi iz gore navedenih dokumenata,
- planove i druga tehnička dokumenta potrebna za izvođenje radova.

Tabela 2.5.1.12 sadrži kontrolni spisak zahteva i informacija koje će po potrebi biti uključeni u izvođačku specifikaciju za fazu betoniranja.

Ako je to važno, treba odrediti i postupke za:

- izmenu prethodno dogovorenih zahteva,
- podelu, arhiviranje i registraciju tehničkih dokumenata koji su bili upotrebljeni pri betoniranju betonske konstrukcije.

#### 2.5.1.4.9.8 Plan kvaliteta

Plan kvaliteta koji se nalazi u izvođačkoj specifikaciji mora da bude dostupan na gradilištu. Plan kvaliteta može da se odnosi na sve radove ili su u jednom preglednom planu dodati odvojeni planovi za različite faze i radove koje treba obaviti.

#### 2.5.1.4.9.9 Dokumentacija zapisnika o betoniranju

Treba napraviti zapisnike prema tabeli 2 za svaku izvođačku klasu kvaliteta.

#### 2.5.1.4.9.10 Unutrašnja kontrola kvaliteta

Izvođač radova mora da nadzornom organu dostavi na odobrenje obim ispitivanja u sklopu unutrašnje kontrole kvaliteta pri ugrađivanju cementnog betona, koji je u skladu sa odredbama ovih tehničkih uslova. Minimalni obim unutrašnje kontrole kvaliteta koju mora da vrši izvođač ili ovlašćena institucija u njegovo ime naveden je u tabeli 2.5.1.11.

Ako nadzorni organ u toku ispitivanja kvaliteta unutrašnje kontrole ustanovi veća odstupanja rezultata od prethodnih tehnoloških ispitivanja, onda može da poveća obim minimalnih unutrašnjih ispitivanja. U slučaju da se dobri rezultati ponavljaju, nadzorni organ može da smanji obim ispitivanja.

Kvalitet ugrađenog cementnog betona može se odrediti i na osnovu drugih priznatih metoda, ali samo uz sporazum sa nadzornim organom. U tom slučaju moraju se navesti merila za ocenu kvaliteta ugrađivanja, kao i način i obim izvođenja ispitivanja. Ova merila mora da odobri nadzorni organ.

#### 2.5.1.4.9.11 Spoljašnja kontrola kvaliteta

Obim ispitivanja u sklopu spoljašnje kontrole kvaliteta koju za naručioca izvodi treća strana – od Akreditacionog tela Srbije ovlašćena institucija. Po pravilu je spoljašnja kontrola u odnosu 1:4 prema obimu ispitivanju unutrašnje kontrole. Mesta uzimanja uzoraka mešavine cementnog betona i merna mesta za ispitivanje unutrašnje i spoljašnje kontrole kvaliteta moraju da se odrede slučajnim izborom.

Tabela 2.5.1.11: Minimalni obim ispitivanja u sklopu unutrašnje kontrole ispitivanja kvaliteta pri ugrađivanju cementnog betona

Osobina cementnog betona	Učestalost ispitivanja	Primedba	Postupak ispitivanja
- sveži cementni beton - zapreminska masa - temperatura svežeg cementnog betona	na 20 m <sup>3</sup>	kod svakog ispitivanja betona u slučaju dvoumljenja po pitanju kvaliteta svake mešavine	SRPS EN 12350-6 -
- konzistencija	na 20 m <sup>3</sup>		SRPS EN 1235-2 do 5 SRPS EN 12350-7
- sadržaj mikropora unutrašnji otpor cementnog betona na smrzavanje i topljenje (M) - sadržaj mikropora površinska otpornost cementnog betona na smrzavanje i topljenje (MS)	na 20 m <sup>3</sup>		
- očvrslili cementni beton - čvrstoća na pritisak	na 5 m <sup>3</sup>	svaka nabavljena količina	SRPS EN 12350-7
	na 100 m <sup>3</sup>	1x dnevno, najmanje 3 uzorka za svaku partiju betona, odnosno po posebnoj odredbi za svaki segment, kampadu, deonicu ili konstruktivni element	SRPS EN 12390-3
- otpornost na prodiranje vode	na 500 m <sup>3</sup>	najmanje 3 ispitivanja za cementne betone ugrađene u objekte istog izvođača na određenoj deonici puta i nabavljene iz iste betonjerke	SRPS EN 12390-8
- unutrašnja otpornost na smrzavanje i topljenje (M)	na 2000 m <sup>3</sup>		SRPS CEN/TR 15177 (SRPS U.M1.016)
- površinska otpornost na smrzavanje i topljenje (MS)	na 1000 m <sup>3</sup>	najmanje 3 ispitivanja za cementne betone ugrađene u objekte istog izvođača na određenoj deonici puta i nabavljene iz iste betonjerke	SRPS CEN/TS 12390-9 (SRPS U.M1.055)
- skupljanje (90 dana)	jedanput	cementni betoni za prednapregnute rasponske konstrukcije i zidove dužine iznad 100 m	SRPS U.M1.029
- tečenje	po objektu		SRPS U.M1.027
- statički modul elastičnosti			SRPS U.M1.025



Tabela 2.5.1.12: Kontrolni spisak informacija u izvođačkoj specifikaciji za betoniranje

Poglavlje	Tekst
1 Obim i područje upotrebe	Navesti sve posebne zahteve koji su od značaja za pojedinu konstrukciju
	Navesti sve dodatne zahteve za laki beton, druge materijale ili posebne tehnologije ako je to potrebno,
	Navesti sve zahteve za betonske elemente koji se upotrebljavaju kao oprema u gradnji
2 Veza sa drugim standardima	Dodati sve merodavne nacionalne standarde ili propise koji važe na gradilištu
3 Definicije	Odrediti referentnu liniju za iskolčavanje elemenata ili konstrukcije koja se betonira
4 Rukovođenje izvođenjem radova	U izvođačkoj specifikaciji treba detaljno obraditi sve potrebne tehničke informacije
	Navesti zahteve u vezi sa osposobljenošću osoblja
	Nacionalni propisi koje treba poštovati
	Uključiti postupak za promenu izvođačke specifikacije
	Zahtevi o podeli dokumenata
	Navesti da li se traži plan kvaliteta
	Navesti obim posebne dokumentacije, ako se to zahteva
	Navesti izvođačku klasu i odrediti ko je odgovoran za kontrolu
	Navesti odredbe koje se odnose na kontrolno osoblje
	Navesti dodatne zahteve za način rukovođenja kvalitetom, ako je to potrebno,
	Izabrati kontrole i ispitivanje pri preuzimanju proizvoda koji nemaju oznake CE ili sertifikat trećeg lica
	Proveriti da li je obim ovih kontrola odgovarajući. Ako nije, postaviti dodatne zahteve
	Navesti način otlanjanja mogućih neusklađenosti ako je to potrebno.

Poglavlje	Tekst
5 Betoniranje	Proveriti da li su sve zahtevane osobine betona propisane u skladu sa SRPS EN 206-1 i sa državnim standardnima ili propisima koji važe na mestu upotrebe betona
	Navesti najmanju gornju veličinu sita D za beton
	Navesti da li se traži plan betoniranja
	Navesti da li se traži eksperimentalno betoniranje
	Navesti da li je potreban deblji zaštitni sloj
	Navesti da li je potrebno uzimati uzorke.
	Ako se upotrebljava mlazni beton, izvođačka specifikacija mora da bude u skladu sa SRPS EN 14487-2.
	Ako se upotrebljava klizna oplata, detalji moraju da budu kompatibilni sa opremom
	Ako treba da se vrši betoniranje pod vodom, detalji moraju da budu kompatibilni sa metodom betoniranja
	Navesti da li mladi beton treba zaštititi od agresivnih materija
	Navesti klasu nege koja mora da se upotrebi
	Navesti moguće posebne zahteve za negu
	Navesti da li su potrebne posebne mere za smanjenje mogućnosti nastanka pukotina zbog toplotnog skupljanja.
	Navesti eventualne zahteve za obradu površine
6 Geometrijske tolerancije	Tačno odrediti da li važi 2. klasa tolerancije
	Navesti posebne tolerancije i elemente za koje važe
	Navesti tolerancije za preseke koji se betoniraju ispod vode
	Navesti zahteve za površine ležišta sa punim kontaktom ploča.
	Eventualni zahtevi u vezi sa kombinacijom konstruktivnih tolerancija i konstruktivnih deformacija
	Navesti zahteve za sekundarne linije

Tabela 2.5.1.13: Vrsta kontrole i dokumentacija

Stavka/Predmet	1. izvođačka klasa	2. izvođačka klasa	3. izvođačka klasa
Vrsta kontrole	Vizuelna kontrola i nasumična merenja	Vizuelna kontrola i sistematska, kao i redovna merenja važnijih delova	Vizuelna kontrola. Detaljna kontrola svih delova, koji su značajni za nosivost i trajnost konstrukcije
Lice koje vrši kontrolu	Samokontrola	Samokontrola Kontrola u skladu sa postupcima građenja Eventualni dodatni zahtevi iz izvođačke specifikacije	Samokontrola Kontrola u skladu sa postupcima građenja Dodatni zahtevi iz izvođačke specifikacije za građenje objekta
Obim	Svi radovi	Pored samokontrole mora da se vrši i sistematska i redovna kontrola radova	Pored samokontrole mora da se vrši i sistematska i redovna kontrola radova
Izveštaj o kontroli	Nije potrebno	Potrebno	
Geometrija izgrađenog stanja	Nije potrebno	U skladu sa izvođačkom specifikacijom	

Tabela 2.5.1.14 – Preporuka za određivanje izvođačke klase

Merilo za određivanje izvođačke klase	1. izvođačka klasa	2. izvođačka klasa	3. izvođačka klasa
Vrsta konstrukcije	Najjednostavniji objekti na putevima	Mostovi raspona do 15 m Jednostavniji objekti na putevima	Mostovi raspona iznad 15 m Objekti saobraćajne infrastrukture
Konstrukcioni element	Nosači i ploče raspona do 10 m Uobičajeni zidovi i stubovi Jednostavni trakasti temelji i temelji samci	Nosači i ploče raspona iznad 10 m Vitki zidovi i stubovi Zahtevni plići i duboki temelji Svodovi i lukovi raspona do 10 m Jednostavniji prednapregnuti elementi	Izuzetno zahtevni plići i duboki temelji Lukovi raspona iznad 10 m Prednapregnuti elementi

Merilo za određivanje izvođačke klase	1. izvođačka klasa	2. izvođačka klasa	3. izvođačka klasa
Tehnologija građenja	Betoniranje na objektu	Betoniranje na objektu Građenje prefabrikovanim proizvodima i elementima	Betoniranje na objektu Građenje prefabrikovanim proizvodima i elementima sa posebnim tolerancijama
Klasa čvrstoće betona	Do uključujući i C25/30	Sve	Sve
Stepen izloženosti	X0, XC1, XC2, (XF1, XA1, XM1)	Sve	Sve
Armiranje	Uobičajeni čelik	Uobičajeni čelik i čelik za prednaprezanje	Uobičajeni čelik i čelik za prednaprezanje

#### 2.5.1.4.9.12 Naknadno dokazivanje čvrstoće ugrađenog cementnog betona na pritisak

Postupak je namenjen naknadnom dokazivanju čvrstoće ugrađenog cementnog betona na pritisak ako iz bilo kog razloga uzorci nisu bili uzeti ili ako su dobijeni rezultati ispitivanja negativni.

Naknadno dokazivanje za uzorke uzete iz konstrukcije izvodi se u skladu sa standardom SRPS EN 13791. Uzorak se sastoji od najmanje 3 cilindra, prečnika i dužine 100 mm.

Ako je broj uzoraka manji od 15, dobijeni rezultati mogu da se vrednuju pomoću dva postupka. Ako se ustanovi da su rezultati dobijeni na uzorcima koji su uzeti iz konstrukcije niži zbog ograničene hidratacije cementa u konstrukciji, rezultati mogu da se koriguju sa korekcionim faktorom  $\gamma = 1/0,85$  (koeficijent nege betona).

Primer:

$$f_{ck, is, cube} = f_{cm, is} - 1,48 S \text{ ili (6)}$$

$$f_{ck, is, cube} = f_{cmin, is} + 4 \text{ (7)}$$

gde je:

-  $f_{ck, is, cube}$  – karakteristična čvrstoća kočke uzete na gradilištu u  $MN/m^2$

-  $S$  – standardna devijacija za  $n$  uzoraka u  $MN/m^2$ ; kada je  $S < 2 MN/m^2$ , uzima se  $S = 2 MN/m^2$

- $F_{cm, is}$  – aritmetička sredina čvrstoće za cilindre u  $MN/m^2$
- $F_{cmin}$  – najmanja vrednost rezultata za cilindre u  $MN/m^2$

primer:

$$f_{ck, is, cube} = f_{cm, is} - k \text{ ili (8)}$$

$$f_{ck, is, cube} = f_{cmin} + 4 \text{ (9)}$$

gde je:

$n$  – broj uzoraka

$k = 4 MN/m^2$  za  $n = 10-14$

$k = 5 MN/m^2$  za  $n = 7-9$

$k = 6 MN/m^2$  za  $n = 3-6$

#### 2.5.1.4.9.13 Naknadno dokazivanje otpornosti na prodiranje vode pod pritiskom

Postupak je namenjen dokazivanju otpornosti cementnog betona na prodiranje vode pod pritiskom ako iz bilo kog razloga uzorci nisu bili uzeti ili su rezultati ispitivanja negativni.

Naknadno dokazivanje otpornosti cementnog betona na prodiranje vode pod pritiskom na uzorcima uzetim iz konstrukcije izvodi se u skladu sa standardom SRPS EN 12390-8. Uzorak se sastoji od 3 cilindra koji su uzeti iz konstrukcije i imaju prečnik i dužinu 150 mm.

Dozvoljene dubine prodiranja vode prema SRPS EN 12380-8 su:

V-I prosečno 50 mm, najviše 65 mm,

V-II prosečno 30 mm, najviše 40 mm,

V-III prosečno 20 mm, najviše 25 mm.

Naknadno dokazivanje otpornosti površine cementnog betona na smrzavanje i otapanje u prisustvu soli za otapanje

Postupak je namenjen naknadnom dokazivanju otpornosti površine cementnog betona na smrzavanje i otapanje u prisustvu soli za otapanje ako iz bilo kog razloga uzorci nisu bili uzeti ili ako su dobijeni rezultati ispitivanja negativni.

Probni uzorak se sastoji od tri cilindra prečnika 150 mm i dužine 100 mm.

Merenje gubitka mase treba vršiti nakon 7±1, 14±1, 28±1, 42±1 i 56 ciklusa smrzavanja-otapanja.

Dozvoljeni gubitak mase utvrđen je u standardu SRPS EN 12390-9.

#### *2.5.1.4.9.14 Naknadno dokazivanje unutrašnje otpornosti cementnog betona na smrzavanje i otapanje*

Postupak je namenjen za dokazivanje unutrašnje otpornosti cementnog betona na smrzavanje i otapanje ako iz bilo kog razloga uzorci za ispitivanje nisu bili uzeti ili su rezultati na uzetim uzorcima negativni.

Naknadno dokazivanje unutrašnje otpornosti cementnog betona na smrzavanje i topljenje na uzorcima koji su uzeti iz konstrukcije, izvodi se u skladu sa odredbama standarda SRPS CEN/TR 15177. Probni uzorak sastoji se od 3 valjka prečnika 100 mm i dužine 300 mm.

Na uzorcima se na svakih 7±1, 14±1, 28±1, 42±1 i 56 ciklusa smrzavanja-otapanja meri dinamički modul elastičnosti i upoređuje sa rezultatima osnovnih merenja koja se izvode na zasićenim uzorcima.

Dozvoljeno smanjenje modula elastičnosti je 25%.

Ako je smanjenje modula elastičnosti manje ili jednako 25% (prosek tri uzorka), onda se unutrašnjost cementnog betona može okarakterisati kao otporna na uticaj smrzavanja i topljenja.

#### 2.5.1.4.10 Merenje i preuzimanje radova

##### *2.5.1.4.10.1 Merenje radova*

Izvedeni radovi mere se u skladu sa opštim tehničkim uslovima i izračunavaju u kubnim metrima.

Sve količine treba izmeriti u stvarno izvedenom obimu i prema vrsti radova koji su izvedeni u okviru količina iz projektne dokumentacije.

##### *2.5.1.4.10.2 Preuzimanje radova*

Nadzorni organ mora da preuzme ugrađeni cementni beton u skladu sa zahtevima za kvalitet iz ovih tehničkih uslova i u skladu sa opštim tehničkim uslovima. Sve ustanovljene nedostatke u odnosu na ove zahteve izvođač mora da popravi pre nastavka radova. U suprotnom, biće mu obračunati odbici za neodgovarajući kvalitet izvedenih radova.

##### 2.5.1.4.11 Obračun radova

###### *2.5.1.4.11.1 Opšte*

Izvedene radove treba obračunati u skladu sa opštim tehničkim uslovima.

Količine određene i preuzete u skladu sa opštim tehničkim uslovima treba obračunati po ugovorenim jediničnim cenama.

U ugovorenu jediničnu cenu uključeni su svi troškovi i aktivnosti potrebni za završetak radova. Izvođač nema pravo da zahteva naknadne doplate.

###### *2.5.1.4.11.2 Odbici zbog neodgovarajućeg kvaliteta cementnog betona*

Kvalitet materijala

Zbog zahtevanog odgovarajućeg kvaliteta materijala za cementni beton prilikom obračuna radova za kvalitet materijala nema odbitaka.

Kvalitet izvođenja

Ugrađeni cementni beton treba obračunavati:

- u količini koja je određena u skladu sa tačkom 2.5.1.4.10.1 ovih tehničkih uslova,
- po ugovorenim jediničnim cenama,
- u skladu sa odredbama dogovorenih opštih tehničkih uslova.

U slučaju nedostataka u kvalitetu ugrađenog cementnog betona nadzorni organ može da aktivira odredbu finansijskih odbitaka.

Za ocenu neodgovarajućeg kvaliteta izvedenih radova i proračun odbitaka treba uzeti u obzir sledeće osnove:

Nedovoljna čvrstoća na pritisak

Finansijski odbici obračunavaju se po jednačini:

$$FO = \frac{O}{100} \cdot K \cdot C \cdot PD \text{ (€)}$$

gde je:

O - odstupanje od granične vrednosti, određuje se prema jednačini:

$$O = \frac{f_{ck} - f_{ckd}}{f_{ck}} \cdot 100 \text{ (%)}$$

$f_{ck}$  propisana (karakteristična) čvrstoća na pritisak ( $\text{MN/m}^2$ )

$f_{ckd}$  postignuta (ustanovljena) karakteristična čvrstoća na pritisak ( $\text{MN/m}^2$ )

K količnik uticaja na upotrebljivost

C ugovorena jedinična cena ( $\text{€/m}^3$ )

PD obim nedostataka izvedenih radova ( $\text{m}^3$ ).

Određivanje finansijskog odbitka za svaki pojedinačni neodgovarajući rezultat ispitivanja čvrstoće na pritisak cementnog betona mora da se oslanja na osnovne zahtevane (granične) vrednosti i određene krajnje granične vrednosti  $f_{cksm}$ .

Primer:

$$f_{ck} = 37 \text{ MN/m}^2$$

$$f_{ckd} = 35,2 \text{ MN/m}^2$$

$$f_{cksm} = 33,3 \text{ MN/m}^2$$

$$K = 3$$

$$C = 100 \text{ €/m}^3$$

$$PD = 50 \text{ m}^3$$

$$FO1 = \frac{37,0 - 35,2}{37,0} \cdot 3 \cdot 100 \cdot 50 = 750 \text{ €}$$

$$FO = 750 \text{ €}$$

Nedovoljna čvrstoća na zatezanje pri savijanju

Proračun finansijskih odbitaka vrši se prema jednačini:

$$FO = \frac{O}{100} \cdot K \cdot C \cdot PD \text{ (€)}$$

gde je:

O - odstupanje od granične vrednosti, određeno jednačinom:

$$O = \frac{f_{fk} - f_{fk d}}{f_{fk}} \cdot 100 \text{ (%)}$$

$f_{fk}$ -propisana (karakteristična) čvrstoća na zatezanje pri savijanju,

$f_{fk d}$ -dostignuta (karakteristična) čvrstoća na zatezanje pri savijanju.

Određivanje finansijskog odbitka za svaki pojedinačni neodgovarajući rezultat ispitivanja čvrstoće na zatezanje pri savijanju cementnog betona mora da se zasniva na osnovnim zahtevanim (graničnim) vrednostima i određenim krajnjim graničnim vrednostima  $f_{cksm}$ .

Primer:

$$f_{fk} = 5 \text{ MN/m}^2$$

$$f_{fk sm} = 4 \text{ MN/m}^2$$

$$f_{fk d} = 4,4 \text{ MN/m}^2$$

$$K = 5$$

$$C = 100 \text{ €/m}^2$$

$$PD = 150 \text{ m}^2$$

$$FO1 = \frac{5,0 - 4,4}{5,0} \cdot 5 \cdot 100 \cdot 150 = 9.000 \text{ €}$$

Nedovoljna unutrašnja otpornost na smrzavanje / otapanje

Proračun finansijskih odbitaka vrši se prema jednačini:

$$FO = \frac{O}{100} \cdot K \cdot C \cdot PD \text{ (€)}$$

gde je:

O - odstupanje od granične vrednosti, određeno jednačinom:

$$O = \frac{0,75 - ZO_d}{0,75} \cdot 100 \text{ (%)}$$

pri čemu krajnja granična vrednost iznosi  $ZO_{sm} = 0,65$

$ZO_d$  - stvarno postignuti odnos između  $E_{din}$  betonskih uzoraka koji su bili izloženi zahtevanom broju ciklusa i  $E_{din}$  betonskih uzoraka koji nisu bili izloženi ciklusima smrzavanja / topljenja

K - količnik uticaja na upotrebljivost = 1

C - ugovorena jedinična cena ( $\text{€/m}^2$ )

PD - obim nedostataka izvedenih radova ( $\text{m}^2$ )

Primer:

$$ZO_d = 0,70,$$

$$K = 1,$$

$$C = 100 \text{ €/m}^2,$$

$$PD = 150 \text{ m}^2$$

$$FO = \frac{0,75 - 0,70}{0,75} \cdot 1 \cdot 100 \cdot 150 = 1050 \text{ €}$$

Nedovoljna otpornost površine na smrzavanje/otapanje u prisustvu soli za otapanje

Proračun finansijskih odbitaka izvodi se prema jednačini:

$$FO = \frac{O}{100} \cdot K \cdot C \cdot PD \text{ (KM)}$$

gde je:

O - odstupanje od granične vrednosti prema jednačini:

$$O = \frac{m_d - m_m}{m_m} \cdot 100 \text{ (%)}$$

$m_{sm}$  - krajna granična vrednost = 0,40 mg/mm<sup>2</sup> za XF4

$m_m$  - dozvoljena vrednost gubitaka mase tokom zahtevanog ciklusa ispitivanja = 0,20 mmg/mm<sup>2</sup> za XF4

$m_d$  - postignuta (ustanovljena) vrednost gubitaka mase betona pri zahtevanim ciklusima smrzavanja (mg/mm<sup>2</sup>)

K - količnik uticaja na upotrebljivost

C - ugovorena jedinična cena (€/m<sup>2</sup>)

PD - obim nedostataka izvedenih radova (m<sup>2</sup>)

Za svako prekoračenje  $m_d > m_n$  treba izvesti zaštitu površine cementnog betona.

Primer:

$$m_d = 0,30 \text{ mg/mm}^2$$

$$m_m = 0,20 \text{ mg/mm}^2$$

$$K = 0,3$$

$$C = 100 \text{ €/m}^2$$

$$PD = 150 \text{ m}^2$$

$$FO = \frac{0,30 - 0,20}{0,2} \cdot 0,3 \cdot 100 \cdot 150 = 2.250 \text{ €}$$

Nedovoljna otpornost na prodiranje vode

Proračun finansijskih odbitaka izvodi se prema jednačini:

$$FO = \frac{O}{100} \cdot K \cdot C \cdot PD \text{ (€)}$$

gde je :

O - odstupanje od granične vrednosti određeno jednačinom:

$$O = \frac{e_{\max.d} - e_{\max.m}}{e_{\max.m}} \cdot 100 \text{ (%)}$$

$e_{\max.sm}$  - krajnja granična vrednost najveće dubine prodiranja vode =  $e_{\max.m} + 2 \text{ cm}$

$e_{\max.m}$  - dozvoljena vrednost najveće dubine prodiranja vode (cm)

$e_{\max.d}$  - postignuta (ustanovljena) vrednost najveće dubine prodiranja vode (cm)

K - količnik uticaja na upotrebljivost = 0,3

C - ugovorena jedinična cena (€/m<sup>2</sup>)

PD - obim nedostataka izvedenih radova (m<sup>2</sup>)

Za svako prekoračenje  $e_{\max.d} > e_{\max.m}$  treba izvesti zaštitu površine cementnog betona.

Primer:

$$e_{\max.d} = 4,0 \text{ cm}$$

$$e_{\max.m} = 3,0 \text{ cm}$$

$$K = 0,3$$

$$C = 100 \text{ €/m}^2$$

$$PD = 150 \text{ m}^2$$

$$FO = \frac{4,0 - 3,0}{3,0} \cdot 0,3 \cdot 100 \cdot 150 = 1.485 \text{ €}$$

Nedovoljna debljina zaštitnog sloja

Proračun finansijskih odbitaka izvodi se prema jednačini:

$$FO = f \cdot C \cdot PD \text{ (€)}$$

gde je:

f - količnik odbitaka koji zavisi od O

$$O = \frac{h_n - h_{dop} - h_d}{h_n} \cdot 100 \text{ (%)}$$

$h_n$  - planirana debljina zaštitnog sloja (cm)

$h_{dop}$  - dozvoljeno odstupanje debljine = 0,5 cm

$h_d$  - postignuta (ustanovljena) debljina zaštitnog sloja (cm)

Vrednost količnika odbitaka f treba odrediti na osnovu tabele 2.5.1.15.

Tabela 2.5.1.15: Količnici odbitaka u zavisnosti od odstupanja debljine zaštitnog sloja od planiranog

O (%)	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
f	0,03	0,05	0,10	0,15	0,19	0,23	0,27	0,31	0,35	0,39	0,42

Finansijski odbitak treba odrediti za svaki pojedinačni rezultat debljine zaštitnog sloja na osnovu određenih graničnih vrednosti.

Primer:

$$\begin{aligned} h_n &= 24 \text{ cm} \\ h_d &= 22,5 \text{ cm} \\ C &= 100 \text{ €/m}^2 \\ PD &= 110 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$O = \frac{24,0 - 0,5 - 22,5}{24} \cdot 100 = 4,2\%$$

$$f = 0,20 \text{ (iz tabele 2.5.1.15)}$$

$$FO = 0,20 \cdot 100 \cdot 110 = 2.200 \text{ €}$$

Prekomerne neravnine

Ako pojedinačne neravnine na cementno-betonskom zaštitnom sloju prelaze graničnu vrednost, onda treba izračunati finansijski odbitak prema jednačini:

$$FO = \sum O_i^2 \cdot \check{s} \cdot K \cdot C$$

gde je:

$\sum O_i^2$  - zbir kvadrata odstupanja neravnina

$\check{s}$  - širina kolovozne trake na mestu merenja, uključujući i ivičnu traku (m)

Primer:

$$\begin{aligned} O_1 &= 2 \text{ mm} & O_1^2 &= 4 \\ O_2 &= 1 \text{ mm} & O_2^2 &= 1 \\ O_3 &= 2 \text{ mm} & O_3^2 &= 4 \\ & & \Sigma O_i^2 &= 9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K &= 0,3 \\ C &= 100 \text{ €/m}^2 \\ \check{s} &= 4,25 \text{ m} \end{aligned}$$

$$FO = 9 \cdot 0,3 \cdot 100 \cdot 4,25 = 1.147,50 \text{ €}$$

Neispunjeni zahtevi za vidljive cementne betone

Zahtevi za vidljivi cementni beton

Za ocenu neodgovarajućeg kvaliteta vidljivog cementnog betona uzimaju se u obzir zahtevi za neravnine i površinske šupljine.

Pri merenju neravnine dozvoljavaju se sledeća odstupanja:

- ispod letve za merenje dužine 4,0 m dozvoljeno je odstupanje  $OD_m = 20 \text{ mm}$ ,

- ispod letve za merenje dužine 2,5 m dozvoljeno je odstupanje  $OD_m = 16 \text{ mm}$ .

Pri određivanju površinskih šupljina uzimaju se u obzir samo pore sa prečnikom  $\geq 1 \text{ mm}$  i  $\leq 15 \text{ mm}$ . Dozvoljeni procenat površine ovih pora (na mernoj površini  $\geq 50 \times 50 \text{ cm}$ ) iznosi 0,3%.

Proračun odbitaka

Finansijski odbici računaju se prema jednačini:

$$FO = \left( \frac{O_R}{100} \cdot K_R \cdot PD_R + \frac{O_{PP}}{100} \cdot K_{PP} \cdot PD_{PP} \right) \cdot C \text{ (€)}$$

gde je:

$O_R$  - odstupanje od granične vrednosti; određeno jednačinom:

$$O_R = \frac{OD_d - OD_m}{OD_m} \cdot 100 \text{ (%)}$$

$OD_{sm}$  - krajna granična vrednost =  $OD_m + 4 \text{ mm}$

$OD_m$  - dozvoljena vrednost odstupanja ravnosti u odnosu na dužinu letve (mm)

$OD_d$  - postignuta (ustanovljena) vrednost odstupanja (mm)

$K_R$  - količnik uticaja neravnina na upotrebljivost = 0,1

$C$  - ugovorena cena na jedinicu mere ( $\text{€/m}^2$ )

$PD_R$  - obim nedostataka izvedenih radova – neravnine ( $\text{m}^2$ )

$O_{PP}$  - odstupanje od granične vrednosti; određuje se prema jednačini:

$$O_{PP} = \frac{PP_d - 0,3}{0,3} \cdot 100 \text{ (%)}$$

$PP_{sm}$  - krajna granična vrednost procenta površine pora (na mernoj površini  $\geq 50 \times 50 \text{ cm}$ ) = 0,4%

$PP_d$  - postignuta (ustanovljena) vrednost procenta površine pora (na mernoj površini  $\geq 50 \times 50 \text{ cm}$ ) (%)

$K_{PP}$  - količnik uticaja površine pora na upotrebljivost = 0,3

$C$  - ugovorena jedinična cena ( $\text{€/m}^2$ )

$PD_{PP}$  - obim nedostataka izvedenih radova – površina pora ( $\text{m}^2$ )

Primer:

$$\begin{aligned} OD_d &= 22 \text{ mm} \\ OD_m &= 20 \text{ mm} \\ K_R &= 0,1 \\ PD_R &= 750 \text{ m}^2 \\ PP_d &= 0,35\% \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}PP_m &= 0,30\% \\ K_{PP} &= 0,3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}PD_{PP} &= 1200 \text{ m}^2 \\ C &= 100 \text{ €/m}^2\end{aligned}$$

$$FO = \left( \frac{22 - 20}{20} \cdot 0,1 \cdot 750 + \frac{0,35 - 0,30}{0,30} \cdot 0,3 \cdot 1200 \right) \cdot 100 = 6.750 \dots \text{EUR}$$

## 2.5.2 ČELIK ZA ARMIRANJE

### 2.5.2.1 Opšte

Čelik za armiranje preuzima namenjenu ulogu samo ako je pripremljen i ugrađen pravilno i u skladu sa propisanim uslovima i odgovarajućim nacrtima. Ovo pravilo jednako važi i za najjednostavnije i za najzahtevnije armiračke radove.

#### 2.5.2.1.1 Opis

Radovi sa čelikom predstavljaju klasično armiranje konstrukcije od cementnog betona, a obuhvataju:

- ravnjanje,
- rezanje,
- savijanje čelične žice, palica ili mreža,
- polaganje,
- vezivanje na pripremljenu oplatu.

Prilikom upotrebe čelika za prednaprezanje konstrukcija od cementnog betona nisu uvek potrebne sve navedene faze rada.

Treba razlikovati tri vrste armiranja čelikom:

- jednostavno: jednostruko armiranje preko jednog polja za nosače i ploče, armiranje za temelje, zidove i obične stubove;
- srednje zahtevno: jednostruko armiranje preko jednog polja, armiranje za kontinuirane temelje i nosače, lučne zidove i nosače, obične okvire i zahtevne stubove;
- zahtevno: dvostruko armiranje preko više polja za nosače i ploče, armiranje za kose okvire i ljuske.

Uslovi za injektiranje čelika za armiranje prednapregnutih konstrukcija detaljno su određeni u odeljki 2.2.5.7 ovih tehničkih uslova.

### 2.5.2.2 Osnovni materijali

Osnovni čelični materijali koji se koriste za armiranje konstrukcija pri gradnji puteva su:

- glatki i rebrasti čelik,
- čelične mreže,
- varene čelične mreže,
- žice, palice i pleteni pramenovi (užad) za prednaprezanje,
- zaštitne cevi za prednapregnute kablove od čeličnih traka,
- lukovi za tunele , i
- ankeri za tunele (SN, IBO).

#### 2.5.2.2.1 Armiranje konstrukcija od cementnog betona

Za armiranje konstrukcija od cementnog betona mogu da se upotrebe:

- glatka i rebrasta čelična žica ( $\varnothing \leq 12$  mm) i palice ( $\varnothing > 12$  mm) okruglog poprečnog preseka i
- čelične mreže (varene od žica ili od istegnuto metala).

Glatke žice od mekog čelika kvaliteta S235 i S275 imaju sledeće zvanične prečnike: 5, 6, 8, 10 i 12 mm.

Glatke palice od mekog čelika kvaliteta S275 imaju sledeće zvanične prečnike: 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32 i 36 mm.

Rebraste žice i palice od visokokvalitetnog tvrdog čelika kvaliteta B500 B ili C koje imaju poprečna rebra sa promenljivim poprečnim presekom. upotrebljavaju se sa zvaničnim prečnicima 6, 8, 10, 12, 14, 16, 19, 22, 25, 28, 32, 36 i 40 mm.

Vučene čelične žice za mreže sa nosivošću u uzdužnom pravcu i u oba smera imaju zvanične prečnike: 4,0, 4,2, 4,6, 5,0, 5,5, 6,0, 6,5, 7,0, 8,0, 8,5, 9,0, 10,0 i 12,0 mm.

#### 2.5.2.2.2 Čelik za prednapregnute konstrukcije od cementnog betona

Za prednapregnute konstrukcije od cementnog betona mogu da se za prednaprezanje upotrebljavaju samo:

- glatka i profilisana čelična žica okruglog poprečnog preseka,
- glatke i rebraste čelične palice okruglog preseka,
- čelična užad (od glatkih žica).

Čelične žice, palice i užad za prednaprezanje moraju da budu proizvedeni od legiranog ili nelegiranog vruće valjanog ugljeničnog čelika.

Zvanični prečnici žica i palica koje se upotrebljavaju za prednapregnute konstrukcije od cementnog betona su sledeći:

- glatka žica: 2,5, 3, 5, 7, 8, 10 i 12 mm
- profilisana žica: 4, 5 i 7 mm
- glatke i rebraste palice: 14, 16, 20, 25, 28, 32, 36 i 40 mm
- čelična užad od:
  - dve ili tri glatke žice: prečnik svake pojedinačne žice 2 do 4 mm,

- sedam glatkih žica: nominalni prečnik užeta 6, 4; 7, 9; 9,3; 11,0; 12,5 i 15,2 mm.

Za prednapregnute konstrukcije potrebne su i odgovarajući uređaji za ankerisanje čelika za prednaprezanje.

#### 2.5.2.2.3 Gradnja podzemnih i potpornih objekata u nekoherentnim materijalima

Prilikom gradnje podzemnih i potpornih objekata u nekoherentnim materijalima za ojačanje konstrukcije mogu da se upotrebe:

- čelični ankeri,
- čelična koplja,
- čelični lukovi i
- čelična oplata – tunnelske daske.

Tokom radova za ojačanje konstrukcija izvođač može da upotrebi i druge materijale (npr. ugljenične lamele, ankere od staklenih vlakana), ako je prethodno dokazano da ti materijali ispunjavaju uslove sa aspekta

sigurnosti i trajnosti objekta i ako njihovu upotrebu odobri nadzor.

#### 2.5.2.2.4 Kvalitet materijala

Kvalitet čelika za armiranje klasičnih konstrukcija od cementnog betona, za prednapregnute konstrukcije od cementnog betona i za ojačanje pri gradnji objekata u nekoherentnim materijalima mora da odgovara svim propisanim zahtevima.

Za overu usklađenosti odgovara proizvođač čelika ili drugog materijala, a za preuzimanje unutrašnja kontrola izvođača građevinskih radova i spoljašnja kontrola naručioca.

#### 2.5.2.2.4.1 Čelik za armiranje cementnog betona

Za armiranje cementnog betona u objektima na putevima može da se upotrebi čelik, koji odgovara zahtevima standarda koji su navedeni u tabeli 2.5.2.1.

Tabela 2.5.2.1: Vrsta čelika za armiranje i tehnički propisi

Vrsta čelika	Tehnički propisi
- glatka i rebrasta	SRPS EN 10080, DIN 488,
- čelične mreže	SRPS EN 10080, DIN 488,
- varene čelične palice	SRPS EN ISO 17660, SRPS EN 10080, DIN 488,

#### 2.5.2.2.4.2 Čelik za prednaprezanje cementnog betona

Za prednaprezanje cementnobetonkih konstrukcija i ankerisanje potpornih konstrukcija, ankerisanja u tunelima i gradnju

drugih objekata na putevima sme da se upotrebi čelik koji odgovara zahtevima standarda, koji su navedeni u tabeli 2.5.2.2.

Tabela 2.5.2.2: Vrste čelika za prednaprezanje i tehnički propisi

Vrsta čelika	Tehnički propisi
- žice, palice i pleteni pramenovi (užad) za prednaprezanje	SRPS EN 10138
- zaštitne cevi za prednapregnute kablove od čeličnih traka	SRPS EN 523

**2.5.2.2.4.3 Podupiranje tunelskih svodova**

Za podupiranje tunelskih svodova i za građenje drugih podzemnih objekata na

putevima smeju da se upotrebe čelici koji odgovaraju zahtevima standarda navedenih u tabeli 2.5.2.3

Tabela 2.5.2.3: Vrste čelika za podupiranje tunelskih svodova i tehnički propisi

Vrsta čelika	Tehnički propisi
- tunelski lukovi	DIN 21544, DIN 21545, SRPS EN 10025, NTS*
- tunelski ankeri (SN, IBO)	Tehnička saglasnost

Legenda:

\* NTS – nacionalna tehnička saglasnost

**2.5.2.2.4.4 Preuzimanje građevinskih proizvoda od čelika**

Za preuzimanje građevinskih proizvoda od čelika odgovara unutrašnja kontrola izvođača

građevinskih radova i spoljašnja kontrola naručioca.

Minimalni obim i vrsta ispitivanja za pojedinačne vrste proizvoda, određen je u tabeli 2.5.2.4.

Tabela 2.5.2.4: Minimalna učestalost ispitivanja unutrašnje i spoljašnje kontrole prilikom preuzimanja građevinskih proizvoda od čelika

Vrsta čelika	Mehaničke osobine	Hemijska analiza	Učestalost unutrašnje kontrole	Učestalost spoljašnje kontrole	Preostala kontrola
glatki čelik	Re, Rm, A10 (Agt), savijanje, povratno savijanje		1 ispitivanje / 20 tona	1 ispitivanje / 80 tona	
rebrasti čelik	Re, Rm, A10 (Agt), savijanje, povratno savijanje	C, Mn, Si, P, S, N, Cekv	1 ispitivanje / 20 tona	1 ispitivanje / 80 tona	
čelične mreže	Rp0,2, Rm, Agt, savijanje, sile smicanja	C, Mn, Si, P, S, N	1 ispitivanje / 20 tona	1 ispitivanje / 80 tona	
Varene čelične palice, glatke i rebraste	Rm, savijanje	C, Mn, Si, P, S, N	2 × ispitivanje na zatezanje / 150 varova 2 × ispitivanje na savijanje / 150 varova	2 × ispitivanje na zatezanje / 600 varova 2 × ispitivanje na savijanje / 600 varova	
žice, palice i užad za prednaprezanje	Rp0,2, Rm, E, Agt Relaksacija čelika *		1 ispitivanje / namotaju	- ako su svi konačni proizvodi za objekat iz jedne šarže (do 40 tona): 3 ispitivanja - ako su svi konačni proizvodi za objekat iz više šarži: najmanje 2 ispitivanja / 2 šarže	- vizuelna kontrola površine (mora da bude bez grešaka i korozivnih opterećenja) - namotaji moraju da budu zaštićeni od oštećenja, kontaminacije i korozije
zaštitne cevi za prednapregnute kablove od čeličnih traka	kontrola dimenzija	C, Mn, Si, P, S, N	1 uzorak / objektu		
tunelski lukovi	Rp0,2, Rm, A5, žilavost	C, Mn, Si, P, S, N	1 ispitivanje / 30 tona	1 ispitivanje / 120 tona	
tunelski ankeri	- anker kao celina Fm, palica ReH, Rm, A10 - palica, spojnica, podložna ploča i matica: tvrdoća po Brinelu, metalografsko ispitivanje (po potrebi - npr. u slučaju kada su elementi od livenog gvožđa)	C, Mn, Si, P, S, N (posebno za palicu, spojnicu, podložnu ploču i maticu)	1 ispitivanje / 200 komada	1 ispitivanje / 800 komada	* izvodi se u fazi sertifikovanja

## 2.5.2.2.5 Način izvođenja

betona obično je detaljno određeno u odgovarajućim nacrtima.

## 2.5.2.2.5.1 Oblikovanje -savijanje

Najmanji prečnici trna za savijanje i izradu kuka navedeni su u tabelama 2.5.2.5 i 2.5.2.6 za različite vrste žica, šipki i varenih čeličnih mreža.

Oblikovanje čelika za armiranje i prednaprezanje objekata od cementnog

Tabela 2.5.2.5: Najmanji prečnici trna za savijanje i izradu kuka za šipke armature

Armatura	Kuke, pregibi, petlje		Povijene šipke		
	Prečnik šipke		Najmanji zaštitni sloj betona, vertikalno na ravan krive		
	<20 mm	≥20 mm	>100 mm i >7Ø	>50 mm i >3Ø	≤50 mm i >3Ø
Glatka S 220	2,5 Ø	5 Ø	10 Ø	10 Ø	15 Ø
Rebrasta B400, B500	4 Ø	7 Ø	10 Ø	15 Ø	20 Ø

Tabela 2.5.2.6: Najmanji prečnici trna za zavarenu armaturu i mreže

Najmanji prečnik savijanja	
Varovi izvan savijanja	Varovi unutar savijanja
za $d < 4 \text{ Ø}$ : najmanji prečnik savijanja $20 \text{ Ø}$	$20 \text{ Ø}$ $20 \text{ Ø}$
za $d \geq 4 \text{ Ø}$ : primena tabele 2.5.2.5	

Standardne kuke na krajevima glatkih palica i čeličnih žica su polukružne ( $180^\circ$ ), a na krajevima uzengija kose ( $135^\circ$ ). Na krajevima rebrastih čeličnih žica i palica kuke su standardno vertikalne ( $90^\circ$ ).

## 2.5.2.2.5.2 Raspoređivanje

Raspored čelika za armiranje i prednaprezanje cementnog betona detaljno je određen u projektnoj dokumentaciji.

Horizontalni ili vertikalni razmak između paralelnih žica ili palica:

- ne sme da bude manji od 3 cm,
- mora da bude najmanje jednak prečniku (deblje) palice,
- ne sme da bude manji od 80% veličine najvećeg zrna u mešavini cementnog betona,
- mora da omogućava pristup odgovarajućeg sredstva za zbijanje cementnog betona.

Po potrebi žice ili palice (najviše četiri) mogu da se razvrstaju u snopove bez međusobnog razmaka. Prečnik snopa može da iznosi najviše 44 mm. Ako su obezbeđeni uslovi za efikasno slepljivanje i ankerisanje čeličnih žica i palica, onda smeju da se upotrebe i snopovi većih prečnika. Ovakav raspored mora da odobri nadzor.

#### 2.5.2.2.5.3 Spajanje

Spajanje čeličnih žica, palica i mreža za armiranje može da se izvodi:

- sa preklopom,
- sa preklopom i kukama,
- električnim čeonim zavarivanjem,
- varenim prečkama.

Dužina spoja sa preklopom određuje se u zavisnosti od prečnika žica ili palica i uslova adhezije, ali ne sme biti manja od 20 cm.

Kvalitet spajanja žica i palica varenjem treba dokazati prethodnim ispitivanjem.

Upotrebljeni način spajanja mora da obezbedi propisanu sigurnost.

Spajanje užadi za prednaprezanje konstrukcija od cementnog betona i čeličnih ankera za ojačanje pri gradnji tunela po pravilu nije dozvoljeno bez obzira što se injektiraju.

Spajanje čeličnih lukova, kopalja i ploča oplata mora se detaljno odrediti u projektnoj dokumentaciji. Ako to nije slučaj, o tome odlučuje nadzor.

#### 2.5.2.2.5.4 Ankerisanje

Čelične žice i palice mogu da se ankerišu:

- pomoću ravnog produženja,
- pomoću kuke,
- pomoću omče, i
- pomoću varenih prečki.

Mreže za armiranje se ankeriše bez kuka, osim ako se ne upotrebljavaju za uzengije. Prilikom izrade projekta moraju da se uzmu u obzir propisani uslovi za ankerisanje svih čeličnih elemenata koji se upotrebljavaju za armiranje. Uslovi za ankerisanje moraju da budu navedeni u projektnoj dokumentaciji.

Ako izvođač želi da vrši ankerisanje na način koji nije naveden u projektnoj dokumentaciji, mora probnim ispitivanjem da dokaže da je faktor sigurnosti ankerisanja 1,8. Takav način ankerisanja može da upotrebi tek nakon odobrenja nadzora.

#### 2.5.2.2.5.5 Prednaprezanje

Prednaprezanje objekata i pojedinih elemenata treba izvoditi u skladu sa zahtevima u projektnoj dokumentaciji.

Prednaprezanje može da se izvede tek nakon što je cementni beton postigao projektom predviđenu čvrstoću pri naprezanju.

Redosled naprezanja čeličnih žica, palica ili užadi i vrednost sile naprezanja mora sve vreme da odgovara vrednostima sila iz projektne dokumentacije. U zapisniku o prednaprezanju mora da se navede izmerena sila i izduženje čelične žice, palice ili užeta, kao i naponi koji su određeni neposrednim merenjem (ako je to predviđeno u projektnoj dokumentaciji). Videti i SRCS, poglavlje 2.5.4.

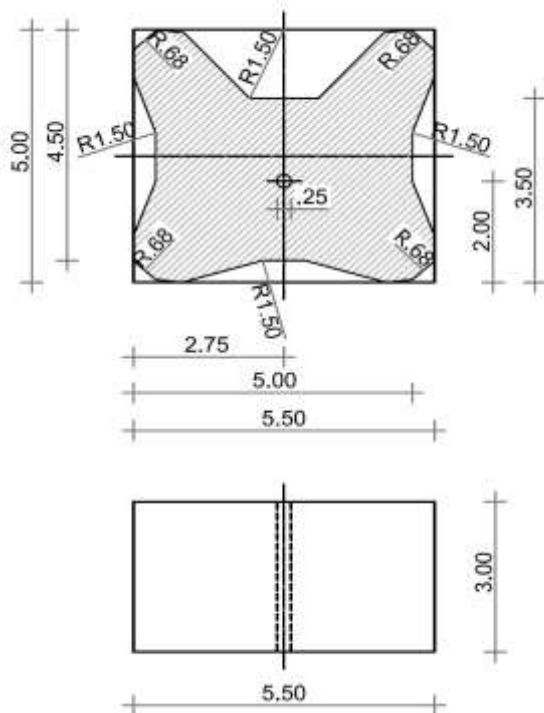
#### 2.5.2.2.5.6 Zaštita

Čelične žice, palice i mreže za armiranje pretežno su izložene uticaju agresivne okoline. Ovim uticajima mora da odgovara propisana debljina zaštitnog sloja cementnog betona, koja iznosi najmanje 3,5 cm, ili zaštitni premaz, ako se radi o čeličnim žicama, palicama ili mrežama van betonskog preseka.

Zaštitni sloj cementnog betona iznad čeličnih palica ne sme da bude manji od prečnika snopa palica. Ako je potreban zaštitni sloj deblji od 5 cm, onda zaštitni sloj treba ojačati dodatnom tankom čeličnom mrežom koja mora da bude najmanje 2 cm udaljena od spoljne površine cementnog betona.

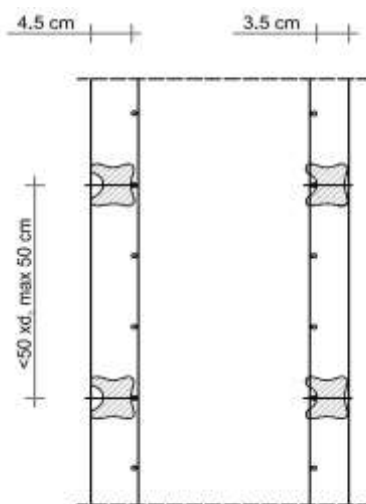
Uslovljeni razmak čeličnih žica, palica ili armaturnih mreža od oplata treba obezbediti odgovarajućim distancerima, koji moraju da budu trajni i moraju da osiguraju stabilan položaj ugrađene armature.

Za obezbeđenje debljine zaštitnog sloja upotrebljavaju se distanceri kao npr. tačkasti na slici 2.5.2.1, a može se upotrebiti i linijske distancere napravljene od vlakno cementnog betona, sve prema standardu BS 7973-1:2001. Sa svojim oblikom tačkasti vlakno cementni distancer obezbeđuje debljine slojeva od 4,5 cm i 3,5 cm u zavisnosti od položaja ugrađivanja. U sredini ima rupu  $\varnothing$  2,5 mm koja služi za vezanje distancera za armaturu



Slika 2.5.2.1: Distancer za pravilno određivanje zaštitnog sloja

Distanceri se rade iz visoko vrednoga mikro betona čvrstoće na pritisak najmanje 50 MPa. Distanceri se raspoređuju prema slici 2.5.2.2. Međusobni razmak je 50 d u oba smera (d = debljina armaturnoga štapa koja je najbliža oplati), a ne smije biti veći od 50 cm.



Slika 2.5.2.2: Način postavljanja distancera

Distancer se dobro pričvrsti sa žicom na palicu koja je najbliža oplati tako da obezbeđuje stabilnost armature i željenu debljinu zaštitnog sloja.

Potrebna debljina zaštitnog sloja mase za injektiranje čeličnih užadi za prednaprezanje konstrukcija od cementnog betona i za čelične ankere za ojačanje mora da bude određena projektnom dokumentacijom.

U projektnoj dokumentaciji mora da se odredi i vrsta cevi za zaštitu čeličnih žica, palica i cevi za prednaprezanje u dodiru sa cementnim betonom u toku izvođenja radova.

#### 2.5.2.2.6 Kvalitet izvođenja

Izvođač mora blagovremeno i pre početka izvođenja radova da dostavi nadzoru tehnološki elaborat sa svim potrebnim dokazima o poreklu i kvalitetu svih čeličnih elemenata koji su predviđeni za armiranje prema projektnoj dokumentaciji ili prema ovim tehničkim uslovima.

Svi čelični elementi za armiranje i ojačanje moraju da budu ugrađeni prema rešenjima iz projektne dokumentacije i zahtevima iz ovih tehničkih uslova.

#### 2.5.2.2.7 Provera kvaliteta izvođenja

Pre početka ugrađivanja cementnog betona i injekcijske mase nadzor mora da proveri kvalitet oblikovanja (savijanja) i način rasporeda, spajanja, ankerisanja i zaštite čeličnih elemenata za armiranje prema zahtevima projektne dokumentacije i ovih tehničkih uslova. Površina ugrađenih čeličnih elemenata za armiranje mora da bude čista. Dozvoljava se samo delimična površinska rđa.

Čelične šipke moraju da budu pričvršćene na način koji obezbeđuje njihovu stabilnost na pomeranje ili dodatno savijanje.

Sve nedostatke izvođač mora da otkloni pre početka ili nastavka radova.

Obim unutrašnje i spoljašnje kontrole čeličnih elemenata za armiranje i ojačanje treba planski prilagoditi specifičnim uslovima upotrebe i uslovima odgovarajućih propisa.

U sklopu unutrašnje kontrole treba proveriti sve uslovljene osobine:

- čeličnih žica, palica i užadi na svakih 20 tona čelika istih dimenzija i porekla sa 5 ispitanih uzoraka,
- čeličnih mreža za armiranje na 1% od broja dobavljenih mreža odgovarajućim brojem uzoraka za pojedinačno ispitivanje,



- čeličnih lukova, koplja i ploča za oplatu na svakih 20 tona čelika pomoću tri uzorka za ispitivanje.

Predloženi program ispitivanja unutrašnje kontrole kvaliteta za svaki objekat mora da overi nadzor.

Obim ispitivanja spoljašnje kontrole kvaliteta određuje nadzor u odnosu 1:4 prema ispitivanjima unutrašnje kontrole.

Procenu usklađenosti mora da izvrši treća strana – Institut čiji zadaci zavise od specifičnog tipa armiranja ili ojačanja.

Sertifikaciju unutrašnje kontrole proizvodnje, Sertifikaciju proizvoda i izdavanje Sertifikata o usklađenosti može da vrši samo pravno lice koje je akreditovano za obavljanje poslova sertifikacije prema standardu SRPS EN 45011 kod Akreditacionog tela Srbije.

#### 2.5.2.2.8 Merenje i preuzimanje radova

Izvedeni radovi se mere u skladu sa postupkom iz opštih tehničkih uslova i izračunavaju u odgovarajućim jedinicama mere.

Sve količine moraju da budu izmerene po stvarno izvršenom obimu i vrsti radova koji su izvedeni u okviru količina iz projektne dokumentacije.

Ugrađeni čelik za armiranje i ojačanje mora da preuzme nadzor prema zahtevima i kvalitetu iz ovih tehničkih uslova i u skladu sa opštim tehničkim uslovima. Sve ustanovljene nedostatke po navedenim zahtevima izvođač je dužan da popravi pre nastavka radova.

#### 2.5.2.2.9 Obračun radova

##### 2.5.2.2.9.1 Opšte

Izvršeni radovi obračunavaju se u skladu sa postupkom iz opštih tehničkih uslova.

Količine određene i preuzete po tački 2.5.2.2.8 treba obračunati po ugovorenim jediničnim cenama.

Ugovorena jedinična cena obuhvata sve troškove i sve aktivnosti koje su potrebne za potpun završetak radova. Izvođač nema pravo da zahteva naknadne doplate.

U izuzetnim slučajevima čelik za armiranje može da bude uključen u jediničnu cenu kubnog metra cementnog betona. Ovakav način obračuna mora da odobri nadzor.

#### 2.5.2.2.9.2 Odbici zbog neodgovarajućeg kvaliteta

Ako je ugrađeni čelik za armiranje uslovljenog ili odgovarajućeg kvaliteta, pri obračunu radova nema odbitaka za kvalitet. Ako izvođač ugradi čelik za armiranje i ojačanje koji ne odgovara zahtevima iz tačke 2.5.2.2.4 ovih tehničkih uslova, onda o načinu obračuna odlučuje nadzor. Nadzor ima pravo da odbije prijem celokupno izvedenih radova.

Ako izvođač ne obezbedi zahtevani kvalitet radova po tački 2.5.2.2.6 ovih tehničkih uslova, onda o načinu obračuna odlučuje nadzor.

## 2.5.3 OPLATA

### 2.5.3.1 Noseći elementi

#### 2.5.3.1.1 Opis

Skele i oplata, kao i njihove potpore i osnove, moraju da budu projektovane i izgrađene tako da budu:

- sposobne da podnesu sve nepredviđene uticaje kojima mogu da budu podvrgnute u toku procesa gradnje,
- dovoljno čvrste da bude zagarantovano ispunjenje propisanih tolerancija za konstrukciju i usaglašena celovitost konstrukcionog elementa.

Oblik, funkcija, izgled i trajnost stalne betonske konstrukcije ne sme da se oslabi ili pokvari korišćenjem skele, oplata i pomoćnih potpora ili njihovim uklanjanja.

Noseće konstrukcije i oplata moraju da odgovaraju standardu SRPS ENV 13670-1 ili mora da postoji dokaz da su adekvatni za predviđenu upotrebu.

Zahteve ovih specifikacija ispunjavaju skele i oplata koje odgovaraju evropskim standardima za sisteme privremenih uređaja (SRPS EN 12812, SRPS EN 12813 i SRPS EN 12811-1).°

#### 2.5.3.1.2 Osnovni materijali

Mogu da se koriste svi materijali ako njihova upotreba ispunjava merila za konstrukciju, data u standardu SRPS ENV 13670-1. Materijal mora da odgovara merodavnom standardu za proizvod, odnosno, ukoliko toga nema, materijal sme da se koristiti pod uslovom da su uzete u obzir karakteristike materijala.

#### 2.5.3.1.3 Kvalitet materijala

Kvalitet svih upotrebljenih materijala mora da odgovara zahtevima u projektnoj dokumentaciji i u odgovarajućim elaboratima izvođača (nacrti oplata).

Adekvatnost izabranih materijala i postupaka mora da bude dokazana statičkim proračunom i prethodnim montiranjem dela skele.

#### 2.5.3.1.4 Način izvođenja

##### 2.5.3.1.4.1 Projektovanje i postavljanje noseće konstrukcije

Ako se u specifikaciji izrade zahteva opis metode, onda treba navesti usvojene projektne parametre, odnosno projektni razred i opisati postupak montaže i demontaže skela u koje spadaju i pomoćne potpore. U opisu treba postaviti zahteve za rukovanje, postavljanje, dogradnju, opterećenje, rastavljanje, spuštanje i demontažu.

Projekat skele mora da uzme u obzir deformacije pre betoniranja i nakon betoniranja da bi se predupredile štetne pukotine u mladom betonu.

Za osnovu skele ne smeju da se prevede elastične deformacije betona tokom kasnijeg opterećenja.

Ako projekat završne stalne konstrukcije zahteva podupiranje dela konstrukcije, dok još uvek nisu završeni njeni najudaljeniji delovi ili potpore konstrukcije u koje spada i nasip, takve zahteve treba navesti u specifikaciji izrade.

##### 2.5.3.1.4.2 Uklanjanje noseće konstrukcije

Noseća konstrukcija, privremene potpore i oplata ne smeju da se uklanjaju sve dok beton ne postigne potrebnu čvrstoću da bi se:

- sprečila oštećenja površine koja mogu da nastanu u toku oblaganja,
- sprečio prenos uticaja koji u toj fazi deluju na betonski element,
- sprečilo da ne dođe do deformacija većih od dozvoljenog odstupanja propisanog u ovom standardu ili u specifikaciji izrade,
- sprečilo da ne dođe do oštećenja zbog klimatskih uticaja.

Skidanje oplata treba obaviti tako da konstrukcija pri tome ne bude izložena udarcima i opterećenjima i da se time ne ošteti stalna konstrukcija.

Skelu treba rasterećivati redosledom koji garantuje da pri tome nisu prekomerno opterećeni drugi elementi skele i nijedna stalna potporna konstrukcija. U toku rasterećivanja i demontaže treba očuvati stabilnost građevinske konstrukcije i oplata.

Pri upotrebi pomoćnih i/ili ponovno postavljenih potpora treba u opisu postupka ili u specifikaciji izrade detaljno obraditi raspored uklanjanja.

#### 2.5.3.1.5 Provera kvaliteta izrade

Kvalitet svih upotrebljenih materijala mora da odgovara zahtevima određenim u projektnoj dokumentaciji i u odgovarajućim elaboratima izvođača (nacrti oplate).

Preuzimanje izvedenih radova obavlja tehnolog – projektant oplate pre preuzimanja od strane nadležnog inženjera na gradilištu. Ustanovljeno stanje se upisuje se u kontrolni list i građevinski dnevnik.

#### 2.5.3.1.6 Merenje i preuzimanje radova

##### 2.5.3.1.6.1 *Merenje radova*

Izvršene radove treba meriti u skladu sa SRCS, poglavlje 1.3. tehničkih uslova i izračunati u odgovarajućim jedinicama mere.

Sve količine moraju da budu izmerene po stvarno izvršenom obimu i vrsti posla koji su bili izvršeni u okviru predračuna u projektnoj dokumentaciji.

##### 2.5.3.1.6.2 *Preuzimanje radova*

Izvršene radove na skelama mora da preuzme nadzor prema zahtevima za kvalitet u ovim tehničkim uslovima i u skladu sa poglavljem SRCS 1.3. Sve utvrđene nedostatke u odnosu na ove zahteve izvođač je dužan da otkloni.

#### 2.5.3.1.7 Obračun radova

##### 2.5.3.1.7.1 *Opšte*

Izvršene radove treba obračunati u skladu sa SRCS, poglavlje 1.3 tehničkih uslova.

Preuzete količine treba obračunati prema ugovornoj jediničnoj ceni.

Jediničnom cenom u ugovoru moraju da budu obuhvaćene sve usluge potrebne za završetak radova. Izvođač nema prava da naknadno zahteva doplatu.

##### 2.5.3.1.7.2 *Odbici zbog nezadovoljavajućeg kvaliteta*

Kvalitet materijala

Zbog adekvatnog kvaliteta materijala za rad na skelama u obračunu rada za kvalitet materijala nema odbitaka.

Ako izvođač ugradi materijal koji ne odgovara zahtevima ovih tehničkih uslova, nadzor odlučuje o načinu obračuna.

Kvalitet izrade

Ako izvođač ne garantuje zahtevan kvalitet rada na konstrukcijama o načinu obračuna odlučuje nadzornik.

#### 2.5.3.2 Oplatne daske

##### 2.5.3.2.1 Opis

Oplate izrađene od dasaka razlikuju se od oplata koje su izrađene od ploča. Kod drvenih ploča zahteva se potpuno glatka površina bez rubova. Poželjno je da se na jednom konstruktivnom elementu (npr. rasponska konstrukcija, krajnja potpora, stubovi) upotrebljava samo jedna vrsta oplate. Uobičajene dimenzije ploča su 50/200/2,5 cm. Spojeve ploča treba izvesti tako da se međusobno ne zamaknu.

Kod oplata koje su napravljene od dasaka dimenzije svih dasaka treba da budu jednake. Ploče za oplatu treba da budu istog oblika i veličine. Kod izvođenja uglova i krajeva treba upotrebiti isti materijal koji je upotrebljen i za oplate. Smer ugrađivanja mora da bude isti za sve elemente oplate, bilo da se radi o daskama ili pločama. Sve uglove treba odseći. Videti i SRDM, poglavlje 9.12.8.

##### 2.5.3.2.2 Osnovni materijali

Mogu da se koriste svi materijali ukoliko njihova upotreba ispunjava merila za konstrukciju koja su data u standardu SRPS ENV 13670-1.

Materijal mora da odgovara merodavnom standardu za proizvod, odnosno, ukoliko toga nema, materijal sme da se koristi pod uslovom da su uzete u obzir karakteristike materijala.

##### 2.5.3.2.2.1 *Višeslojne vezane šperploče*

Sastav i uslovi za pojedine vrste šperploča su dati u standardu SRPS EN 636. Treba napomenuti da postoji mogućnost da spoljni zaštitni slojevi budu UV nestabilni (npr. polifenoli) i zato prethodno mora da se izvrši ispitivanje adekvatnosti posmatrane površine, posebno sa stanovišta razlike nijansi boje i mrlja na površini betona.

##### 2.5.3.2.2.2 *Višeslojne šperploče obložene posebnim slojem*

Sastav ovog tipa ploče je poboljšan time što je spoljašnji zaštitni sloj napravljen od otpornih materijala (npr. polipropilen) što ga

čini otpornim na vremenske uslove i pogodnim za ponovnu upotrebu panela oplata.

### 2.5.3.2.3 Način izrade

#### 2.5.3.2.3.1 *Projektovanje i postavljanje oplata*

Ako se u specifikaciji izrade zahteva opis metode, treba u njemu opisati postupke podupiranja, montaže i demontaže. U njemu treba propisati zahteve za rukovanje, postavljanje, dogradnju, opterećenje, rastavljanje, spuštavanje i demontažu.

Oplata mora da zadrži beton u zahtevanom obliku sve dok dovoljno ne očvrstne.

Oplata i spojevi između dasaka ili ploča moraju da budu dovoljno uski da bi se sprečio gubitak finih delova.

Oplata koja može da upije znatne količine vode iz betona ili da olakša njeno isparavanje treba da bude adekvatno obrađena da bi se smanjilo odvođenje vode iz betona, osim ako je za tu namenu tako predviđeno.

Unutrašnja površina oplata mora da bude čista. Ukoliko specifikacija izrade zahteva da su oplatom urađene betonske površine vidljive, površina oplata mora da bude obrađena tako da može da se postigne propisana obrada površine.

Ako projekat konačne stalne konstrukcije zahteva posebnu obradu površine, onda to treba navesti u specifikaciji izrade.

Oplata ne sme da prelazi granice elastičnih deformacija u toku naknadnog napinjanja. Ako se koristi klizna oplata, projekat sistema mora da uzme u obzir i osobine materijala oplata i da predvidi sve što je potrebno da se ovlada geometrijom zgrade.

#### 2.5.3.2.3.2 *Umetnuti predmeti i ugrađeni sastavni delovi u oplati*

Privremeno umetnuti elementi za pričvršćivanje oplata, kao što su klinovi, cevi i slični predmeti koji će biti ubetonirani i ugradni sastavni delovi:

- moraju da budu dovoljno jako pričvršćeni da bi tokom betoniranja zadržali propisani položaj,
- moraju da budu propisno zaštićeni od korozije,
- moraju da imaju dovoljnu tvrdoću i čvrstoću da bi tokom betoniranja sačuvali oblik,

- moraju da budu prekriveni popisanim zaštitnim slojem betona, osim ako površina nije obrađena,
- ne smeju da prouzrokuju neotklonjive uticaje na konstrukciju,
- ne smeju štetno da reaguju sa betonom, armaturom i čelikom za prednaprezanje,
- ne smeju da ostavljaju mrlje na obrađenoj površini koja je propisana,
- ne smeju da oslabe funkcionalnost i trajnost elementa konstrukcije,
- ne smeju da spreče odgovarajuću inkorporaciju i zgušnjavanje svežeg betona.

Udubljenja i šupljine koje se koriste za privremene konstrukcije treba popuniti i obraditi materijalom koji ima iste osobine kao okolni beton, osim ako je funkcija elemenata takva da mogu da ostanu otvorene ili ako je propisan drugačiji način.

### 2.5.3.2.4 Provera kvaliteta izrade

Kvalitet svih upotrebljenih materijala mora da odgovara zahtevima određenim u projektnoj dokumentaciji i u odgovarajućim elaboratima izvođača (nacrti oplata).

### 2.5.3.2.5 Merenje i preuzimanje radova

#### 2.5.3.2.5.1 *Merenje radova*

Izvršene radove treba meriti u skladu sa SRCS, odredba 1.3 tehničkih uslova i izračunati u odgovarajućim jedinicama mere.

Sve količine moraju da budu izmerene po stvarnom izvršenom obimu i vrsti poslova koji su bili izvršeni u okviru predračuna u projektnoj dokumentaciji.

#### 2.5.3.2.5.2 *Preuzimanje radova*

Izvršene radove kod konstrukcija mora da preuzme nadzornik prema zahtevima za kvalitet u ovim tehničkim uslovima i u skladu sa odredbama SRCS 1.3. Sve utvrđene nedostatke u odnosu na zahteve izvođač je dužan da otkloni.

### 2.5.3.2.6 Obračun radova

#### 2.5.3.2.6.1 *Opšte*

Izvršene radove treba obračunati u skladu sa SRCS, poglavlje 1.3 tehničkih uslova.

Preuzete količine treba obračunati prema ugovorenoj jediničnoj ceni.

Jediničnom cenom iz ugovora moraju da budu obuhvaćene sve usluge potrebne za završetak radova. Izvođač nema prava da naknadno zahteva doplatu.

#### 2.5.3.2.7 Odbici zbog nezadovoljavajućeg kvaliteta

##### 2.5.3.2.7.1 *Kvalitet materijala*

Zbog ispoštovanog adekvatnog kvaliteta materijala za rad na skelama u obračunu rada za kvalitet materijala nema odbitaka.

Ako izvođač ugradi materijal koji ne odgovara zahtevima ovih tehničkih uslova, nadzor odlučuje o načinu obračuna.

##### 2.5.3.2.7.2 *Kvalitet izrade*

Ako izvođač ne garantuje zahtevani kvalitet rada na konstrukcijama o načinu obračuna odlučuje nadzornik.

## 2.5.4 PREDNAPREZANJE

### 2.5.4.1 Uvodni deo

#### 2.5.4.1.1 Opis

Ovi tehnički uslovi sadrže opšte zahteve za izvođenje betonskih konstrukcija, za fazu prednapreznja.

Pretpostavlja se da će svi posebni zahtevi, koji su važni za betoniranje određene konstrukcije biti navedeni u izvođačkoj specifikaciji.

Zahtevi važe za građenje konstrukcija od prednapregnutog betona i to za:

- konstrukcije sa povezanim prethodno napregnutim kablovima,
- konstrukcije sa povezanim naknadno napregnutim kablovima,
- konstrukcije sa nepovezanim naknadno napregnutim kablovima unutar ili izvan preseka.

#### 2.5.4.1.2 Referentne norme

Postojeći tehnički uslovi uključuju EN standarde. Za upotrebu je uvek merodavno najnovije izdanje:

- SRPS ENV 13670-1 - Izvođenje betonskih konstrukcija - Deo 1: Opšte
- EN 1990, Eurocode - Basis of structural design.
- EN 1992-1-1, Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings.
- CWA 14646:2003 – Requirements for the installation of post-tensioning kits for prestressing of structures and qualification of the specialist company and its personnel
- ETAG 013- Guideline for european technical approval of post-tensioning kits for prestressing of structures
- naSRPS EN 10138-1- Čelici za prednapreznje betona - Deo 1: Opšti zahtevi
- SRPS EN 10080 - Betonski čelik - Zavarivi betonski čelik - Opšti deo
- SRPS EN 10025 - Toplovaljani proizvodi od nelegiranih konstrukcionih čelika - Tehnički zahtevi za isporuku
- SRPS EN 523 - Cevi od čeličnih traka za kablove za prethodno napreznje - Terminologija, zahtevi, kontrola kvaliteta
- SRPS EN 10255 - Cevi od nelegiranog čelika pogodne za zavarivanje i narezivanje navoja - Tehnički zahtevi za isporuku

- SRPS EN 446 - Injekciona masa za kablove za prethodno napreznje - Postupci injektiranja
- SRPS EN 934-4 - Dodaci betonu, malteru i injekcionoj masi - Deo 4: Dodaci injekcionoj masi za kablove za prethodno napreznje - Definicije, zahtevi, usaglašenost, označavanje i obeležavanje
- SRPS EN 10204 - Metalni proizvodi - Tipovi dokumenata o kontrolisanju
- SRCS 2.5.2 – Čelik
- SRCS 2.5.11.3 – Geometrijske tolerancije za betonske konstrukcije

#### 2.5.4.1.3 Terminologija

**Anker** (anchorage) je mehanički uređaj koji se obično sastoji od nekoliko komponenti, projektovan da zadrži opterećenja u napregnutom elementu-kablu, kao i da prenese opterećenja na konstrukciju.

**Spojnica** (coupling) je uređaj koji spaja okolne delove kablova.

**Devijator** (deviator) je konstrukcioni element kroz koji prolaze spoljni kablovi i kroz koji se prenose opterećenja na konstrukciju.

**Materijal za punjenje** (filling material) je materijal koji se koristi da potpuno ispuni prostor oko zateznih elemenata unutar kanala u cilju obezbeđenja zaštite od korozije i/ili povezivanja sa konstrukcijom. Cementno punjenje se često naziva malter ili injekciona masa.

**Kablovi** (cables), jedan ili skup zateznih elemenata koji se koriste za prednapreznje konstrukcije, uključujući i potrebne zaštite i ankere.

**Specifikacija za izradu** (execution specification) je dokumentacija koja se sastoji od svih planova, tehničkih informacija i uslova neophodnih za obavljanje određenog projekta. Uključuje specifikaciju za izgradnju objekta koji dopunjuje i dalje definiše zahteve evropskih standarda, a takođe se odnosi i na nacionalne propise koji se moraju uzeti u obzir.

#### 2.5.4.1.4 Korišćene skraćenice

**SRCS** – tehnički uslovi za građenje puteva u Republici Srbiji

**SRDM** - priručnik za projektiranje puteva u Republici Srbiji

**ETAG** - smernica za evropsko tehničko odobrenje, saglasnost

**ETA** - evropsko tehničko odobrenje, saglasnost, ocena

## 2.5.4.2 Zahtevi

### 2.5.4.2.1 Materijali za prednaprezanje

#### 2.5.4.2.1.1 Sistemi za naknadno naprezanje

Sistemi za naknadno naprezanje moraju da imaju evropsku tehničku ocenu (ETA) i moraju da budu usklađeni sa zahtevima, postavljenim u izvođačkoj specifikaciji.

Svi delovi sistema za naknadno naprezanje moraju biti kompatibilni, recimo iz istog sistema za prednaprezanje. Smernica sa zahtevima za naknadno napregnute kablove je evropska tehnička smernica ETAG 013.

#### 2.5.4.2.1.2 Zaštitne cevi

Zaštitne cevi od čeličnih traka moraju da budu usklađene sa SRPS EN 523.

Zaštitne cevi od drugih materijala, osim čelika, moraju da budu u skladu sa evropskom tehničkom saglasnošću za upotrebljeni sistem prednaprezanja.

#### 2.5.4.2.1.3 Elementi za naprezanje

Čelik za prednaprezanje (žice, snopovi, šipke) moraju biti usklađeni sa SRPS EN 10138 i u skladu sa zahtevima, datim u izvođačkoj specifikaciji.

Drugi materijali za prednaprezanje, osim čelika, moraju biti usklađeni sa zahtevima, datim u izvođačkoj specifikaciji. Videti još i SRCS 2.5.2.

#### 2.5.4.2.1.4 Elementi ankera i pripadajući pribor

Anker sistema za prednaprezanja mora da ima sastavne delove koji su propisani evropskom tehničkom ocenom (ETA) Videti i SRCS 2.5.2.

#### 2.5.4.2.1.5 Nosači kablova

Nosači kablova ne smeju da deluju štetno na čelik i beton, moraju da budu dovoljno kruti da bi u toku betoniranja obezbedili stabilno fiksiranje kablova u zahtevanom položaju, ne smeju da oštete zaštitne cevi.

Rastojanja između nosača moraju da obezbede usklađenost zaštitnih cevi sa zahtevanim linijama i visinama.

### 2.5.4.2.1.6 Cementna injekciona masa

Injekciona masa za ispunjavanje vodova i ankera mora da bude usklađena sa SRPS EN 447 / SRPS EN 446.

#### 2.5.4.2.1.7 Mast, vosak ili drugi proizvodi

Mast ili vosak za ispunjavanje vodova i ankera nepridržanih kablova mora da bude u skladu sa zahtevima u evropskoj tehničkoj oceni (ETA).

## 2.5.4.3 Metode ispitivanja

### 2.5.4.3.1 Ispitivanja materijala – sastavni delovi sistema za prednaprezanje

Stvarne materijalne karakteristike komponenti koje se ispituju (mehanička, hemijska, metalurška, geometrijska, itd. kao relevantne) utvrđuju se i dokumentuju i moraju biti u skladu sa specifikacijom ETA. Za vrste ispitivanja videti i ETAG013

### 2.5.4.3.2 Ispitivanja sistema za prednaprezanje

Ispitivanje sistema za prednaprezanje mora da bude dokumentovano izveštajem koji uključuje sledeće:

- potpisanu izjavu od strane laboratorije ili tela koje je realizovalo ispitivanja ili je svedok da su ispitivanja obavljena u skladu sa ETAG013.
- sertifikate svih relevantnih materijala koji potvrđuju usaglašenost sa odgovarajućim specifikacijama. Stvarne karakteristike komponenti (mehanička, hemijska, metalurška, geometrijska, itd., relevantno) u vreme ispitivanja kao i materijala od kojih su napravljene. Posebno su uključeni zatezni elementi, komponente ankera, kanali, punjenja, armature, kao i beton,
- sertifikate opreme i sertifikate za kalibraciju uređaja (na svakih 6 meseci),
- opis i crteže uzoraka sa stvarnim dimenzijama,
- opis i crteže merne opreme sa sertifikatima o izvršenoj kalibraciji,
- detaljan opis postupka ispitivanja,
- evidenciju svih merenja i zapažanja,
- fotografije uzorka pre, tokom i nakon ispitivanja,
- datum i mesto ispitivanja,
- ime i potpis lica odgovornih za ispitivanje,
- sva ispitivanja za dobijanje ETA zabeležena u izveštaju sa primedbom da li je ispitivanje uspelo ili ne.

#### 2.5.4.4 Kontrola usklađenosti

Sistem potvrđivanja usaglašenosti koji je propisan od strane Evropske komisije i mandata 98/456/EC je sistem 1+ sa dodatnim ispitivanjem uzoraka, opisanim u Direktivi Saveta (89/106/EEC ), Aneks III i propisuje sledeće:

- zadaci za proizvođača: unutrašnja kontrola proizvodnje. Dalja ispitivanja uzoraka uzetih u fabrici od strane proizvođača i u skladu sa propisanim planom ispitivanja,
- zadaci za Institut: početno tipsko ispitivanje proizvoda i početni pregledi fabrike i kontrole fabričke proizvodnje, stalno praćenje, procena i odobravanje unutrašnje kontrole proizvodnje i dodatna ispitivanja uzoraka.

##### 2.5.4.4.1 Unutrašnja kontrola proizvodnje

Proizvođač vrši stalnu unutrašnju kontrolu proizvodnje. Svi elementi, zahtevi i odredbe koje je usvojio proizvođač moraju da budu sistematski dokumentovani na način i u formi pisanih procedura. Ovaj sistem kontrole obezbeđuje da sistem za prednaprezanje bude u skladu sa evropskom tehničkom ocenom (ETA).

Unutrašnja kontrola proizvodnje koja je propisana planom ispitivanja bavi se aspektima:

- proizvodnje,
- distribucije i isporuke na gradilište.

Sistem kontrole mora da bude u skladu sa standardom SRPS EN ISO 9001.

##### 2.5.4.4.2 Unutrašnja kontrola na gradilištu

Izvođač mora da ima potvrđen sistem kvaliteta prema SRPS EN ISO 9001 uzimajući u obzir i zahteve standarda SRPS ENV 13670-1 za gradnju betonskih konstrukcija, poglavlje o prednaprezanju.

Plan uzimanja uzoraka i plan ispitivanja užeta i ostalih delova sistema za prednaprezanje betona mora da bude pripremljen i upotrebljen za sve osobine koje se kontrolišu. O tome odlučuje nadzorni inženjer.

##### 2.5.4.4.3 Ocena usklađenosti

Procenu usklađenosti mora da izvrši treća strana – Institut čiji zadaci zavise od specifičnog tipa sistema za prednaprezanje.

Sertifikaciju unutrašnje kontrole proizvodnje, Sertifikaciju proizvoda i izdavanje Sertifikata

o usklađenosti može da vrši samo pravno lice koje je akreditovano za obavljanje poslova sertifikacije prema standardu SRPS EN 45011 kod Akreditacionog tela Srbije.

##### 2.5.4.4.4 Mere u slučaju neusklađenosti

Ako kontrola otkrije neusklađenost, treba adekvatno reagovati tako da se obezbedi da konstrukcija bude sposobna da se ponaša kao što je i planirano.

Po navedenom redosledu treba analizirati sledeće aspekte:

- posledice neusklađenosti na buduće izvođenje radova i na privođenje nameni predviđenoj u projektu,
- neophodne mere da bi element postao prihvatljiv,
- da li je potrebno element koji nije moguće popraviti, odbaciti i zameniti.

Ako se u izvođačkoj specifikaciji traži otklanjanje neusklađenosti, to treba uraditi u skladu sa postupkom koji je određen u izvođačkoj specifikaciji ili se o tome treba dogovoriti.

##### 2.5.4.4.5 Izvođačke klase

Nadzor i kontrola radova moraju da obezbede da prednaprezanje kablova protekne tačno u skladu sa izvođačkom specifikacijom za prednaprezanje (elaborat prednaprezanja).

U vezi sa tim kontrola obuhvata proveravanje usklađenosti osobina ugrađenih delova sistema za prednaprezanje koji će biti upotrebljeni, kao i kontrolu izvođenja radova.

Zahtevi za upravljanje kvalitetom su propisani:

- 2. izvođačkom klasom ili
- 3. izvođačkom klasom.

Izvođačka klasa (tabela 2.5.4.2) može da se odnosi na konstrukciju u celini, na sastavne delove konstrukcije ili na određene tehnologije prednaprezanja upotrebljene prilikom izvođenja radova.

Izvođačka klasa koju treba upotrebiti mora da bude određena u izvođačkoj specifikaciji. Videti i tabelu 2.5.4.3.

##### 2.5.4.4.6 Kontrola prednaprezanja po izvođačkim klasama

Za kontrolu u 2. izvođačkoj klasi mora da se pored samokontrole vrši i unutrašnja sistematska i redovna kontrola određenim i



ustaljenim postupcima u okviru preduzeća koje izvodi radove – unutrašnja sistematska kontrola.

Za kontrolu u 3. izvođačkoj klasi može da se pored samokontrole i unutrašnje sistematske kontrole, koju vrši sam izvođač, zahteva šira kontrola u skladu sa državnim propisima i/ili izvođačkom specifikacijom. Ovu potpuniju kontrolu može da obavlja druga kompanija – nezavisna kontrola—Institut (treće lice – videti i poglavlje 2.5.4.4.3).

#### 2.5.4.5 Tehnička dokumentacija

##### 2.5.4.5.1 Tehnička dokumentacija pri isporuci

Da bi se obavila procena usklađenosti u fazi gradnje i kontrole kvaliteta radova potrebno je prikupiti od proizvođača i detaljne informacije o tehničkoj dokumentaciji prilikom isporuke. Ove informacije se sastoje od:

- ETA saglasnosti (ocene) za konkretno izabran sistem prednaprezanja,
- druge relevantne informacije (rezultati unutarnje kontrole proizvođača za konkretnu dobavu materijala).

Ova informacija je neophodna da bi isporučeni proizvodi odgovarali ETA i da njihove karakteristike ostale nepromenjene prilikom transporta i isporuke na gradilište.

Odredbe u vezi sa propisanim planom ispitivanja za sisteme za prednaprezanje date su i u ETAG 013.

##### 2.5.4.5.2 Izvođačka specifikacija (elaborat prednaprezanja)

Pre početka gradnje mora da postoji potpuna izvođačka specifikacija.

U izvođačku specifikaciju treba da budu uključene sledeće stavke:

- poziv na SRPS ENV 13670-1,
- poziv na druge merodavne državne propise i standarde,
- specifikacija za prednaprezanje (elaborat prednaprezanja) koji sadrži informacije i zahteve za prednaprezanje određenog elementa i izrađuje se da bi se dopunili ili prilagodili zahtevi iz gore navedenih dokumenata,
- planovi i druga tehnička dokumenti potrebni za izvođenje radova.

Tabela 2.5.4.1 sadrži kontrolni spisak zahteva i informacija koje će se po potrebi

uključiti u izvođačku specifikaciju za fazu prednaprezanja.

Ako je važno, treba odrediti i postupke za:

- izmenu prethodno dogovorenih zahteva,
- -podelu, arhiviranje i registraciju tehničkih dokumenata koji su bili upotrebljeni prilikom prednaprezanja betonske konstrukcije.

##### 2.5.4.5.3 Prethodno napregnuti kablovi

Elaborat prednaprezanja mora da sadrži:

- poseban redosled naprezanja,
- pritisak u presi i odgovarajuću silu u presi koju treba dostići,
- najmanji i najveći dozvoljeni napon u kablovima i njihovim ležištima u ankeru,
- zahtevanu čvrstoću betona kada se otpusti sila prednaprezanja.

##### 2.5.4.5.4 Naknadno prednapregnuti povezani kablovi

Elaborat prednaprezanja mora da sadrži:

- planirani sistem prednaprezanja,
- vrstu i klasu čelika za prednaprezanje,
- broj šipki, žica ili snopova u svakom kablovima,
- zahtevanu čvrstoću betona prilikom prednaprezanja,
- uzastopni redosled prednaprezanja kablova i zahteve za naprezanje kablova u fazama,
- računsku silu prednaprezanja i silu u presi kao i izduženje kablova,
- predviđeno ležište kablova u ankeru,
- potrebno delimično ili potpuno oslobađanje potporne skele.

##### 2.5.4.5.5 Plan kvaliteta

Plan kvaliteta, koji se nalazi u izvođačkoj specifikaciji mora da bude dostupan na gradilištu. Plan kvaliteta može da se odnosi na sve radove ili su jednom preglednom planu dodati odvojeni planovi za različite faze i radove koje treba obaviti.

##### 2.5.4.5.6 Dokumentacija zapisnika o prednaprezanju

Treba napraviti zapisnike prema tabeli 2.5.4.2, za pojedinu izvođačku klasu kvaliteta, a posebno za:

- proveru zahtevane čvrstoće betona za prednaprezanje,
- vrstu upotrebljene prese,
- izmerenu silu u presi i izduženje kabla pri svakoj fazi prednaprezanja,
- utvrđeno ležište kablova u ankeru,

- svako ozbiljnije odstupanje od izračunate sile prednaprezanja ili izduženja,
- oslobađanje potporne skele, ako je propisano.

#### 2.5.4.6 Izvođenje prednaprezanja

##### 2.5.4.6.1 Postavljanje kablova

Kablove treba sastaviti, postaviti i učvrstiti u skladu sa evropskom tehničkom ocenom (ETA) i kao što je propisano u izvođačkoj specifikaciji tako da linija njihovog prostiranja bude glatka, bez obešenih mesta i pregiba, kao i u okviru dozvoljenih tolerancija (vidi SRCS, poglavlje 2.5.7.3).

Vrstu i klasu čelika za prednaprezanje, kao i dokumentaciju o poreklu svih sastavnih delova treba zabeležiti u dokumentaciji kontrolnih izveštaja.

Zavarivanje čelika za prednaprezanje ili ankera nije dozvoljeno. Autogeno sečenje ili zavarivanje čelika u blizini čelika za prednaprezanje nije dozvoljeno, osim pod uslovima koji su određeni u izvođačkoj specifikaciji. Zavarivanje lokalne armature u području ankera, ankernih ploča i tačkasto varenje perforiranih ploča nije dozvoljeno, osim pod uslovima koji su određeni u izvođačkoj specifikaciji.

Svi spojevi u zaštitnim cevima, ankerima i spojnicama moraju da budu vodonepropusno zaptiveni.

Pažljivo treba sprečiti uvijanje i preplitanje snopova pri sastavljanju i nameštanju.

##### 2.5.4.6.2 Naprezanje

Naprezanje mora da teče u skladu sa pripremljenim i odobrenim elaboratom prednaprezanja od strane inženjera. Silu (pritisak na manometru) i izduženje treba zabeležiti u dokumentaciji kontrolnih izveštaja. Najveća sila za pojedini sistem je propisana u ETA.

Pisana uputstva za prednaprezanje moraju da budu dostupna na gradilištu.

Ankere na strani prednaprezanja i na strani ankera treba prikazati na crtežima. Treba izabrati onu opremu za prednaprezanje koju dozvoljava evropska tehnička ocena (ETA) za određeni sistem prednaprezanja.

Na gradilištu pre početka prednaprezanja moraju da budu dostupni važeći izveštaji o kalibrisanju uređaja za merenje sile (ne starije od 6 meseci).

Unos i/ili prenos sile prednaprezanja na konstrukciju je dozvoljen samo ako je čvrstoća betona jednaka ili veća od minimalne čvrstoće na pritisak propisane u izvođačkoj specifikaciji. U ETA je za određeni sistem prednaprezanja navedena najmanja zahtevana čvrstoća pri pritisku betona koja dopušta potpuno napinjanje kablova.

Rezultate iz programa prednaprezanja i usklađenost ili neusklađenost sa zahtevima treba zabeležiti u izveštaju kontrole.

##### 2.5.4.6.3 Mere zaštite od korozije, mržnjenja, oštećenja

Moraju da budu izrađena pisana uputstva za pripremu i izvođenje mera zaštite od korozije, mržnjenja i mehaničkih oštećenja.

Zbog sprečavanja prodiranja vode ili prekomerne vlage u cevi za kablove, vreme ugradnje mora da se ograniči, u periodu između prednaprezanja i injektiranja:

- najviše 12 nedelja između izrade kablova i injektiranja,
- najviše 4 nedelje u oplati pre betoniranja,
- približno 2 nedelje u napregnutom stanju pri oštrijim uslovima izloženosti / u oštrijoj sredini, pre nego što budu izvedene mere zaštite. U blažim uslovima izloženosti / u blažoj sredini se ovaj rok može produžiti na 4 nedelje,
- ukoliko je gore navedeni rok između prednaprezanja i zaštite materijala za ispunu prekoračen, tokom tog vremena treba da se izvede privremena zaštita na odobreni način.

Odgovarajuća sredstva zaštite su upotreba odobrenih, u vodi rastvorljivih ulja ili prodivavanje zaštitnih cevi suvim vazduhom u odgovarajućim vremenskim intervalima.

Oprema za ispunu kablovskih cevi materijalom za ispunu mora da bude u skladu sa SRPS EN 446 i treba izabrati onu koju dozvoljava evropska tehnička smernica (ETAG013).

Rezultate kontrole i usklađenosti sa zahtevima za zaštitu treba zabeležiti u izveštaju kontrole.

Područja ankeri i zaštitni poklopci moraju da budu zaštićeni podjednako dobro kao i kablovi.

Ako stalnu zaštitu nije moguće izvesti pravovremeno posle nameštanja i prednaprezanja kablova treba primeniti privremene zaštitne mere (videti SRPS EN 446).

#### 2.5.4.6.4 Ispuna cementnom injekcionom masom

Proces mešanja (doziranje, v/c, odnosi, postupak, vreme) mora da bude u skladu sa SRPS EN 446 i SRPS EN 447.

Ispuna cementnom masom mora da se izvede u skladu sa SRPS EN 446. Ako ispunjavanje posle prednaprezanja nije moguće izvršiti pravovremeno, neophodno je da se izvedu privremene zaštitne mere, koje neće biti štetne po čelik i/ili masu za ispunu. Potrebno je proveriti da li je smanjenje adhezije zbog privremenih mera zaštite prihvatljivo za projekat konstrukcije.

#### 2.5.4.6.5 Punjenje mašču

Ubrizgavanje masti ili voska mora da teče kontinuirano i ujednačeno.

Zapremina ubrizgane mase mora da bude uporediva sa teorijskom zapreminom šupljina u kablovi. Treba uzeti u obzir promenu zapremine usled temperature.

Posle konačnog ubrizgavanja treba zaptivanjem pod pritiskom sprečiti slučajni gubitak masti ili voska iz kablovske cevi.

Materijali, priključci i oprema moraju da odgovaraju temperaturnom opsegu koji je potreban za ubrizgavanje masti ili voska. Za radove na povišenim temperaturama mogu da budu neophodne posebne bezbednosne mere.

#### 2.5.4.6.6 Zaptivanje

Nakon ispunjavanja mora da se izvrši zaptivanje ankeri, čime se obezbeđuje zaštita od korozije, koja je jednaka onoj duž kabla (na primer odgovarajuća debljina gustog betona sa niskom propusnošću ili poklopac ili kombinovane mere).

Područja ankeri treba zaštititi od saturacije.

Svi čepovi i otvori za dovod i odvod injekcione mase moraju da budu odgovarajuće zaptiveni i zaštićeni.

Tabela 2.5.4.1: Kontrolni spisak informacija u izvođačkoj specifikaciji za prednaprezanje

Poglavlje	Tekst
1 Obim i područje upotrebe	Navesti sve posebne zahteve koji su važni za određenu prednapregnutu konstrukciju
2 Veza sa drugim standardima	Dodati sve merodavne državne standarde ili propise koji važe na gradilištu
3 Rukovođenje izvođenjem radova	U izvođačkoj specifikaciji treba detaljno obraditi sve potrebne tehničke informacije
	Navesti zahteve u vezi sa osposobljenošću osoblja
	Nacionalni propisi koje treba poštovati
	Uključiti postupak za promenu izvođačke specifikacije
	Zahtevi o podeli dokumenata

Poglavlje	Tekst
	Navesti da li se traži plan kvaliteta
	Navesti obim posebne dokumentacije, ako se to zahteva
	Navesti izvođačku klasu i odrediti ko je odgovoran za kontrolu
	Navesti odredbe koje se odnose na kontrolno osoblje
	Navesti dodatne zahteve za način rukovođenja kvalitetom, ako je to potrebno,
	Izabrati kontrole i ispitivanje pri preuzimanju proizvoda koji nemaju oznake CE ili sertifikat trećeg lica
	Proveriti da li je obim ovih kontrola odgovarajući. Ako nije, postaviti dodatne zahteve.
	Navesti popravku mogućih neusklađenosti, ako je to potrebno.
4 Prednaprezanje	Zahtevi za postavljanje kablova za naknadno prednaprezanje i za osposobljenost osoblja koje izvodi postavljanje
	Zahtevi u vezi sa sistemom naknadnog prednaprezanja
	Odredbe o čeliku za prednaprezanje i zamenskim materijalima
	Navesti da li su dozvoljeni alternativni materijali umesto čelika za prednaprezanje. Ako je tako, navesti koje vrste i kvaliteta.
	Opis nosača kabla
	Odredbe o sastavljanju kablova za prednaprezanje
	Navesti da li je dozvoljeno zavarivanje lokalne armature u predelu ankeri i ankernih ploča kao i tačkasto zavarivanje perforiranih ploča
	Zahtevi o najmanjoj čvrstoći na pritisak betona u vreme unosa i/ili prenosa sile prednaprezanja na konstrukciju.
	Potrebne mere ako nije moguće dostići tačno izduženje prethodno napregnutih kablova
	Potrebne mere ako nije moguće dostići tačno izduženje naknadno napregnutih kablova

Tabela 2.5.4.2: Vrsta kontrole i dokumentacija

Stavka/predmet	2. izvođačka klasa	3. izvođačka klasa
Vrsta kontrole	Vizuelna kontrola i sistematska, kao i redovna merenja važnijih delova	Vizuelna kontrola. Detaljna kontrola svih delova, koji su značajni za nosivost i trajnost konstrukcije
Lice koje vrši kontrolu	Samokontrola Kontrola u skladu sa postupcima gradnje Eventualni dodatni zahtevi iz izvođačke specifikacije	Samokontrola Kontrola u skladu sa postupcima građenja Dodatni zahtevi iz izvođačke specifikacije za građenje objekta
Obim	Pored samokontrole se mora vršiti i sistematska i redovna kontrola radova	Pored samokontrole se mora vršiti i sistematska i redovna kontrola radova
Izveštaj o kontroli	Potrebno	Potrebno

Tabela 2.5.4.3 – Preporuka za određivanje izvođačke klase

Merilo za određivanje izvođačke klase	2. izvođačka klasa	3. izvođačka klasa
Vrsta konstrukcije	Mostovi raspona do 15 m Jednostavniji objekti na putevima	Mostovi raspona iznad 15 m Objekti saobraćajne infrastrukture
Konstruktivni element	Jednostavniji prednapregnuti elementi	Prednapregnuti elementi
Armiranje	Uobičajeni čelik i čelik za prednaprezanje	Uobičajeni čelik i čelik za prednaprezanje

## 2.5.5 LEŽIŠTA

### 2.5.5.1 Uvodni deo

#### 2.5.5.1.1 Opis

Osnovna namena tehničkih uslova je da prikaže zahteve za ugradnju određenih vrsta ležišta i za različite načine oslanjanja, kao i da ukaže na redovne preglede i održavanje ležišta.

Tehnički uslovi za ugradnju ležišta namenjeni su za gredne mostove. Više o projektovanju ležišta videti u SRDM, poglavlje 9.12.5.

#### 2.5.5.1.2 Referentni normativi

Tehnički uslovi se oslanjaju na EN 1337 -1-11, evropske standarde za ležišta od kojih su za ugrađivanje relevantni:

- EN 1337-3: Konstrukcijska ležišta - Deo 3: Elastomerna ležišta
- EN 1337-5: Konstrukcijska ležišta – Deo 5: Lončasta ležišta
- EN 1337-7: Konstrukcijska ležišta – Deo 7: Sferična i cilindrična PTFE ležišta
- EN 1337-9: Konstrukcijska ležišta – Deo 9: Zaštita
- EN 1337-10: Konstrukcijska ležišta – Deo 10: Pregled i održavanje
- EN 1337-11: Konstrukcijska ležišta – Deo 11: Transport, skladištenje i ugradnja
- RIZ-ING, Richtzeichnungen für Ingenieurbauten, Nemačka
- ZTV-ING - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten
- ÖNORM B 4021 - Brückenlagerausstattung - Anforderungen, Herstellung und Produktionskontrolle
- SRDM, Poglavlje 9.12.5 - Ležišta

#### 2.5.5.1.3 Terminologija

**Ležište** (bearing) je konstruktivni element koji omogućava prenos izabranih sila sa gornje na donju konstrukciju.

**Armirano elastomerno ležište** (reinforced elastomeric bearing) izrađeno je iz gume (polihloropren sa min. 60 % elastomera) koja je armirana čeličnim pločama. Omogućava pomeranja (rotacija i translacija) usled deformacije elastomera.

**Lončasto ležište** (pot bearing) je ležište koje se sastoji od čeličnog donjeg lonca ispunjenog elastomerom i gornjeg dela - poklopca. Može da bude klizno ili fiksno.

**Sferno ili kalotno ležište** (spherical bearing) je ležište koje se sastoji od čeličnih udubljenih ili izbočenih elemenata koji međusobnim klizanjem omogućavaju rotaciju tačke podupiranja. Može da bude klizno ili fiksno.

**Klizno ležište** (sliding bearing) je ležište koje omogućava relativne pomeranja međusobno povezanih delova putem klizanja: to je ležište koje omogućava klizanje dve površine; može biti klizno ležište u kombinaciji sa lončastim ležištem ili elastomernim ležištem ili sa kliznim ili fiksnim sfernim ležištem.

**Pokretljivost ležišta** (moving capacity of bearing) je sposobnost ležišta da omogući relativna pomeranja ili zaokretanja rasponske konstrukcije.

**Ankerisanje** (anchoring) je mera bezbednosti (veza ležišta sa konstrukcijom) kojom se omogućava preuzimanje sila u ravni ležišta ukoliko klizna otpornost nije dovoljna zbog vrednosti napona ispod minimalne vrednosti.

**Kvadar – postolje ležišta** (base concrete) je deo betonske konstrukcije na koju se ugrađuje ležište.

#### 2.5.5.1.4 Korišćene skraćenice

**PTFE** – politetrafluoretilen

**ETA** – evropsko tehničko odobrenje, saglasnost, ocena

**SRDM** – priručnik za projektovanje puteva u Republici Srbiji

### 2.5.5.2 Preuzimanje, ugrađivanje, održavanje i zamena ležišta

Kvalitet podupiranja obezbeđuje se ugrađivanjem sertifikovanih, neoštećenih i kvalitetno izrađenih ležišta, održavanjem i, po potrebi, zamenom ležišta.

Ako ne postoje posebna uputstva proizvođača ležišta, izvođača, nadzornog organa ili prevoznika, onda treba uzeti u obzir uputstva u ovim specifikacijama. U svakom slučaju od proizvođača ili dobavljača treba tražiti originalnu dokumentaciju.

Transport, skladištenje i ugrađivanje mogu da izvode samo osposobljeni radnici. Merenja na ležištima može da obavlja samo stručnjak za ležišta, obično sa sertifikatom za ugradnju ležišta.

Gradilište mora da ima nacrt ugrađivanja ležišta, potrebne sertifikate, dozvole, posebna uputstva, opremu za merenje ležišta i temperature objekta i vazduha, kao i zapisnik o ležištima.

#### 2.5.5.2.1 Preuzimanje ležišta

Prilikom preuzimanja ležišta treba proveriti:

- sertifikate za osnovne materijale prema SRPS EN 10024 (tipovi 3.1 i 3.2, posebno za PTFE, silikonsku mast i ostenitnu čeličnu ploču za klizni deo), sertifikat usklađenosti (EC certifikat) za kompletno ležište prema EN 1337 ili ETA saglasnosti, kontrolni list proizvodnje za ležišta; (u posebnim slučajevima, za specijalna ležišta možda i nacionalne tehničke dozvole ili saglasnosti);
- da li su spoljni delovi bez oštećenja, posebno kada je u pitanju zaštita od korozije; ploče ležišta koje imaju oštećenu protivkorozionu zaštitu ili već imaju prisutne proizvode korozije nije dozvoljeno ugraditi, već moraju da se prethodno podvrgnu obnovi protivkorozione zaštite, a sve u skladu sa projektnim zahtevom;
- čistoću ležišta (mogućnost – zaštita od prašine za klizne površine);
- usklađenost sa projektom ležišta (da li je dodatna oprema ležišta u skladu sa RiZ-ING, Lag detaljima ili ÖNORM B 4021);
- oznake ležišta prema EN 1337; prema vrsti (CE oznaka, po potrebi i oznaka Ü po ZTV-ING ili ÖNORM B 4021);
- dimenzije ležišta;
- veličinu i smer prethodnog nameštanja; (videti kontrolne listove i oznake na gornjoj ploči ležišta, slika 2.5.5.4).

#### 2.5.5.2.2 Ugrađivanje

Ugrađivanju ležišta treba posvetiti posebnu pažnju da bi se sprečila oštećenja ležišta i konstrukcije i obezbedilo pravilno funkcionisanje.

Ugrađivanje treba izvoditi u skladu sa projektom ili posebnim uputstvima uz prisustvo predstavnika proizvođača ležišta.

Pre obavljenog podlivanja treba proveriti:

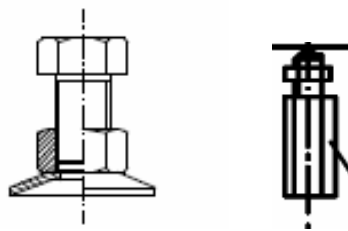
- identičnost ugrađenog ležišta sa projektovanim;
- usmerenje ležišta (X, odnosno Y osa); (videti orijentaciju na gornjoj ploči ležišta);
- horizontalni položaj ležišta (kontrola libelom u tri tačke, pouzdanost 0,6 ‰, slika 2.5.5.12);

- veličinu i smer prethodnog nameštanja; (videti orijentaciju na gornjoj ploči ležišta);
- da li treba uzeti u obzir eventualna specijalna uputstva proizvođača u vezi sa ugrađivanjem ležišta;
- malter za podlivanje (sastav, osobine, način podlivanja – videti tabelu 2.5.5.1).

Ako (specijalno) ležište mora da bude nagnuto, onda taj nagib mora da bude posebno označen u projektu ili nacrtu ugrađivanja, a pre betoniranja se mora posebno proveriti.

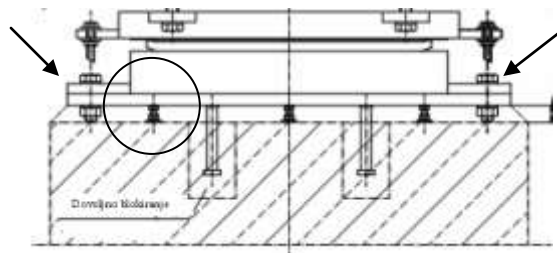
U suprotnom ležišta moraju uvek da budu horizontalna.

Ležišta moraju da se učvrste pomoćnim montažnim sredstvima (slika 2.5.5.1) da bi ostala u propisanom položaju i nakon izvršenog betoniranja. Upotreba drvenih klinova nije dozvoljena.



Slika 2.5.5.1 – Podmetači – zavrtnji ispod ležišta

Sve montažne pomoćne elemente (slika 2.5.5.2) treba odstraniti pre uspostavljanja funkcije.



Slika 2.5.5.2 - Montažni spojevi ležišta

Zavarivanje i sečenje plamenom može da se obavlja samo uz saglasnost proizvođača ležišta da ne bi došlo do neželjenih temperaturnih opterećenja. Spajanje zavrtnjima ima prednost u odnosu na varenje. Ovo posebno važi za čelične i spregnute konstrukcije.

Nagib ravni ležišta može da odstupa od projektovanog za 5 ‰, ako projektom nije drukčije određeno.

Malter za podlivanje (cementni ili epoksi) donje ploče ležišta mora da odgovara sledećim zahtevima tehničkih uslova - specifikaciji (tabela 2.5.5.1):

Tabela 2.5.5.1: Specifikacija maltera za podlivanje

Osobina	Cementni malter	Epoksi malter
Čvrstoća na pritisak	≥ 25 MPa posle 12 h	≥ 17,5 MPa posle 8 h
	≥ 40 MPa posle 24 h	≥ 56 MPa posle 12 h
	≥ 55 MPa posle 28 d	≥ 85 MPa posle 24 h
	posle 56 d i 90 d bez pada čvrstoće	≥ 98 MPa posle 7 d
Skupljanje	≤ 2 ‰	≤ 2 ‰
Širenje	≥ 0,1 ‰	0 ‰
Najveća visina maltera	50 mm	30 mm
Opseg temperature	+ 5 °C do + 35 °C	+ 8 °C do + 30 °C
Otpornost na smrzavanje i soli	da	da

Ako otpor pri klizanju nije dovoljan zbog malih vrednosti napona ispod minimuma, onda je potrebno i ankerisanje ležišta. O tome odlučuje projektant konstrukcije. Pri tome treba uzeti u obzir činjenicu da dužina ankera u betonu ne bude manja od 95 mm, kao i da bude ugrađena armatura koja sprečava cepanje betona (slika 2.5.5.8). Ankeri moraju da budu najmanje 20 mm ispod ove armature.

Prilikom ugradnje ležišta (slika 2.5.5.9) oplata mora da bude tako zaptivena da ne dođe do zagađenja ležišta cementnim mlekom ili betonom. Ukoliko do toga ipak dođe, beton treba odmah ukloniti, pre očvršćavanja. Ovo je posebno važno za ostenitne klizne površine ležišta, jer može doći do oštećenja polirane površine i posledično do brzog habanja uloška (PTFE).

Posle uklanjanja oplata treba pregledati ležište. Ako se ustanove oštećenja protivkorozijske zaštite, zaštitu treba odmah obnoviti kompatibilnim protivkorozijskim premazom. Najbolje je da proizvođač ležišta uz isporuku ležišta dostavi i manju količinu protivkorozijskog premaza da bi mogla da se poprave manja oštećenja.

Nakon ugrađivanja treba izvršiti ponovnu kontrolu merenjem ravnosti, kliznih i nagibnih otvora (videti slike 2.5.5.5 do 2.5.5.7). Ovime

se ustanovljavaju eventualne promene koje mogu da nastanu tokom izvođenja, a posebno položaja ležišta ili spoljnih oštećenja.

O pregledu ležišta pre i nakon ugrađivanja treba napraviti zapisnik koji potpisuju izvođač građevinskih radova, predstavnik proizvođača ležišta i nadzorni organ. Formular zapisnika dat je u tabeli 2.5.5.2.

#### 2.5.5.2.3 Održavanje

U održavanje ležišta spadaju glavni, redovni i detaljni pregledi, povremene kontrole i kontrolna ispitivanja, čišćenje, obnavljanje protivkorozijske zaštite, mazanje i zamena PTFE uloška, otklanjanje grešaka u konstrukciji koje mogu štetno da deluju na ležište (vlažnost itd.).

Glavni pregled ležišta se obavlja svakih 6 godina i obuhvata vizuelnu kontrolu sa merenjem:

- ocena stanja spojeva ležišta sa rasponskom i potpornom konstrukcijom (pukotine u samom spoju; relativna pomeranja; oštećen beton gornjeg ili donjeg betonskog kvadra, pukotine u gornjem ili donjem betonskom kvadru);
- ocena stanja klizne površine (prljavština – prašina, ostaci cementnog mleka; ogrebotine – pojedinačne, veći broj;



- pukotine pojedinačne, veći broj; ostaci u kliznom otvoru);
- ocena stanja spojeva zavrtnjima sa rasponskom ili potpornom konstrukcijom ( spoj zavrtnjima fiksni, labavi; fali deo sredstava za vezivanje – glava zavrtnja, itd.);
- ocena stanja protivkorozijske zaštite (pukotine; ogrebotine; piling, otpadanje boje);
- merenje neuobičajenih relativnih pomeranja pojedinih delova ležišta (pomeranje elastomernog ležišta u odnosu na postolje ili pojedinih delova deformabilnog kliznog ležišta; pomeranje ležišta u odnosu na postolje);
- merenje razmaka kliznog i nagibnog otvora,
- čitanje pomeranja na skali;
- ocena stanja zaštitne trake u njihajućem otvoru (ispala; raspukla; oštećena vremenskim prilikama; mehanički oštećena).

Redovni pregledi se obavljaju na svake 2-3 godine. Ležišta se pregledaju samo vizuelno. Po obimu detaljan pregled se obavlja kao i glavni pregled, ali samo pre rekonstrukcije objekta.

Održavanje ležišta mora da bude obrađeno u projektu održavanja konstrukcije.

Treba predvideti pojedinačne mere:

- radne mere nisu neophodne;
- neophodna su dodatna merenja i dugoročna posmatranja; rezultate i radne mere treba zabeležiti u izveštaju;
- neophodne su manje popravke;
- neophodna je popravka ili zamena; ove rezultate i radne mere treba zabeležiti u izveštaju;
- detaljni pregled.

Da bi se neovlašćenim licima onemogućio pristup do ležišta, kao i prljavštini usled izmeta ptica ili prašini, moguće je zatvoriti konstrukciju oko ležišta. Pri tome treba voditi računa da zaštita može da se lako odstrani, a posebno za vreme kontrolnih pregleda ležišta (slika 2.5.5.10).

#### 2.5.5.2.4 Zamena ležišta

U projektu ležišta moraju da se odrede uslovi koji obezbeđuju pravilan rad ležišta. Ako se u toku redovnog pregleda pojavi sumnja da ti uslovi nisu ispunjeni (pojava oštećenja, habanje), onda mora da se izvrši zamena takvog ležišta. Da li je potrebna zamena

mora prethodno da se potvrdi kontrolnim ispitivanjem.

Prilikom promene ležišta usled habanja mora se uzeti u obzir čitava konstrukcija, jer u suprotnom može doći do preraspodele reakcionih sila koja je neminovna u slučaju promene krutosti ležišta. Najveće dozvoljeno dizanje konstrukcije ne sme da prekorači 10 mm.

Zamenu pohabanih ležišta treba izvesti na čitavom objektu, a ako to nije potrebno, onda treba promeniti sva ležišta na istoj poprečnoj osi potpore.

Pri rekonstrukciji moraju da se uzmu u obzir eventualne promene statičkog sistema. U takvim slučajevima moraju da se predvide nova ležišta. Detalji i položaj dizalica dati su na slici 2.5.5.11.

#### 2.5.5.2.5 Zapisnik ležišta

O preuzimanju, ugrađivanju i stanju na samom početku upotrebe ležišta vodi se zapisnik. Formular zapisnika prikazan je u tabeli 2.5.5.2. Treba izvesti i nulto merenje ležišta.

### 2.5.5.3 Sertifikovanje i kontrola ležišta

Sertifikovanje, kontrola proizvodnje i prijem ležišta na gradilištu obavlja se:

- prema standardu EN 1337 za određeni tip standardnog ležišta,
- prema ETA saglasnosti za pojedine specijalne tipove ležišta;
- ili dopunski za posebnu opremu ležišta prema nacionalnom sistemu koji je naveden u ugovoru (npr. prema austrijskoj tehničkoj usklađenosti sa ÖNORM B 4021 ili prema nemačkoj tehničkoj usklađenosti tipa Z-16.7-111 i detaljima prema RiZ-ING).

#### 2.5.5.3.1 EC sertifikati i izjave o usaglašenosti

Ulazni materijali moraju da budu u skladu sa zahtevima za kontrolu kvaliteta po standardu „EN 10204 - Metalni proizvodi – Tipovi sertifikata kontrole“. Posebno su izdvojeni materijali za klizne delove kao teflonska ploča (PTFE), silikonska mast u rupicama, ploče i ostenitni čelik kao klizna ploča. Za ove materijale potrebni su sertifikati tipa 3.1 i 3.2, koje izdaje ovlašćena institucija.

Sertifikovanje ležišta obavlja se prema sistemu 1 kontrole kvaliteta.

Prilikom isporuke ležišta na gradilište proizvođač je dužan da pored navedene dokumentacije priloži i izjavu o saglasnosti za svaki tip ležišta prema EC sertifikatu.

#### 2.5.5.3.2 Dokumentacija

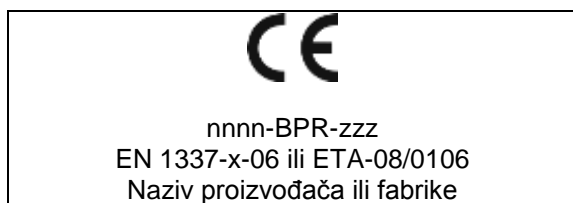
Ovlašćena institucija (iz zemlje proizvođača) izdaje informacije o početku pregleda proizvoda i proizvodnje u postrojenju, a sve u cilju izdavanja EC sertifikata na osnovu EN 1337 ili ETA saglasnosti. O nalazima se prethodno dogovara sa proizvođačem. Informacije su javne i poverljivog karaktera (deponirane kod ovlašćene institucije). Dokumentaciju sačinjavaju i pojedinačni radionički nacrti, spiskovi specifikacija, planovi kontrole kvaliteta.

Procenu usklađenosti za ugradnju ležišta na gradilištu može da izvrši i treća strana – Institut čiji zadaci zavise od specifičnog tipa ležišta.

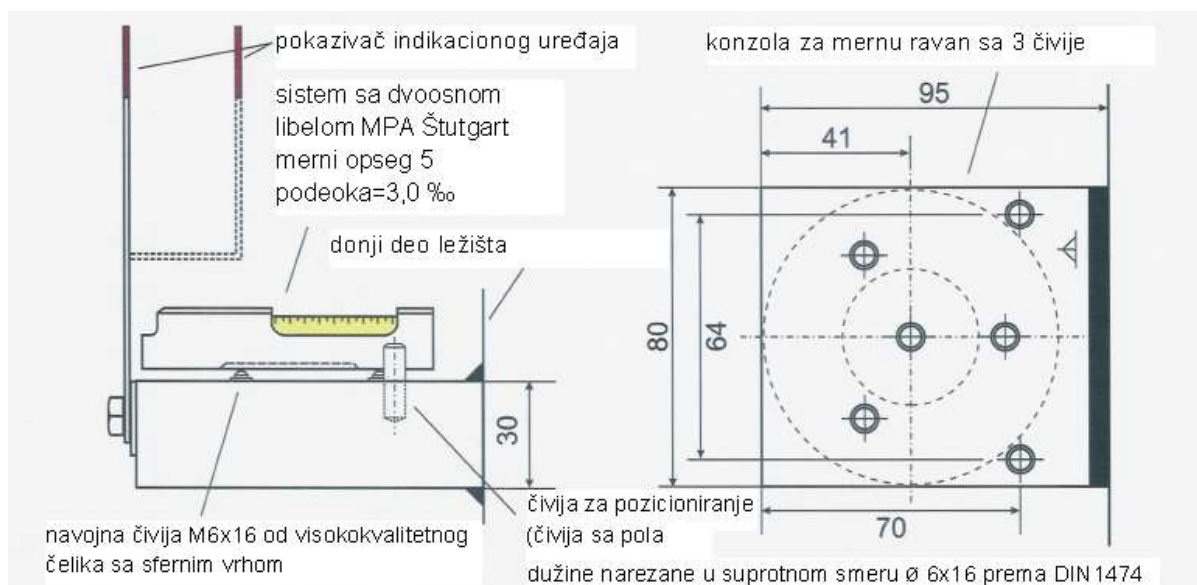
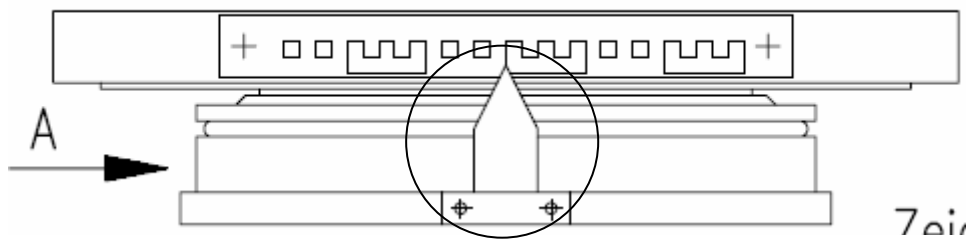
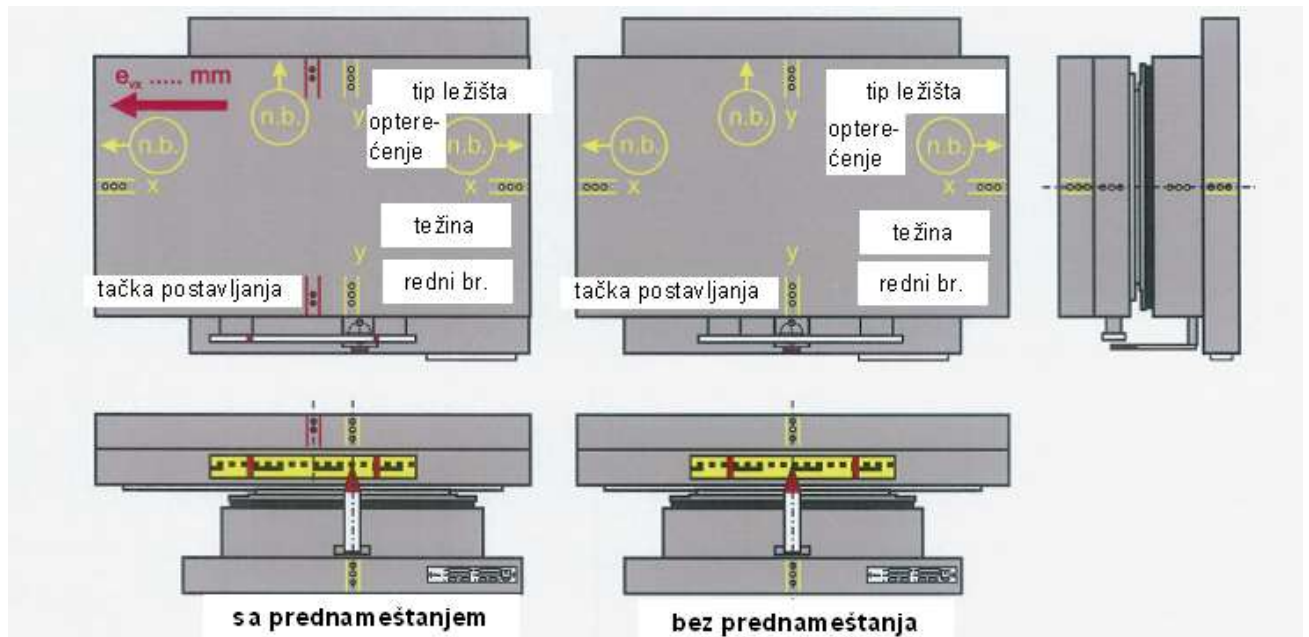
Izdavanje Sertifikata o usklađenosti kod ugradnje može da vrši samo pravno lice koje je akreditovano za obavljanje poslova sertifikacije prema standardu SRPS EN 45011 kod Akreditacionog tela Srbije.

#### 2.5.5.3.3 CE oznaka i prateći dokument

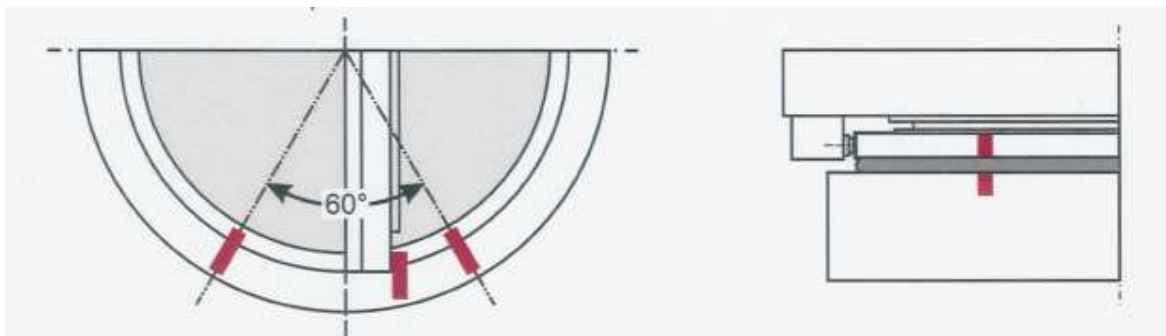
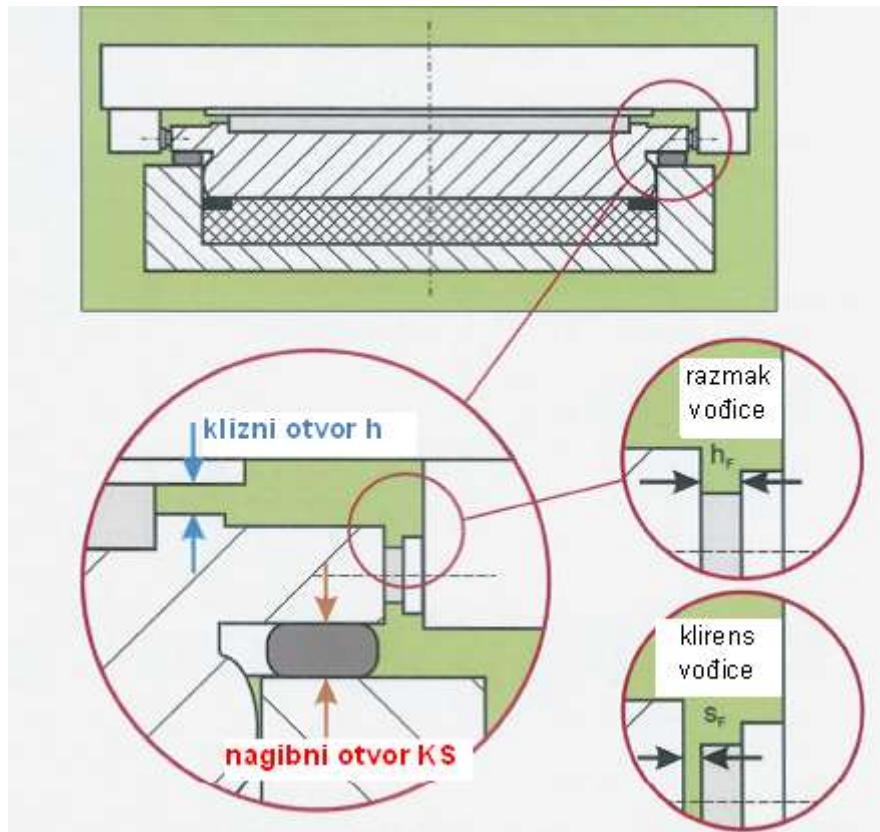
Informaciju o obavljenoj kontroli pruža CE oznaka u okviru etikete na ležištu – slika 2.5.5.3 (broj sertifikata, broj ovlašćene institucije, vrsta standarda EN 1337 ili ETA, godina početnog ispitivanja, naziv proizvođača). Dokumentaciju čini i prateći list. U dokumentaciji nema napomene o značajnim osobinama proizvoda, izuzev temperaturnog opsega delovanja, vrste kliznih delova i vrste unutrašnjeg zaptivača.



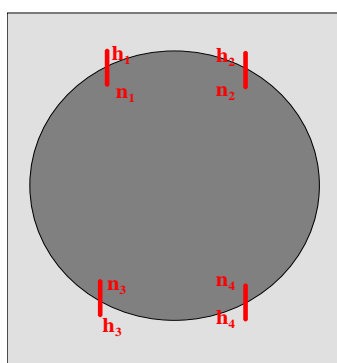
Slika 2.5.5.3: Oznaka CE za ležišta prema EN 1337



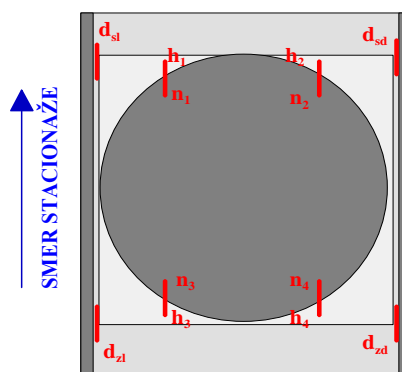
Slika 2.5.5.4 – Oznake na gornjoj ploči ležišta i merni uređaji opreme ležišta prema ZTV-ING



lončasto ležište pokretno u svim pravcima



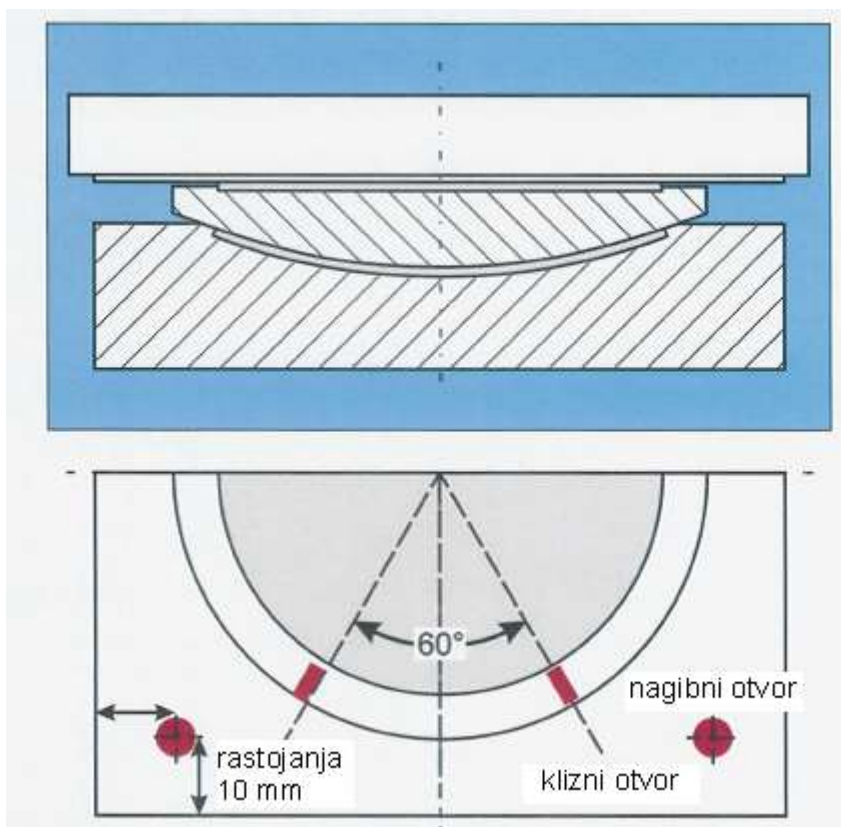
uzdužno vođeno lončasto ležište



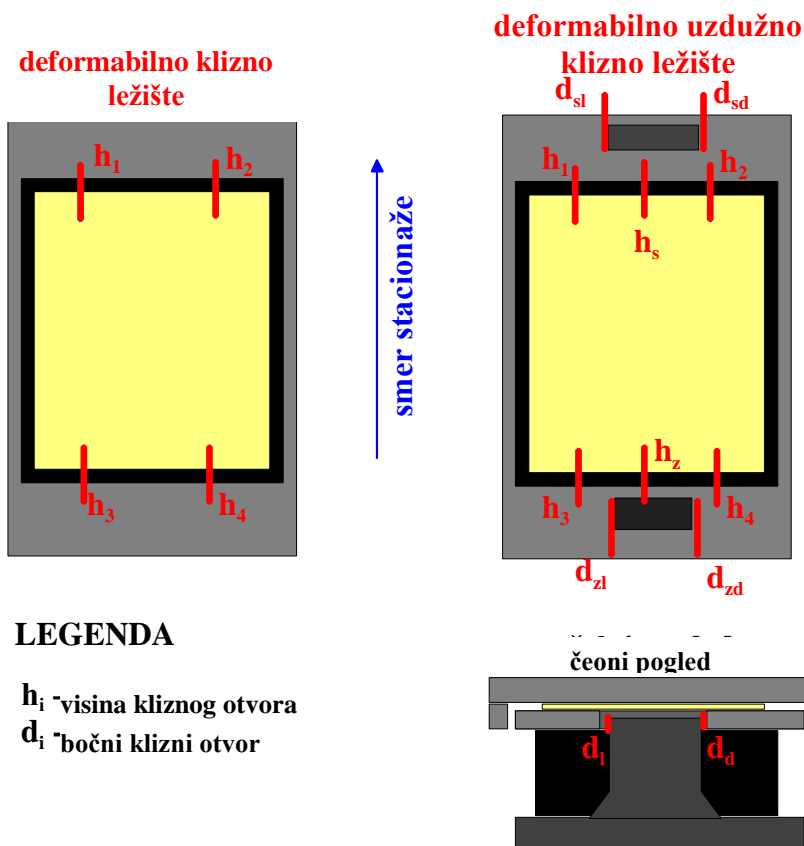
**LEGENDA**

- $h_i$  -visina kliznog otvora
- $d_i$  -bočni klizni otvori
- $n_i$  -nagibni otvori

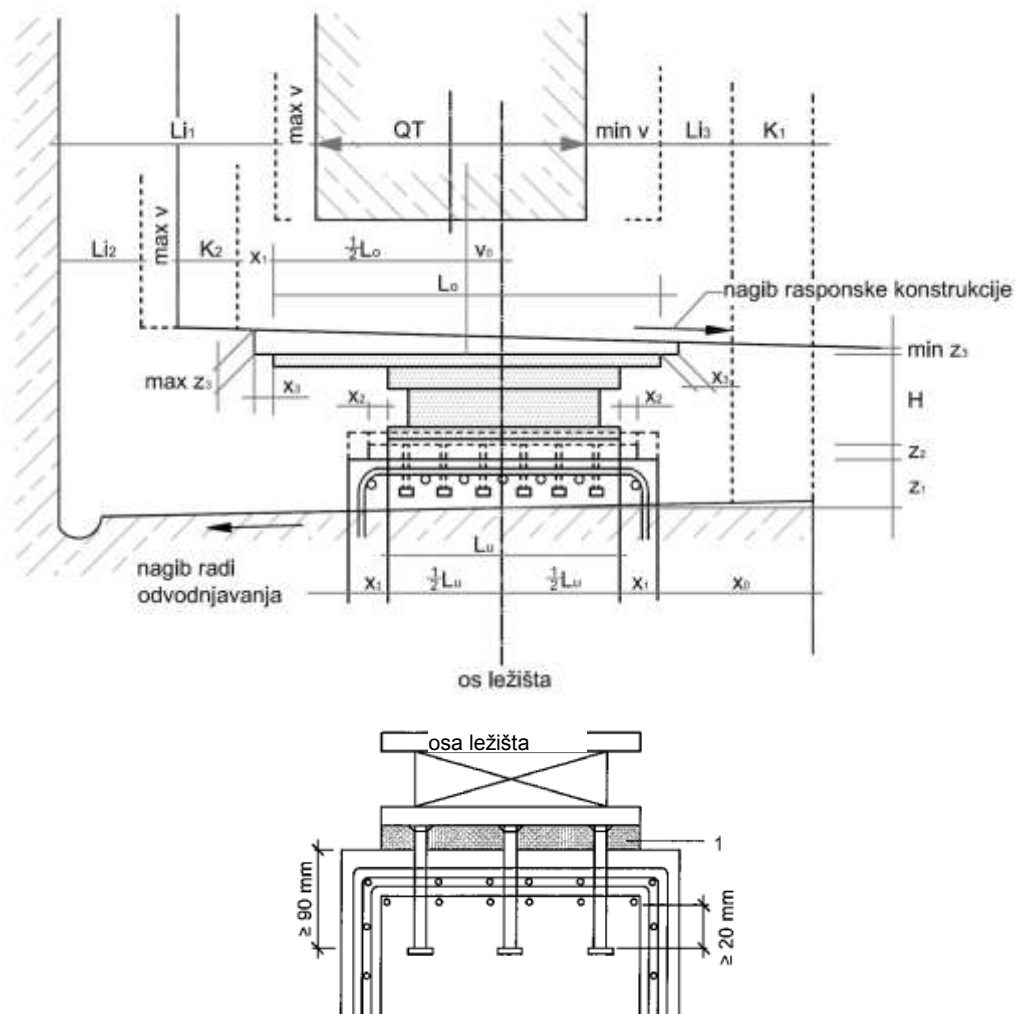
Slika 2.5.5.5 – Merne tačke kliznog lončastog ležišta



Slika 2.5.5.6 - Merne tačke sfernog kliznog ležišta



Slika 2.5.5.7 – Merne tačke kliznog ležišta od elastomera



Legenda:

$L_0$  dužina gornje ploče ležišta

$L_d$  dužina donje ploče ležišta

$H$  visina ugrađivanja ležišta

$QT$  širina poprečnog nosača

$K_1$  debljina zida krajnje potpore ispred poprečnog nosača

$K_2$  nenoseći beton i konstrukcije (npr. zaštita kotvi)

$V_0$  prethodno nameštanje – centriranje ležišta

$\min v$  dodatak k  $v_0$  očekivano minimalno

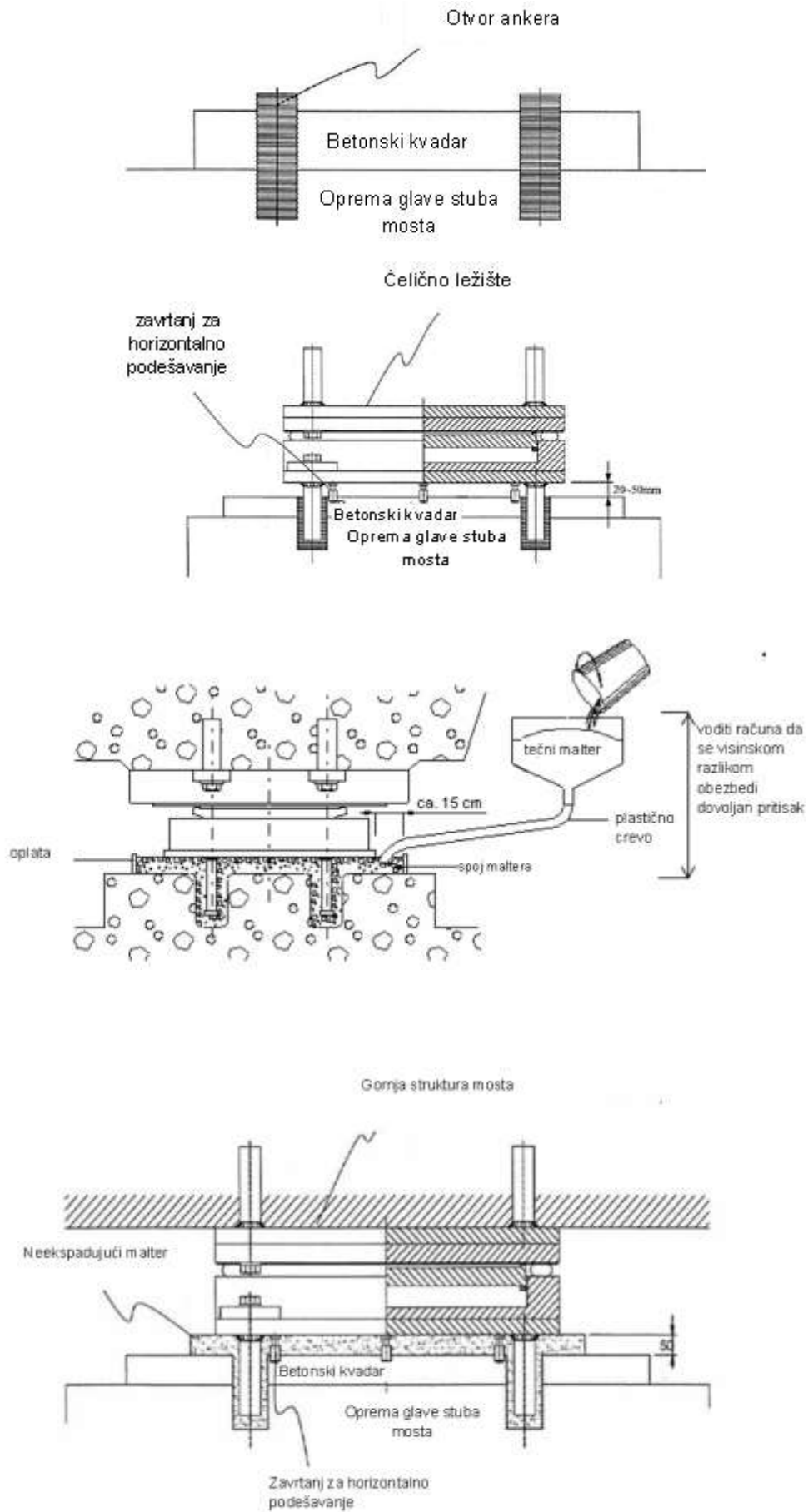
$\max v$  i maksimalno pomeranje

$Li_1$  do  $Li_3$  potrebne dimenzije za obezbeđivanje moguće kontrole, održavanja i sigurnosti delovanja

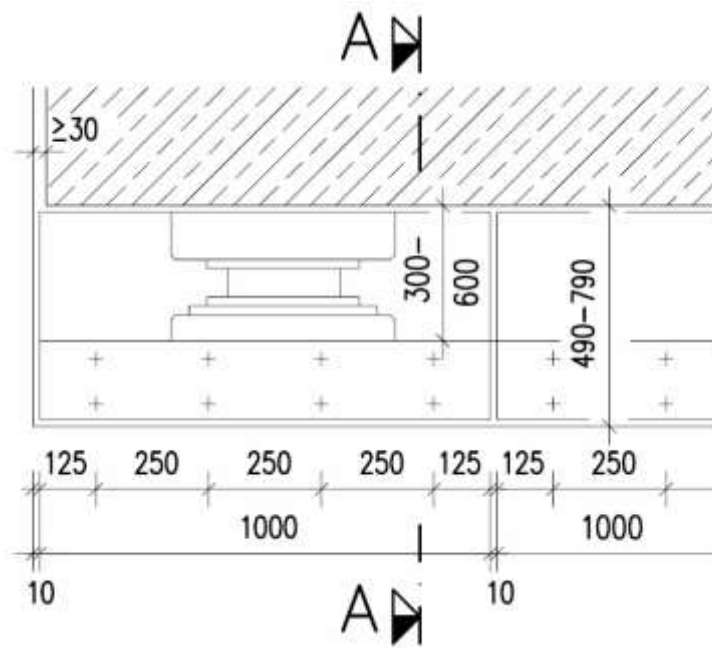
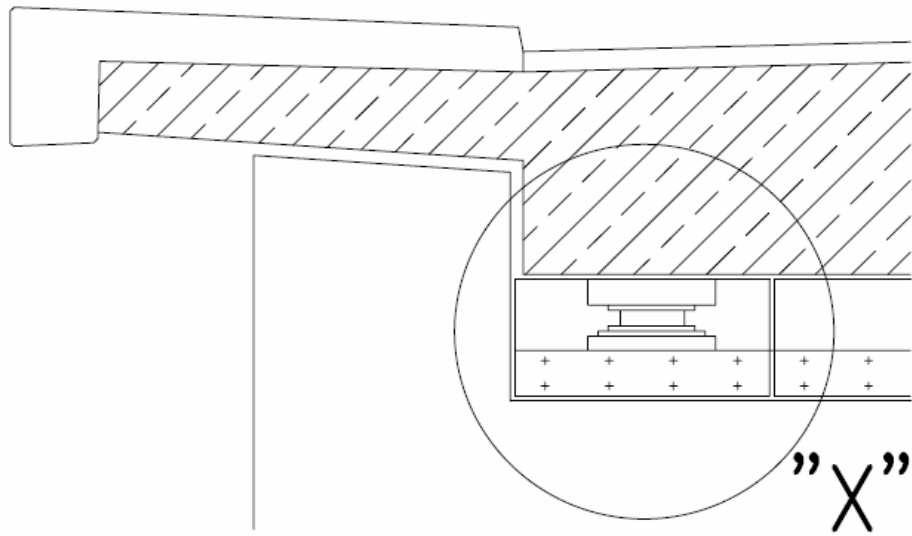
$X_{0,1,2,3}$  potrebni horizontalni pomak prizme ležišta, ploče i izravnavajućeg maltera

$Z_{1,2,3}$  potrebne visine prizmi ležišta i izravnavajućeg maltera

Slika 2.5.5.8: Shematski prikaz zavisnosti dimenzija konstrukcije i ležišta i uslov ankerisanja

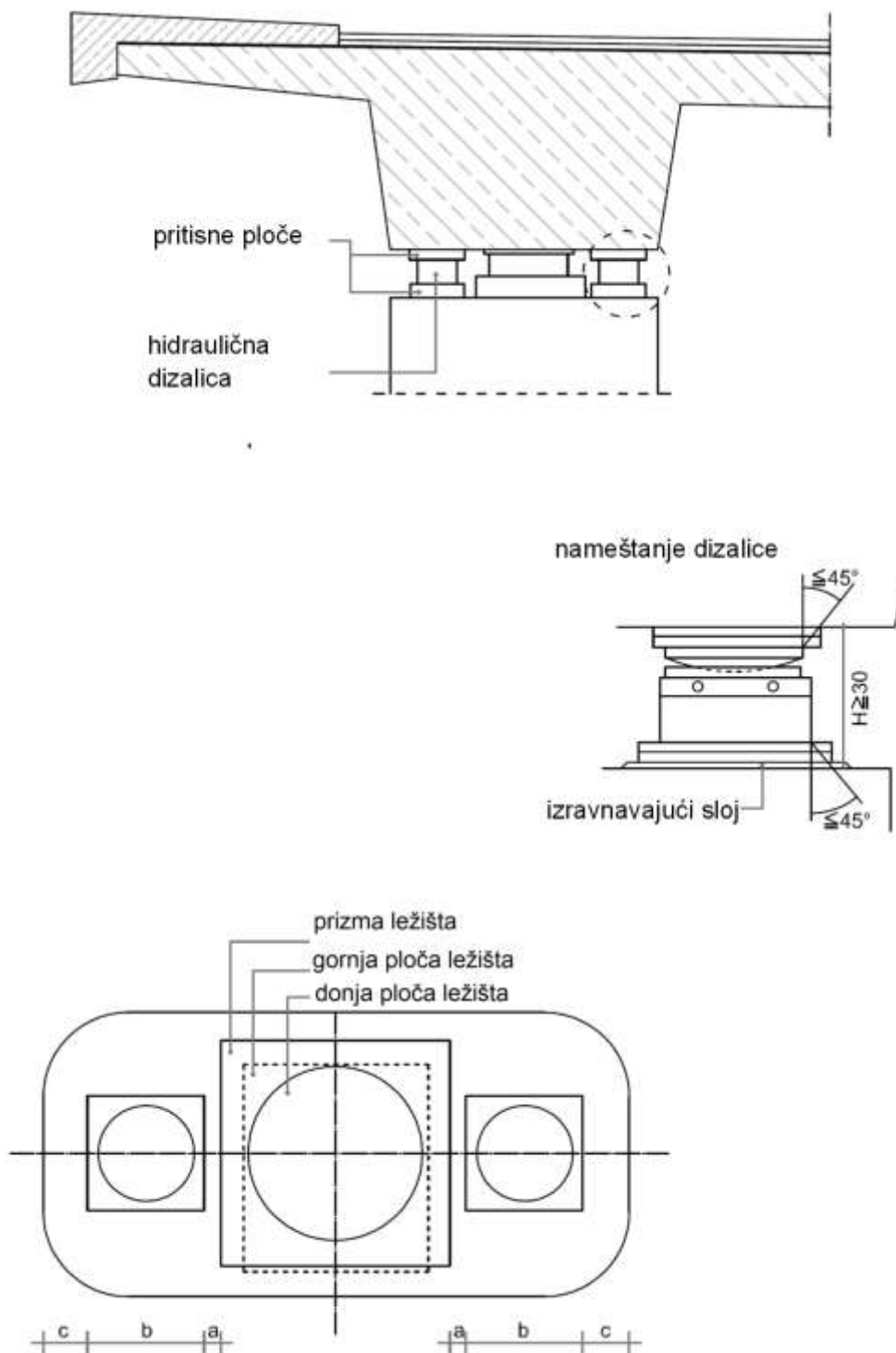


Slika 2.5.5.9 – Faze ugrađivanja ležišta sa ankerima



Slika 2.5.5.10: Zaštita ležišta pleksi staklom





- a) rastojanje između betonskog kvadra, odnosno ploče ležišta i pritisne ploče  $\geq 5$  cm
- b) širina pritisne ploče
- c) rastojanje između pritisne ploče i ivice betonske konstrukcije (gore, odnosno dole  $\geq 12$  cm)

Slika 2.5.5.11: Uslovi za nameštanje hidrauličnih dizalica pri zameni ležišta

Tabela 2.5.5.2: Zapisnik ležišta

Put:		Deonica:		km:
Objekat (oznaka, položaj):				
Način građenja:				
Nacrt ležišta br.:		Vrsta ležišta prema odobrenju, odnosno EN 1337-1:		
Proizvođač ležišta /broj porudžbine:				
Broj EC sertifikata ili ETA odobrenja :			Rok važenja odobrenja:	
Naručilac:		Primalac:		Nadzor:
	Faza	O p i s	Upis	
1	kontrola preuzimanja i nameštanja ležišta	mesto ugrađivanja (br. potpore/položaj)		
2		dizanje rasponske konstrukcije u mm		
3		tip ležišta		
4		vertikalna sila $F_z$ u kN		
5		horizontalna sila $F_x / F_y$ u kN		
6		računsko pomeranje (od fiksne tačke) u mm $\pm e_x / \pm e_y$		
7		računsko rotiranje u mm $\pm \delta_x / \delta_y$		
8		prethodno nameštanje u mm $+e_x / +e_y$		
9		broj crteža / broj kontrolnog lista		
10		datum isporuke/nameštanja		
11		pravilno odloženo, poduprto i pokriveno		
12		oznaka na ležištu		
13		merač pomeranja na ležištu		
14		čistoća i protivkoroziorna zaštita		
15		konstrukcija za fiksiranje blokirana		
16		čistoća kontaktne površine		
17		debljina spoja (maltera) u mm gore/dole		
18		odstupanja od horizontale u mm/m podužno/poprečno		
19		smer i veličina prethodnog nastavljanja u mm		
20	ugrađivanje maltera	datum / sat		
21		temperatura vazduha/objekta u °C		
22		vrsta maltera i sertifikat kvaliteta		
23		način ugrađivanja maltera		
24		nega		
25	upotreba ležišta	datum / sat		
26		gornja konstrukcija puštena		
27		blokada ležišta oslobođena / odstranjena		
28		čistoća i protivkoroziorna zaštita		
29	nulto merenje	datum / sat		
30		temperatura vazduha/objekta u °C		
31		merenje kliznog otvora max/min u mm		
32		Pomeranje (od fiksne tačke) u mm $\pm e_x / \pm e_y$		
33		merenje nagibnog otvora max/min u mm		
34		merenje ravnosti ležišta x/y (mm/m)		

Izvođač:

Proizvođač ležišta:

Nadzorni organ:

Mesto:

Datum:

## 2.5.6 DILATACIJE

### 2.5.6.1 Uvodni deo

Dilatacija premošćuje prostor za slobodno pomeranje između rasponske konstrukcije i potporne konstrukcije ili između dva dela rasponske konstrukcije objekta.

Ugrađuju se samo one dilatacije koje obezbeđuju vodonepropusnost sa kontrolisanim odvodnjavanjem.

Dilatacije moraju da ispunjavaju sledeće zahteve:

- vodonepropusnost i kontrolisano odvodnjavanje,
- sposobnost prilagođavanja i preuzimanja očekivanih pomeranja,
- sposobnost i otpornost na uticaje očekivanih opterećenja,
- otpornost na uticaj korozije i abrazije,
- ne smeju da prouzrokuju buku pri prelazu vozila,
- moraju da imaju dug vek upotrebe,
- moraju da obezbede jednostavnu kontrolu, održavanje, popravku i zamenu.

#### 2.5.6.1.1 Opis

Osnovna namena tehničkih uslova je da pomogne pri odlučivanju pre nabavke dilatacije i da da tehničke uslove za pravilno ugrađivanje i upotrebu.

#### 2.5.6.1.2 Referentni normativi

Predmetni tehnički uslovi uključuju inostrane standarde i druge tehničke propise. Za upotrebu je uvek merodavno najnovije izdanje.

- ETAG032-Part 1-8: Guideline for European technical approval of expansion joints for road bridges,
- TL/TP-FÜ, Technische Lieferbedingungen und Prüfvorschriften für wasserdichte Fahrbahnübergänge in Lamellenbauweise und Fingerübergänge mit Entwässerung von Straßen -und Wegbrücken, Nemačka,
- RIZ-ING, Richtzeichnungen für Ingenieurbauten, Nemačka,
- RVS 15.04.51: Bridges- Equipment of Bridges- Expansion Joints, (Brücken – Brückeausrüstung- Übergangskonstruktionen), Austrija
- RVS 15.04.52: Bridges- Equipment of Bridges- Expansion Joints, (Brücken –

- Brückeausrüstung - Schalltechnische Beurteilung von Fahrbahnübergängen);
- DIN Fachbericht 100-101, Nemačka
- DIN 1076 - Engineering structures in connection with roads - inspection and test, Nemačka,
- Joints de chaussée des ponts routes, guide technique, Bagneux, SETRA, juillet 1986, Francuska,
- Le control des traveaux de joints de chaussée et de trottoirs sur ovrages neufs et en réparation, guide technique, LCPG, juin 2006, Francuska.

#### 2.5.6.1.3 Terminologija

**Asfaltna dilatacija** (asphalt expansion joint) je pojam koji se u širem smislu odnosi na fleksibilne bitumenske dilatacije u kojima je raztežući deo izrađen od mešavine za koju je odomaćen izraz "asfalt".

**Bitumenska dilatacija** (bitumen expansion joint) je pojam koji se u užem smislu odnosi na fleksibilnu dilataciju u kojoj je raztežući deo dilatacije izrađen od mešavine polimeriziranog bitumena sa dodatkom elastomera i kamenog punjenja.

**Bitumenska masa za zalivanje** (bitumen sealing) je masa od polimeriziranog bitumena kojom se zaptivaju priključci asfaltnih slojeva na elemente dilatacije.

**Cev za procednu vodu** (drainage pipe) je po posebnom detalju oblikovana cev koja služi za odvođenje vode koja prođe kroz asfaltna slojeva pored dilatacije.

**Dilatacioni otvor** (trench) je širina razmaka između elemenata konstrukcije koju premošćava dilatacija.

**Dilatacija** (expansion joint) premošćava prostor za slobodno pomeranje (fugu) između gornje konstrukcije i oslonca, odnosno između dva dela gornje konstrukcije.

**Dilatacija jednostavne izrade** (plug joint) je element koji se ugrađuje na spoju kolovoza na objektu i priključnog puta (obično na manjim objektima i na putevima nižeg ranga).

**Dilatiranje konstrukcije** (dilatation of construction) je širi pojam za prekide u konstrukciji kojima se omogućava međusobno nezavisno pomeranje odvojenih delova konstrukcije.

**Elastomer** (elastomer) je u širem smislu ime za sintetički kaučuk sa zahtevanim fizičkim i

hemijskim osobinama. U mostogradnji je to hloroprenski kaučuk.

**Češalj** (finger, cantilever) je konstruktivni element dilatacije, u obliku češlja ili testere, sa dva elementa koji ulaze jedan u drugi i obezbeđuju kontinuitet površine dilatacije.

**Hodnik za pešake** (footway) u širem smislu predstavlja deo kolovoza na objektu koji je namenjen pešacima i biciklistima i obično je izdignut nad kolovozom.

**Čelični profil** (steel profile) predstavlja poseban profilisani čelični nosač u koji se utiskuje ili za koji se poveže gumeni zaptivač.

**Čelični anker** (steel anchorage) je karika od okruglog čelika, posebno oblikovan element od čeličnog lima ili cilindrično oblikovani element koji se ubetonira u konstrukciju i obezbeđuje čvrstu vezu između dilatacije i konstrukcije mosta.

**Pomeranje dilatacije** (moving ability) je zajednički pojam za sve moguće vektore pomeranja u osi dilatacije, uključujući i zaokrete.

**Temperaturna dilatacija** (expansion joint due to temperature) je skraćeni izraz za skraćenje ili produženje elemenata konstrukcije koji nastaje usled uticaja promene temperature konstrukcije.

#### 2.5.6.1.4 Korišćene skraćenice

**ÜBE 1** – oznaka za crtež dilatacije sa jednim otvorom prema nemačkim smernicama RIZ-ING

**PU** – poliuretan

**PVC**- poliklorid

**PTFE**- politetrafluoretilen

**ETAG** - smernica za evropsko tehničko odobrenje, saglasnost

**ETA** - evropsko tehničko odobrenje, saglasnost, ocena

**SRDM** - priručnik za projektovanje puteva u Republici Srbiji

### 2.5.6.2 Preuzimanje, ugrađivanje, održavanje i zamena dilatacije

#### 2.5.6.2.1 Preuzimanje dilatacije od proizvođača

Dilataciju preuzima odgovorni vođa građevinskih radova. Ako se ukaže potreba, za preuzimanje se može angažovati i odgovarajuća stručna institucija. Prilikom preuzimanja na gradilištu treba proveriti dimenzije, podešavanje dilatacije (uobičajno je podešena na +10 °C), kvalitet materijala i zaštitu od korozije. Utvrđene činjenice treba uporediti sa projektom i sva zapažanja uneti u zapisnik (tabela 2.5.6.4). Osim toga treba proveriti sadržaj potrebne tehničke dokumentacije, sertifikate, garanciju i uputstva (tabela 2.5.6.3).

U uputstvima moraju da budu definisane odredbe u vezi za:

- skladištenjem,
- transportom,
- ugrađivanjem,
- održavanjem, i
- zamenom.

Postupak preuzimanja izvodi se na osnovu odgovarajućeg kontrolnog lista.

Prilikom preuzimanja ispravnost dilatacije se potvrđuje upisivanjem u odgovarajuće mesto jedinstvenog zapisnika koji obrađuje sve faze od pre ugrađivanja, pa sve do tehničkog prijema (tabela 2.5.6.4).

Ako se merenjem ustanovi da je temperatura konstrukcije veća nego što se očekivalo, onda dilataciju treba ponovo podesiti - zatvoriti. Ako je temperatura manja od očekivane, onda dilataciju treba proširiti. Ovaj postupak uvek vrši proizvođač dilatacije, jer poseduje poseban alat. Dimenzije za podešavanja otvorenosti dilatacije za određenu temperaturu treba da budu date u tabeli radioničkog crteža.

#### 2.5.6.2.2 Ugrađivanje dilatacije

Dilataciju ugrađuje kvalifikovan izvođač prema uputstvima projektanta i potencijalno u prisustvu proizvođača, ali tek nakon provere dilatacije i delova konstrukcije u koju se ugrađuje.

Pri proveru se upotrebljava i kontrolna lista.

Ako se radi o komplikovanim dilatacijama, onda ugrađivanje obavezno kontroliše komisija koju čine odgovorni predstavnici

Investitora, odgovorni vođa radova, odgovorni projektant, predstavnik proizvođača, a po potrebi i predstavnik ovlašćene institucije za kontrolu materijala i konstrukcije. Ispunjavanje uslova za ugrađivanje potvrđuje se jedinstvenim zapisnikom, koji je prikazan u tabeli 2.5.6.4.

Ako izvođač nema odgovarajuće osposobljeni kadar, onda mora da angažuje osposobljene radnike ili ovlašćenog instruktora.

U nastavku su navedena najznačajnija opšta uputstva pored kojih treba uzeti u obzir i specifične zahteve koji su navedene u projektu i uputstvima za ugrađivanje koje daje proizvođač.

#### 2.5.6.2.2.1 Opšta uputstva za ugradnju

Dilatacija se uvek podiže transportnom dizalicom. Dilatacija je u poziciji pričvršćena stezaljkama, a privremene pomoćne noge treba da se prerežu.

Posle postavljanja dilatacije u pripremljen građevinski otvor treba da se utvrdi da li se čelična armatura podudara sa petljama ankera dilatacije. Svako odstupanje mora da bude usglašeno sa projektantom i nadzorom gradilišta.

Ako se proširenje (otvaranje) podešava na gradilištu treba se uveriti da su lamele podešene paralelno, a ne koso, što je pogrešno. Neke dilatacije imaju na čeličnim delovima utisnute markere koji omogućavaju kontrolu paralelnosti.

Poprečni i podužni nagib uobičajeno mogu da se vide u nacrtu oplata za ugradnju dilatacije. Geometar precizno određuje lokaciju ugradnje.

Za fino podešavanje dilatacije može da se koristi vitlo dizalice.

Nakon podešavanja dilatacije vrši se zavarivanje ankera za čeličnu armaturu konstrukcije.

#### 2.5.6.2.2.2 Primeri grešaka tokom gradnje

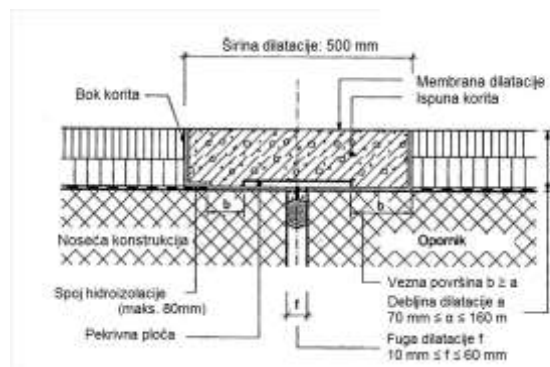
Ako je širina fuge prilikom podešavanja bila pogrešna, kasnije može da dođe do sledećih grešaka, npr. zaptivna traka u fugi je previše zategnuta, fuga je previše široka i opasna za motocikle, voda prolazi kroz fugu do potporne konstrukcije.

I obrnuto, ako je fuga suviše uska, onda može da bude ugrožena ili dilatacija ili njeno delovanje.

Ako podešavanje poprečnih i podužnih nagiba nije tačno postoji mogućnost da se pešaci sapletu na hodniku, a samim tim i padnu na tlo.

Ako dilatacija nije na pravom mestu ili nije pravog tipa trebalo bi da bude odmah prebačena i zamenjena novom. Ovo je očigledno dugotrajan i skup zadatak.

#### 2.5.6.2.2.3 Ugrađivanje asfaltne dilatacije i elastomernih punjenja



Slika 2.6.5.1: Asfaltna dilatacija – tip 1 prema ETAG 032-3

Dilatacija se ugrađuje što kasnije u odnosu na druge radove jer se time obezbeđuje manje rastezanje pokretnih delova dilatacije.

Nakon ugrađivanja slojeva asfaltnog kolovoza priprema se utor za ugrađivanje dilatacije. Dimenzije utora treba uskladiti sa podacima proizvođača. Bočne stranice utora treba zarezati do hidroizolacije ručnim alatom.

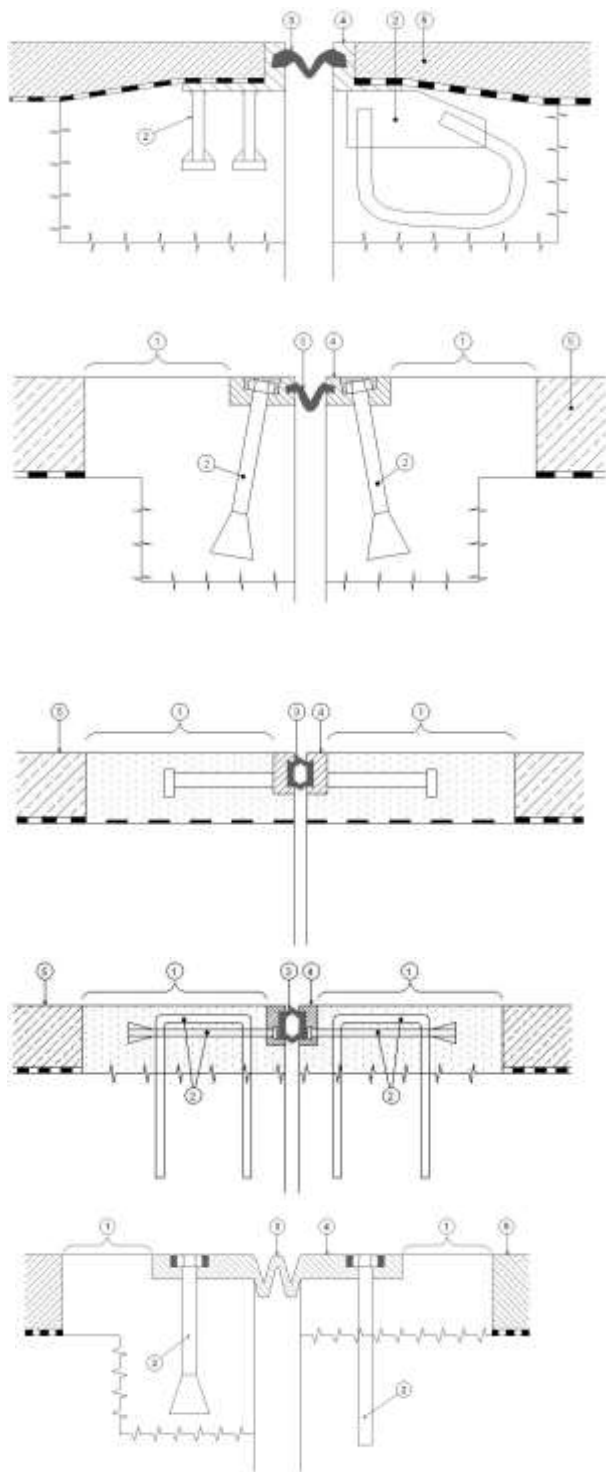
Utor treba očistiti, sanirati eventualna oštećenja na površini betona, a u dilatacionu fugu ugraditi zaptivač od penaste gume. Nakon toga se nanosi lepljivi sloj od elastičnog polimernog bitumena i ugrađuje vruće cinkovana čelična traka koja premošćava dilatacionu fugu. Traka se fiksira trnom. Nakon toga sledi ugrađivanje ispune i prekrivanje habajućim slojem od polimernog bitumena.

Za sve navedene postupke izvođač mora da priloži sertifikate o uslovima i postupcima ugrađivanja, kao i o kvalitetu ugrađenih materijala.

Ostali zahtevi za asfaltne dilatacije:

- širina dilatacije,
- tolerancije pri izradi,
- pažljiva izrada detalja,
- temperatura materijala pri ugrađivanju,
- temperatura pri ugrađivanju – leti,
- puštanje u saobraćaj.

#### 2.5.6.2.2.4 Ugrađivanje dilatacije sa jednim otvorom



Slika 2.5.6.2: Dilatacije sa jednim otvorom (tipovi prema ETAG032-4)

Nakon dopremanja na gradilište dilatacija mora da se uskladištiti tako da bude zaštićena od nečistoće i oštećenja.

Treba nastojati da se ugrađivanje izvode što kasnije, a posebno kod objekta koji imaju duži stepen razvoja deformacija (reologija betona, konsolidacija temeljnog tla).

Pre ugrađivanja treba proveriti geometriju utora (dimenzije i visinske kote), priključnu armaturu u utoru, izvršiti eventualne popravke i čišćenje.

Kod čeličnih konstrukcija treba obraditi sve ivice i pripremiti spojeve za zavarivanje.

Treba odrediti veličinu već izvršenih dugotrajnih deformacija konstrukcije objekta i izmeriti srednju temperaturu. Na osnovu ovih podataka proizvođač treba da postavi otvor dilatacije, odnosno koriguje veličinu blokade.

Sva merenja u toku ugrađivanja treba pratiti odgovarajućom geodetskom kontrolom.

Isporučena dilatacija se postavlja u utor i ankeri se zavare na priključnu armaturu (obično svaki peti). Najpre se zavare ankeri na jednoj strani, a zatim na drugoj strani dilatacione spojnice. Na taj način je dilatacija spojena i povezana sa konstrukcijom objekta zbog čega treba odmah osloboditi dilataciju od prethodno ugrađenih blokada.

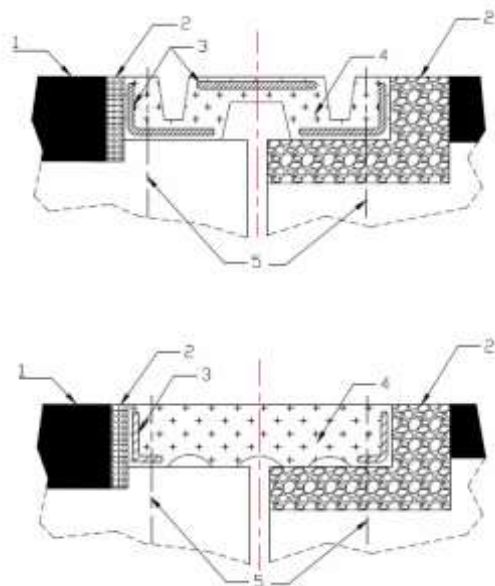
Analogni postupak se sprovodi i kod dilatacija sa ankerisanjem pomoću zavrtnja.

Ako je konstrukcija objekta čelična, onda se profil za ankerisanje prvo zavari na gornju konstrukciju, zatim ankeri na krajnoj potpori, nakon čega odmah moraju da se odstrane gblockade. Isti postupak važi i za dilatacioni spoj koji se nalazi između dva dela rasponske konstrukcije objekta.

Nakon fiksiranja treba proveriti sve mere i kote visinskog položaja da bi se obezbedila potpuna ravnost nakon ugrađivanja slojeva asfaltbetona (propisana dubina 3-5 mm) u odnosu na gornju površinu kolovoza).

Nakon svih provera izvodi se betoniranje betonom koji je pripremljen po posebnom tehnološkom projektu (videti poglavlje 2.5.6.2.2.7).

### 2.5.6.2.2.5 Ugrađivanje tepih (gumene) dilatacije



Slika 2.5.6.3: Tepih (gumene) dilatacije za mala pomeranja (tipovi prema ETAG032-5)

Najpre treba da bude formiran ravan usek ili vuta na betonskoj kolovoznoj ploči radi postavljanja spojnice sa gumenom podlogom i prelazne trake.

U fazi projektovanja treba voditi računa da se ojačanja sa armaturom postave tako da se izbegne položaj ankernih zavrtnja na dilatacionoj spojnici.

U cilju postizanja neometanog odvijanja saobraćaja preko spojnice, habajući sloj treba da bude mašinski postavljen kontinuirano preko konstruktivne spojnice i naknadno uklonjen neposredno pre instalacije dilatacione spojnice.

Uklanjanje površinskog sloja preko spojnice na ploči olakšan je položajem zaštite od prijanjanja za šperploču čija je širina nešto manja od kombinovane širine spojnice i prelaznih traka pre postavljanja površinskog sloja.

U vreme instalacije, u zavisnosti od prosečne temperature betonske ploče, možda će biti neophodno da se izvrši pretkompresija ili predistezanje tepih (gumene) dilatacije da bi se prilagodila relativnom položaju spojnice kolovozne ploče mosta.

Širina instalacije spojnice može da se odredi uz pomoć grafičkih sredstava, ilustrovanih u primeru pod naslovom „Smernice za

podešavanje temperature“, za svakog proizvođača posebno. Kada se odredi širina instalacije gumenog modula i novi centri otvora za zavrtnje, modul spojnice može da se podesi u skladu sa tim.

Površinski sloj zatim može da se opseče i ukloni do dimenzija ekvivalentnih širini instalacije spojnice i dve prelazne trake. Otkriveni beton treba da bude bosiran a završni sloj posteljice prilagođen pomoću polimer-modifikovane košuljice debljine oko 20 mm, zadržavajući dubinu useka.

Zatim moduli dilatacione spojnice centrirani preko dilatacione spojnice kolovozne ploče mogu da se koriste kao matrice za rupe vođice čime se određuje konačni položaj otvora za zavrtnje, ili se koriste pripremljene matrice.

Konačni otvori treba da budu izbušeni i treba da budu postavljeni zavrtnji pomoću hemijskih ankeri. Svaka dilataciona spojnica zatim može da se postavi u položaj preko zavrtnja na letvice sredstva za zaptivanje podloge. Zatim se lociraju prosto spojene podložne ploče koje se isporučuju uz svaku jedinicu i sklop se pričvršćuje za podlogu.

Zatim treba da se lociraju i fiksiraju preostali moduli na isti način, pri čemu se sredstvo za zaptivanje primenjuje prvo na pero-žleb spojeve na mestima uklapanja da bi se obezbedio dovoljan stepen vodootpornosti.

Fiksirajuće matice treba da budu zategnute do stepena naznačenog na svakom modelu a prelazne trake od poliureidnih smola položene u nivou habajućeg sloja ali malo izdignute (3 mm) u odnosu na vrh modula dilatacione spojnice.

Nakon finalne provere torzionog momenta na maticama za fiksiranje, otvori za zavrtnje treba da budu ispunjeni zaptivkom za otvore da bi se zavrtnji zaštitili od korozije.

#### Vodootporne instalacije

Za poboljšanu vodootpornost neophodno je da se ugradi drugostepena membrana (oluk) koja treba da bude fiksirana pomoću epoksidnog lepka na površinu ravnajuće košuljice celom širinom gumene podloge pre primene zaptivne posteljice. Dubina useka treba da bude prilagođena za +3 mm. Dodatni materijali i prateća oprema

#### Materijali:

- zavrtnji – pogledati grafikon proizvođača „Opis preporučenih prečnika hemijskih ankera i tip membrane za vodootpornu primenu“,
- zaptivka - jednodokomponentni trajni kitovi (npr. polisulfid) za posteljicu i zaptivanje svakog modula. Može biti i za otvor zavrtnja za ispunu otvora za zavrtnje.
- polimer-modifikovani malter za ravnajuću košuljicu za upotrebu kod ravnajućih košuljica ili posteljica,
- poliureidna smola za formiranje prelaznih traka između habajućih površina puta i modula spojnice.

#### Oprema:

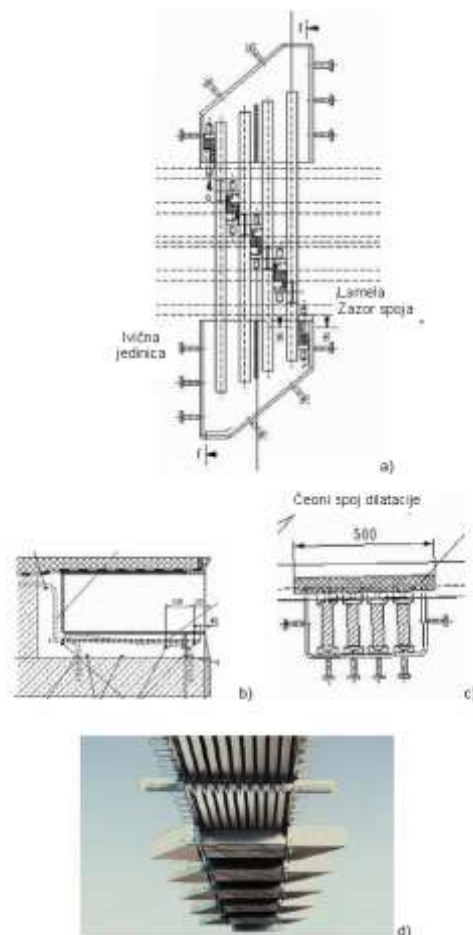
- alat za izvlačenje/kompresiju za podešavanje i pripremu modula spojnice da bi odgovarali odstupanju u temperaturi / spoju u vreme instalacije –slika 2.5.6.4,
- rotaciona udarna bušilica,
- prisilne mešalice za beton,
- „G“ pištolj,
- moment-ključ,
- oprema za hidrauličko utiskivanje.



Slika 2.5.6.4: Podešavanje tepih dilatacije sa pomičnim mehanizmom za izvlačenje/kompresiju

#### 2.5.6.2.2.6 Ugrađivanje modularne (lamelne) dilatacije

Lamelne-modularne metalne dilatacije sa gumenim zaptivačima različitih tipova i proizvođača u osnovi se međusobno bitno ne razlikuju. Sa stanovišta ugradnje neki tipovi mogu da budu problematični, jer za zaštitu kontrolnih mehanizama sadrže različito široke i dugačke spoljašnje metalne kutije (slike 2.5.6.5 do 2.5.6.7).



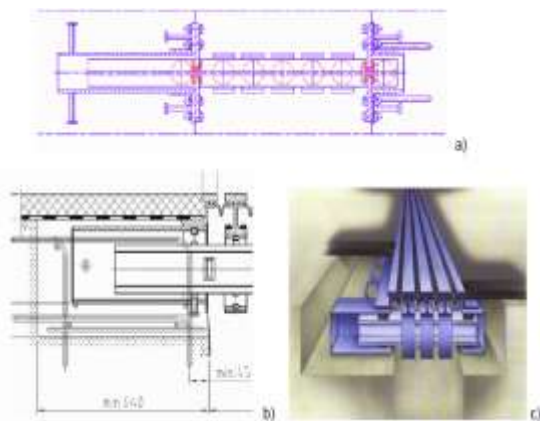
Slika 2.5.6.5: Lamelne dilatacije sa pomičnim mehanizmom unutra jedne poprečne grede proizvođača 1

Širina kutije pri povećanom broju lamela iznosi i do 500 mm pošto je za svaku lamelu potrebna poprečna greda. Uzroci mogućeg oštećenja su različiti, jedan od njih je sigurno manjkava ugradnja dilatacija, odnosno neodgovarajuće podlivanje metalnih delova betonom.

Drugi problem su čelični ivični profili. Oni obično imaju ivični profil širok 80 mm, a može da bude povećan i na 150 mm (prema ŪBE-1). U takvim slučajevima zahtevaju se otvori za ventilaciju  $\varnothing$  20 mm sa razmakom 25 cm.

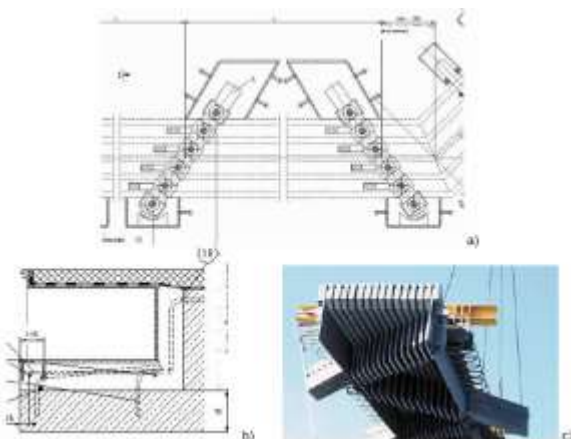
U suprotnom nastaju porozna mesta ispod ivičnog profila i dolazi do preranog oštećenja ivičnog asfalta.





Slika 2.5.6.6: Lamelne dilatacije sa pomičnim mehanizmom unutra jedne poprečne grede-proizvođač 2

Lamelne dilatacije sa kinematičkim mehanizmom (šarnir) mogu da se međusobno veoma približe, naročito u sredini dilatacije. Primer takve lamelne šarnirne dilatacije prikazan je na slici 2.5.6.7.



Slika 2.5.6.7: Lamelne dilatacije sa kinematičkim mehanizmom (šarnir)

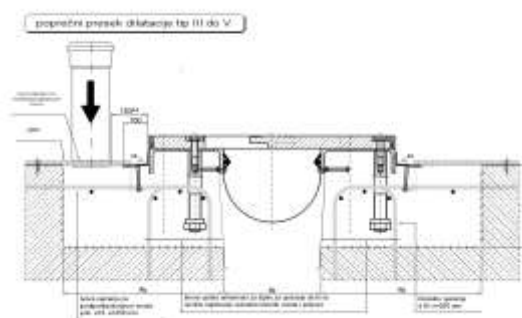
Nakon što se da specifikacija betona u projektu betona (videti poglavlje *Ugrađivanje betonom*) dilatacija se priprema za ugradnju. Najpre treba izvršiti zaptivanje svih otvora čeličnih kontakata dilatacije i otvora ispod oplata u građevinskom otvoru da ne ne bi došlo do isticanja cementnog maltera ili čak betona. Posebno su osetljiva mesta oko kutija, odnosno u kutijama gdje se nalaze ležišta za poprečne grede. Za zaptivanje kontakata mogu da se upotrebe samolepljive PVC trake, a za zaptivanje otvora je potrebna PU pena koja bubri.

Ponekad je lim oplata ispod dilatacije debeo samo 1,5 mm. U tom slučaju treba obezbediti i dodatnu potporu daskama i gredama, jer će

beton prilikom betoniranja razmaknuti lim. Nakon što se proveriti da su kontakti bez nedostataka može da se započne ugradnja betona.

Pored već poznatih principa o početku betoniranja (ne po kiši, ne po hladnoći i ne po vrućem vremenu), treba obezbediti i odgovarajuća sredstva za zbijanje (obično injekcioni vibratori preseka 40 mm ili u slučaju retke armature i do 57 mm, kao i lanac). Posebno je važna brzina, odnosno broj ulazaka-izlazaka vibratora iz betona, a naročito kod aeriranog betona. Ako postoji opasnost da vazdušni mehurovi nisu izašli ispod širokih kutija ili da su se nakupili ispod krova ili u uglovima, treba upotrebiti čelični lanac i ostrugati donju stranicu kutije ili npr. ponovo staviti vibrator ispod površine ivičnog profila i posmatrati na otvoru za aeraciju da li mehurovi vazduha još uvek izlaze. Ako mehurovi još uvek izlaze, potrebno je dodatno zbijanje betona. Nakon završetka ugradnje beton mora da bude poravnat sa visinom gornje površine. Pošto je postupak podlivanja ponekad dugotrajan i mukotrpan, doslednost prilikom betoniranja se kasnije bogato isplati. Praksa je pokazala da dilatacija obično najpre otkáže zbog slabo zalivenih mesta. Zato kontrolni mehanizam, odnosno dilatacija u celini dolazi u rezonancu, ležišta, klizne šarke, zavrtnji počinju da ispadaju, čelični varovi ili profili pucaju, asfalt na kolovozu puca i otpada. Životni vek dilatacije se time bitno skraćuje.

#### 2.5.6.2.2.7 Ugrađivanje konzolne (češljaste) dilatacije



Slika 2.5.6.8 Konzolne (češljaste) dilatacije – princip ugradnje pomoću levka

Korišćenjem visokovrednog standardnog ili samozbijajućeg betona oplata može lako da se popuni pomoću levka od PVC cevi koji bi trebalo da bude pre toga fiksiran na oplati. Slično tome, polivanje može da se vrši i

pomoću pumpe za beton ili odvojeno samo iz mešalice za beton.

Maksimalno rastojanje između punjenja pojedinačnih cevi je 6 m. Oplata mora da bude dobro zaptivena poliuretanskom penom ili ekvivalentnim materijalom.

Betoniranje se obavlja se od dna ka vrhu (do nivoa izolacije) i po širini celom dužinom u jednom potezu.

Beton se aeriše na najvišoj tački, kroz rupice na ivičnoj površini. Nivo punjenja cevi mora da bude nekoliko centimetara iznad najviše tačke dilatacije da bi se obezbedila potpuna ispunjenost betonom.

Po završetku podlivanja betonom cevi ostaju na mestu dok beton ne očvrstne. Oplata može da se ukloni posle očvršćavanja betona.

#### 2.5.6.2.8 Specifikacija betona za ugradnju dilatacije

Pre nego što se u projektu betona propišu svojstva betona za ugradnju dilatacija, treba znati sledeće: da li se dilatacija nalazi na trasi autoputa ili na devijaciji/priključku, npr. sa nadvožnjakom, jer od toga zavisi da li treba povećati žilavost betona; i da li je dilatacija na objektu u poprečnom/podužnom nagibu većem od 3% (samozbijajući ili obično obrađivan beton koji prenosi određeni nagib). Tek nakon ovoga može da se da detaljnija specifikacija. Sledeći parametar je brzina priraštanja tvrdoće betona i sadržaj vlage pri polaganju hidroizolacije, posebno za obnove koje po pravilu traju kratko, odnosno manje od 1 meseca. I na kraju, ali ne kao poslednje, stepen armiranja u građevinskom otvoru oko dilatacije (zavisi od veličine najvećeg zrna kamenog agregata).

Primer 1 specifikacije betona: Objekat na trasi autoputa

C 35/45, S4,  $D_{max}=16$  mm, XF3, XF4, XD3, malo skupljanje (0,40mm/m)

Ovde može da se upotrebi samozbijajući beton, budući da su nagibi objekta mali. Pošto se dilatacija nalazi na objektu na kojem se odvija veoma gust saobraćaj, treba pored klasične armature obezbediti i čelična mikrovlakna da u mikrostrukturi betona ne bi nastale pukotine zbog zamora. Pošto je upotrebljen samozbijajući beton sa visokom količinom finih delića, treba obezbediti malo stezanje. To može da se postigne upotrebom ekspanzionog cementa ili

ekspanzionih dodataka. Aeriranje betona je obavezno, u skladu sa zahtevima SRPS EN 206-1.

Primer 2 specifikacije betona: Objekat na trasi autoputa

C 35/45, S3,  $D_{max}=16$  mm, XF3, XF4, XD3

Zbog velikih nagiba objekta primereniji je nešto gušći beton sa nižom konzistencijom. Pošto se dilatacija nalazi na objektu na kojem se odvija veoma gust saobraćaj, treba obezbediti i adekvatnu žilavost betona. Zbog guste armature se preporučuje upotreba najvećeg zrna 16 mm. Aeriranje betona je obavezno, u skladu sa zahtevima SRPS EN 206-1.

Primer 3 specifikacije betona: Objekat na devijaciji / priključku

C 30/37, S4,  $D_{max}=16$  mm, XF3, XF2 XD3

U ovom slučaju može da se upotrebi samozbijajući beton pošto su nagibi objekta mali. Pošto se dilatacija nalazi na objektu na kojem se odvija slabiji saobraćaj, dovoljna je klasična armatura. Klasa tvrdoće betona može da bude niža, međutim ne manja od C30/37. Pošto je sadržaj finih delića manji stezanje obično nije problematično. Zbog upotrebe samozbijajućeg betona sačuvana je vrednost  $D_{max}=16$  mm. Aeriranje betona se preporučuje.

Primer 4 specifikacije betona: Objekat na devijaciji / priključku

C 30/37, S3,  $D_{max}=31,5$  mm, XF3, XF2, XD3

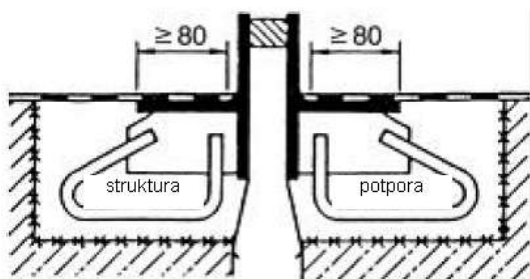
Zbog velikih nagiba objekta primereniji je nešto gušći beton sa nižom konzistencijom. Zbog normalno raspodeljene armature preporučuje se upotreba najvećeg zrna 32 mm. Aeriranje betona se preporučuje.

Pri obnovi dilatacija posebno je važan i porast čvrstoće sa vremenom. Zbog toga treba predvideti i:

- cement sa brzim očvršćavanjem (CEM I 42,5 ili 52,5, CEM II 42,5 R),
- hiperplastifikator,
- kameno brašno, elektrofilterski pepeo ili silika brašno,
- v/c manje od 0,43,
- pad konzistencije sa vremenom—posle 60 minuta ne manje od jednog stepena: sa S4 na S3, sa S3 na S2,
- čvrstoća na pritisak nakon 1 dana veća od 30 MPa (prosek 3 rezultata).

### 2.5.6.2.2.9 Izvođenje hidroizolacije uz dilataciju

Pre ugrađivanja izolacije sa površine betona treba odstraniti cementno mleko vodom pod visokim pritiskom, peskaranjem, četkanjem, itd. Sloj izolacije treba pažljivo zalepiti na profil dilatacije koji mora biti grundiran. Preostala fuga se zaliva bitumenskom masom za zalivanje zajedno sa fugom koja je formirana u zaštitnom sloju izolacije. Alternativno zaštitni sloj može da se pričvrsti za dilataciju bitumenskom trakom za zaptivanje. Postupak je određen tehničkim uslovima za završnu izolaciju uz vertikalne granične površine. Posebnu pažnju treba posvetiti svim spojevima graničnih površina sa površinama na dilataciji (slika 2.5.6.9).



Slika 2.5.6.9: Priklijučak hidroizolacije na čelični ivični pojas dilatacije

### 2.5.6.2.2.10 Ugrađivanje habajućeg sloja uz dilataciju

Habajući sloj uz dilataciju treba ugrađivati posebno pažljivo. Čvrsti elementi dilatacije onemogućavaju valjanje i zbijanje asfalt-betona neposredno uz dilataciju zbog čega dolazi do lomljenja habajućeg sloja uz dilataciju.

Kvalitetna zbijenost se postiže tako što se čvrsti elementi pre valjanja prekriju daskom odgovarajuće debljine – ugrađivanje šablona. Nakon valjanja daske se ukloni i nastavi se valjanje čime se dodatno sabije habajući sloj (valjak ne naleže na dilataciju). Debljina daske (uloška) bira se tako da dilatacija ostane 3-5 mm ispod površine kolovoza po završenom valjanju. Ovime se omogućava zbijanje habajućeg sloja pod opterećenjem točkova vozila, a dilatacija čuva od udara pluga pri čišćenju snega.

U posebnim slučajevima mogu da se u prelaznoj zoni asfalta ispred i iza dilatacije izrade posebna rebra od epoksi betona u obliku riblje kosti. Detaljnije o ovome videti u austrijskoj smernici RVS 15.04.51.

### 2.5.6.2.3 Kontrola i održavanje dilatacija

Postupak kontrole i održavanja propisuje proizvođač, a istovremeno i tehničko odobrenje (npr. ETA ili nacionalno) za pojedini tip dilatacije. Prilikom tehničkog prijema izvođač mora da upravljaču objekta preda uputstva (tabela 2.5.6.3), koja su sastavni deo tehničke dokumentacije za dilataciju. Upravljač objekta treba da upiše postupak u poslovnik (tehnička uputstva) čime imenuje odgovornu osobu koja se brine o kontroli i održavanju. Ako radovi na održavanju zahtevaju ograničenja u saobraćaju, onda radovi treba da se izvode u dogovoru sa odgovarajućim službama koje regulišu saobraćaj.

Služba za održavanje vrši pregled dilatacije dva puta godišnje. Pri pregledu dilatacije obavlja se i pregled konstruktivnih elemenata objekta u koje je dilatacija ugrađena.

### 2.5.6.2.4 Popravka dilatacije

Pre popravke treba detaljno pregledati dilataciju. Ovo bi trebalo da se uradi u dva koraka:

- prvo, se ispituje stanje površine,
- a zatim se ispituje situacija u proširenu dilatacije. Za ovo je potrebna lista sastavnih komponenti dilatacije.

Provera stanja površine treba da obuhvati:

- ukupno stanje dilatacionih fuga, a posebno u slučaju više spojnih lamela modularnih dilatacija,
- zaptivne trake u fugama - otvorima,
- koroziju na čeličnim delovima (naročito u zatvorenom prostoru table),
- stanje zaptivača između dilatacije i površine puta,
- da li je ivica profila dilatacije kriva ili ne,
- visina dilatacije,
- sve zavrtnje za ankerisanje.

Pri proveru stanja u unutrašnjosti treba utvrditi:

- da li postoje i gde se nalaze mesta kroz koja prolazi voda,
- da li su svi delovi dilatacije na svojim pozicijama,
- da li su svi delovi dilatacije u dobrom stanju.
- da li pojedinačni elementi omogućavaju neophodna pomeranja,
- da li su sve komponente bez oštećenja,
- da li su čelični sanduci (za lamelne dilatacije) otporni na koroziju i podliveni betonom,
- kakva je čistoća.

Na osnovu analize stanja dilatacije, treba da se pripremi plan za popravku. Postoje male i velike popravke dilatacionih spojnica. Pri manjim popravkama vrši se zamena rezervnih delova, kao što su elastomerne opruge, gumeni prstenovi, plastični diskovi i slično. Zamenu ovih delova, iznad ili ispod dilatacije, vrši se posebnim alatom, a izvodi je samo proizvođač. Vek trajanja rezervnih delova prikazan je u tabeli 2.5.6.1 i 2.5.6.2.

Tabela 2.5.6.1: Vek trajanja sastavnih delova – definicija prema ETAG032

Kategorija		Traženi vek trajanja
A	Nezamenljivo	Jednako kao za sastav dilatacije
B	Zamenljivo, sa velikim poremećajem saobraćaja	Najmanje polovina veka trajanja dilatacije, ali ne manje od 10 godina
C	Zamenljivo, sa malim poremećajem saobraćaja	Ne manje od 10 godina

Tabela 2.5.6.2: Spisak sastavnih delova za lamelne dilatacije- vek trajanja prema ETAG032-8

Sastavni delovi	Zahtevani vek trajanja
Lamele između dilatacije	B
Rubni čelični profil	A
Poprečna greda	B
Pantograf (poprečna greda)	B
Poprečna kutija	A
Gumeni zaptivač-profil-traka	C
Fiksno ili klizno ležište sa PTFE	C
Prednapregnuti element	C
Elementi kontrolnog mehanizma	C
Ankerna petlja	A
Elementi protiv buke (pločice)	B

Primeri popravke:

Primer 1 - Popravka elastomerne gumene trake

Ako je zaptivna gumena elastomerna traka na određenim mestima probušena ili isečena, ne treba je odmah u celosti zameniti novom. Proizvođač može da ubaci deo na mestu oštećenja i vulkanizira celu traku.

Primer 2 - Popravka uzdužne čelične lamele

Popravka poprečno napukle uzdužne čelične lamele je slična kao popravka zaptivne trake, tj. vrši se delimičnom zamenom oštećenih delova. Najpre se vrši poprečno sečenje i uklanjanje napukloga deo lamele, zatim se ubacuje komad za zamenu i spoj poprečno zavari. Varove treba obrusiti i premazati bojom.

Primer 3 - Popravka poprečne (bočne) grede ispod lamela

Popravka napukle čelične grede je zahtevnija. Stari deo treba da se ukloni i zameni novim, zatim na gradilištu treba da se sastave i zavare dve polovine .

Primer 4 - Popravka poprečnih kutija

Moguća je i popravka napuklih čeličnih kutija. Obično ležišni diskovi ispadaju zbog nedostataka betona podlivenog ispod dna kutije. Popravka se deli u najmanje pet faza. Prvo, iz kutije moraju da se uklone svi ležajevi od čvrstog poliamida i elastomerne opruge. Zatim treba da se ukloni beton ispod kutije (što je moguće dublje, najmanje do polovine kutije). Sledi postavljanje novog dodatnog čeličnog lima za dno kutije (sa ankerima), koji se vari na postojeće delove dna. Konačno, postavlja se oplata i vrši betoniranje otvora ispod kutije.

Nakon očvršćavanja betona se ugradi ponovno opruge i ležajeve za bočne grede.

#### 2.5.6.2.5 Zamena dilatacije

Zamena dilatacije obavlja se postupkom koji je identičan sa opisanim postupku za ugrađivanje nove dilatacije, odnosno na osnovu tehničke dokumentacije za izvođenje. Prilikom zamene treba uzeti u obzir specifičnosti opisanog postupka. Posebnu pažnju treba posvetiti postupku odstranjivanja dilatacije koji može destruktivno da deluje na konstrukciju. Preporučuje se odstranjivanje betona sa

robotom i vodom pod visokim pritiskom (više od 2000 bara).

Zamena dilatacije se često obavlja bez prekida saobraćaja što zahteva fazno izvođenje. U ovakvim slučajevima dilatacija ima montažne spojeve.

#### 2.5.6.2.6 Sertifikacija i kontrola dilatacija

Prijem i provera dilatacija se obavlja:

- u skladu sa ETA tehničkom saglasnošću, u skladu sa ETAG032, 1-8, za određeni tip dilatacije,
- ili u prethodnom razdoblju prema nacionalnom sistemu koji je naveden u ugovoru (npr. prema austrijskom tehničkoj saglasnosti u skladu sa RVS 15.04.51 ili prema nemačkom tehničkoj saglasnosti u skladu sa TL/TP FÜ, ZTV-BEL-FÜ ili prema francuskoj tehničkoj saglasnosti N° F AT J0 i slično).

##### 2.5.6.2.6.1 Sertifikacija prema ETA tehničkoj saglasnosti

Ulazni materijali moraju da budu u skladu sa zahtevima za kontrolu kvalitete prema standardu "SRPS EN 10204 - Metalni proizvodi – Tipovi sertifikata kontrole"

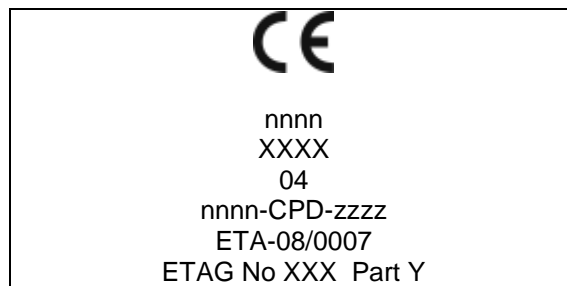
Detalji o unutrašnjoj kontroli proizvođača za lamelne dilatacije dati su u tabelama 2.5.6.3 i 2.5.6.5.

#### Dokumentacija

Ovlašćena institucija (iz zemlje proizvođača) daje informaciju o početku pregleda proizvoda i proizvodnje u pogonu radi izdavanja ETA saglasnosti. O rezultatima se prethodno konsultuje sa proizvođačem. Informacije su javne i poverljivog karaktera (deponovane kod ovlašćene institucije). Dokumentaciju predstavljaju i određeni radionički crteži, spisak specifikacija, planovi kontrole kvalitete.

#### CE oznaka i prateći dokumenat

Informaciju o izvršenoj kontroli daje CE oznaka na etiketi – slika 2.5.6.8 (broj sertifikata, broj ovlašćene institucije, godina početnog ispitivanja, broj ETA, broj ETAG). Dokumentaciju predstavlja i prateći list sa datumom proizvodnje i brojem serije proizvoda. U dokumentaciji nema napomena o značajnim osobinama proizvoda.



Slika 2.5.6.8: Oznaka CE za dilatacije prema ETAG032-1

##### 2.5.6.2.6.2 Sertifikovanje u skladu sa nacionalnom tehničkom saglasnošću

Potvrđivanje usklađenosti sa nacionalnom tehničkom saglasnošću vodi se na sličan način kao i za evropsku tehničku saglasnost. Bazira se na kontroli nezavisnog sertifikacijskog organa - instituta (treća strana) koji izdaje tehničku saglasnost proizvođaču. Međusobni odnosi proizvođača i nezavisnog instituta su uređeni pisanim dogovorom (Contract of surveillance). Na primer, u Nemačkoj se u skladu sa standardom DIN 18200 kontrola nezavisnog instituta vrši bar dva puta godišnje, a obuhvata slučajne provere. Sertifikacioni organ izdaje izveštaj o kontroli.

U Nemačkoj BAST redovno vodi evidenciju valjanih tehničkih dozvola, koje su dostupne preko Interneta na adresi: <http://www.bast.de/>.

U Austriji je slično. BMVIT vodi evidenciju izdatih tehničkih saglasnosti: <http://www.bmvit.gv.at/verkehr/strasse/technik/bautechnik/uebergangskonstruktionen/index.html>

U Francuskoj je merodavna SETRA. Lista tehničkih saglasnosti za dilatacije se nalazi na adresi: <http://www.setra.developpement-durable.gouv.fr/Avis-techniques-en-cours-de.html>.

Konačnu procenu usklađenosti ugrađene dilatacije na gradilištu može da izvrši treća strana – Institut.

Izdavanje Sertifikata o usklađenosti može da vrši samo pravno lice koje je akreditovano za obavljanje poslova sertifikacije prema standardu SRPS EN 45011 kod Akreditacionog tela Srbije.

Tabela 2.5.6.3: Zahtevan minimalni obim izdavanja uputstva proizvođača dilatacije prema ETAG032-1

**Predloženi format uputstva za ugradnju:**

Uputstva za ugradnju treba da imaju format prikazan na sledećoj listi, ako je to moguće, i treba da sadrže kratko i nedvosmisleno sve informacije potrebne za ugradnju. Informacije i karakteristične vrednosti koje ne zahtevaju osnovna ispitivanja treba da budu naznačeni.

Uputstva za ugradnju treba da sadrže naslovnu stranu sa sledećim informacijama :

\* Naslov: uputstva za ugradnju (tačan naziv / ime sistema dilatacione spojnice )

\* Uputstva za instalaciju

**Sadržaj****1. Podaci****1.1 Opis sistema****1.3 Područje primene**

- Ograničenja korišćenja (npr. maksimalni nagib , vremenskih uslovi itd)

**2. Komponente ( tabelarni spisak u svim slučajevima)****2.1 Forma u kojoj se isporučuje**

- Materijal hemijski tip

- u boji

- Veličina paketa

- Zahtevi za skladištenje

**2.2 Obeležavanje u skladu sa propisom o opasnim supstancama**

Sa uputstvima za odlaganje tečnog i tvrdog otpada preostale količine, uključujući ostatak čvrstog (opasnog) materijala (kodove otpada kao što je dato u Prilogu C otpada TA

**2.3 Sastav mešavine punjenja za utor dilatacije**

- Vezivni materijali

- Količina vezivnog materijala

- Raspodele veličina čestica agregata

- Tip i izvor agregata

- Ostali materijalne komponente po vrsti i količini

- Posebne karakteristike (ako je primenjivo)

**2.4 Ostale sastavne komponente dilatacije**

- Vrsta ploče

- Debljina ploča u funkciji širine otvora dilatacije

- Širina trake

- Tip fiksiranja

- Tip zaptivača

- Razno

**2.5 Materijali koji se koriste za presvlačenje površina**

- Materijal za veziva ( ako se koristi )

- Rasuti materijal, čestice, distribucija

- Razno

**Ugradnja****3.1 Opšte**

- Mere zaštite na radu. Ovo je potrebno prema evropskim propisima.

**3.2 Opis operacije****3.2.1 Izvođenje dilatacionog utora**

- U postojećem kolovozu

- U slučaju nove gradnje ili obnove kolovoza

- Povezivanje sa hidroizolacionim slojem

**3.2.2 Priprema područja potpore i/ili potpornog zida ispod otvora dilatacije**

- Proces pripreme (uputstva za granulaciju materijala za peskiranje, ako je to potrebno)

- Čišćenje, sušenje i predgrevanje otvora dilatacije

- Čišćenje okoline posle pripreme površine

**3.2.3 Prethodna priprema betonskog kolovoza zaptivanjem, popravkom ili****vodonepropusnost**

- Opis prethodnih radova za pripremu

- Kompatibilnost radova sa tehničkim uputstvima

- Opis primene i mešanje komponenti
- Obrada zahteva (minimum i maksimum temperature za materijale i potpore, maksimalna vlažnost, temperatura rose, količina vlage na potpori)
- Minimalni i maksimalni period čekanja pre ponovnog premazivanja u funkciji opsega temperature (10 °, 20 °, 30 ° C)

### **3.2.4 Zaptivanje konstrukcionog spoja**

- Zaptivni materijali
- Procedura za zaptivanje otvora
- Opis
- Polaganje ploča
- Fiksiranje ploče
- Razno

### **3.2.5 Ulivanje mase u otvor**

- Proces rada
- Željene debljine slojeva / primenjene količine
- Temperatura materijala (Rmin / Tmak)
- Temperatura potpora (Tmin / Tmak)
- Periodi čekanja pre punjenja otvora masom
- Specijalne napomene za betonski zid ispod otvora dilatacije
- Razno

### **3.2.6 Punjenje otvora dilatacije**

- Vremenski uslovi
- Proces ugradnje za individualne kolovozne trake /slojevi
- Sastav / mešanje proporcije
- Mešanje (tip i trajanje)
- Prethodno zagrevanje kamenog tucanika (tip i trajanje)
- Temperatura veziva materijala (temperature za pripremu i ugradnju)
- Vreme zadržavanja za vezivni materijal i bojler
- Temperatura kamenog tucanika (temperature pripreme i ugradnje)
- Opseg temperature potpora (Tmin / Tmak)
- Nabijanja
- Minimalni i maksimalni period čekanja pre ugrađivanja sledećih slojeva i završne obrade
- Željene debljine slojeva / primenjene količine po kvadratnom metru
- Proizvodnja odseka dilatacije za dan
- Razno

### **3.2.7 Presvlačenje površina**

- Uslovi vremena za rad sa rasutim materijalom
- Primena površinskih presvlačenja
- Količina površine presvlačenja
- Sabijanje površine presvlačenja
- Period čekanja pre puštanja saobraćaja
- Razno

### **Dodatak**

- Dodatne informacije za bezbednost / zaštitu na radu
- Dijagrami
- Razno
- Opis radova treba da bude takav da obuhvati dubinu otvora dilatacije, vremenske uslove, širinu otvora, stanje krova i asfalta.

Tabela 2.5.6.4: Uzorak zapisnika za dilataciju

Objekat (dionica puta, oznaka, položaj):			
Naručilac (investitor):			
Primalac:			
Ime proizvođača dilatacije, broj narudžbenice:			
Broj tehničkog odobrenja dilatacije, izdato od:			
Važnost odobrenja:			
Izvođač radova, odgovorni vođa građenja:			
Broj projekta za izvođenje i ugrađivanje dilatacije:			
Nadzorni organ, odgovorni nadzorni inženjer:			
Br.	Faza	O p i s	Upis
1	osnovni podaci o dilataciji	mesto ugrađivanja (br. potpore, os)	
2		tip dilatacije	
3		kapacitet pomeranja vertikalno na osu dilatacije	
4		pomeranja za 1 °C	
5	doprema dilatacije na gradilište	datum preuzimanja od proizvođača	
6		datum dostave na gradilište	
7		oznaka na dilataciji	
8		dilatacija dopremljena u ispravnom stanju (da/ne)	
9		Ispravnost svih čeličnih elemenata i blokade	
10		stanje antikorozivne zaštite čeličnih delova	
11		ispravnost gumenog zaptivača-trake	
12		dilatacija pravilno odložena, poduprta, zaštićena	
13	pre ugrađivanja	ispravnost dimenzija utora, niše za ugrađivanje	
14		čistoća i priprema kontaktnih površina	
15		pravilnost armature za ankerisanje	
16		pravilnost bušotina za zavrtnje za ankerisanje	
17		broj tehnološkoga projekta za ugrađivanje	
18		broj geodetskog elaborata o merenju geometrije	
19	u toku ugrađivanja	datum / sat	
20		temperatura rasponske konstrukcije u ° C	
21		širina otvora dilatacije	
22		pravilnost geometrije pričvršćivanja	
23		pravilnost otpornosti pričvršćivanja	
24		blokada dilatacije odstranjena	
25		antikorozivna zaštita, zaptivač, čistoća pre zalivanja	
26		oznaka i broj uzoraka ugrađenog materijala	
27	upotreba	datum / sat	
28		temperatura rasponske konstrukcije u ° C	
29		širina otvora dilatacije	
30		antikorozivna zaštita, zaptivač, krovni limovi	

Izvođač:

Proizvođač dilatacije:

Nadzor:

Kraj:

Datum:



Tabela 2.5.6.5: Postupak i ocena usklađenosti (primer za lamelnu dilataciju-ETAG032-8)

Postupak	Tema	Standard/specifikacija	Zahtevi	Frekvencija nadzora
Merenja i vizuelni postupak	Glavne dimenzije dilatacije (delova) sa mogućim podizanjem u vezi sa poprečnim presekom konstrukcije (uključen ivičnjak, hodnik, izlivenici,..).	-		
	Uređenje širine otvora	-	Videti radioničke nacрте.	Po čitavom preseku, na 3 m dužine
	Kontrolni mehanizam		Videti radioničke nacрте.	100 %
	Poprečne grede, lamele, ivični profili – pregled dimenzija		Videti radioničke nacрте.	100 %
	Poprečne grede-nameštanje		Videti radioničke nacрте.	100 %
	Stanje prednapregnutih elemenata		Videti radioničke nacрте.	10 %
	Moment zatezanja zavrtnja		Videti radioničke nacрте.	10 %
	Ravnost		Videti radioničke nacрте.	
Merenja i vizuelni postupak	Antikorozivna zaštita Svojstva površine (grubost, čistoća) Tačka rose, vreme sušenja boje, debljina pojedinog sloja ili celog premaza	Specifikacija proizvođača, u skladu sa EN 12944	Debljina suvog filma, prema radioničkom nacрту	Prema programu, prema EN 12944-7, na svaka 2 m po poprečnom preseku; za male površine – 20 % proveriti

Merenja i vizuelni postupak	Dominantno dinamički opterećeni varovi, opis postupka rada, kontrola dimenzija, greške	EN ISO 3834, potvrđen postupak zavarivanja	EN ISO 3834-2 Videti radioničke nacрте.	-
	Dominantno statički opterećeni varovi, kontrola dimenzija			
	Neopterećeni varovi, kontrola dimenzija	-	Videti radioničke nacрте.	-
	Tema	Standard/specifikacija	Zahtevi	Frekvencija nadzora
	Veza sinusnih pločica sa lamelama Veza varenjem Veza zavrtanjima	Videti dinamički opterećene varove. Videti zahteve proizvođača.	Videti dinamički opterećene varove. Videti zahteve proizvođača.	Videti dinamični opterećene varove 100 %
Vizuelni pregled	Gumeni zaptivač ugradnja i stezanje povrede	-	Videti radioničke nacрте/specifikaciju	-
	Sekundarni varovi greške	-		-
	Priprema korena vara na lameli	-		
	Oznake, uključujući CE	-		-
	Etiketa tablica (nalog br., objekat, osa, masa, podešavanje)	-		-
	Klizni elementi, stanje (grubost, čistoća, mast)	-		-
	Ležišta, podešavanje, stezanje, kontrolni mehanizam	-		-

## 2.5.7 KONSTRUKCIJE

### 2.5.7.1 Montažni betonski elementi

#### 2.5.7.1.1 Uvodni deo

Industrijalizacija građenja, a kao njen deo i montaža prefabrikovanih elemenata pogotovo za gradnju rasponskih konstrukcija i krova mostova, postiže se najpre projektovanjem odgovarajućih tehničkih rešenja, a zatim primenom i ovladavanjem savremenom tehnologijom, dobrom pripremom, planiranjem i organizacijom procesa montaže.

Savremena tehnička rešenja konstrukcija montažnih mostova mora da prati odgovarajuća tehnologija i organizacija rada. Prilikom projekovanja i gradnje montažne konstrukcije treba definisati procese izrade elemenata i montaže, koji će svojim tokom obezbediti zahtevane rezultate u vezi sa rokom, troškovima i kvalitetom.

#### 2.5.7.1.1.1 Opis

Tehnički uslovi za montažne elemente su deo specifikacija za gradnju i odnosi se na relevantne specifikacije u vezi sa standardom za beton i projektovanje betonskih konstrukcija.

Procena usklađenosti u ovim tehničkim uslovima odnosi se na finalne montažne elemente koji su dostupni na tržištu i obuhvata opremu, materijale, proces proizvodnje i izgled gotovih proizvoda.

#### 2.5.7.1.1.2 Referentni normativi

Predmetni tehnički uslovi uključuju EN standarde. Za upotrebu je uvek merodavno najnovije izdanje.

- SRPS EN 13369 - Opšta pravila za prefabrikovane betonske proizvode
- SRPS EN 13225 - Prefabrikovani betonski proizvodi - Linearni konstrukcioni elementi
- SRPS EN 206-1 - Beton - Deo 1: Specifikacija, performanse, proizvodnja i usaglašenost
- SRPS ENV 13670-1 - Izvođenje betonskih konstrukcija - Deo 1: Opšte

#### 2.5.7.1.1.3 Terminologija

**Prefabrikovani montažni betonski element** (precast concrete element) je element od betona izgrađen u skladu sa standardima za prefabrikovane betonske elemente ili

određenim standardom za proizvode. Proizvod je rezultat industrijskog procesa koji podleže sistemu kontrole fabričke proizvodnje i ima mogućnost sortiranja pre isporuke.

**Finalni (gotov) proizvod** (finished concrete product) je prefabrikovani montažni betonski proizvod, dostupan na tržištu ili dopremljen na gradilište.

**Konstrukcioni prefabrikovani proizvod** (structural precast product) je prefabrikovani betonski proizvod koji je prema funkciji i mehaničkoj otpornosti i/ili stabilnosti građevinskih radova odgovara objektu u kome je instaliran.

**Lagani nekonstrukcijski elemenat** (light-weight non-structural element) je prefabrikovani betonski proizvod za koji ne postoje zakonski uslovi za mehaničku otpornost na mestu ugradnje.

#### 2.5.7.1.1.4 Korišćene skraćenice

**SRDM** - priručnik za projektovanje puteva u Republici Srbiji

#### 2.5.7.1.2 Zahtevi

##### 2.5.7.1.2.1 Zahtevi za materijale

Treba koristiti samo materijale čija je namena potvrđena za upotrebu.

Utvrđivanje pogodnosti određenog materijala može se izvrši na osnovu evropskog standarda koji se odnosi na korišćenje materijala u betonu ili u betonskim proizvodima, a u odsustvu evropskih standarda mogu pod istim uslovima da se upotrebe i ISO standardi.

Zahtevi za osnovne materijale za beton

Primenjuje se standard SRPS EN 206-1, i odredbe aneksa i/ili nacionalnog dodatka uz SRPS EN 206-1.

Reciklirani drobljen agregat za beton

Reciklirani drobljen agregat za beton, koji se dodaje i meša sa drugim agregatima, ne sme negativno da utiče na vezivanje i očvršćavanje betona, a takođe ne sme da bude štetan po trajnost betonskih proizvoda na kraju njihove upotrebe.

Čelik za armiranje

Čelik za armiranje mora da ispunjava uslove standarda EN 1992-1-1 (Evrokod 2).

Čelik za prednaprezanje

Čelik za prednaprezanje mora da ispunjava uslove standarda EN 1992-1-1 (Evrokod 2).

Uključeni mašinski delovi i spojevi

Uključeni mašinski delovi i spojevi moraju da:

- imaju otpornost na projektovane sile,
- imaju neophodnu duktilnost,
- održe ove osobine tokom čitavog veka trajanja betonskog proizvoda.

#### 2.5.7.1.2.2 Zahtevi za proizvodnju

Zahtevi za proizvodnju betona

Sastav betona, vrsta cementa i agregata, upotreba dodataka i aditiva, kao i sadržaj hlorida, vazduha i temperatura betona moraju da budu u skladu sa standardom SRPS EN 206-1.

Za specifikaciju betona treba primenjivati standard SRPS EN 206-1.

Treba uzeti u obzir i dodatne odredbe koje su date u nacionalnom dodatku SRPS EN 206-1.

Ugrađivanje i zbijanje betona

Prilikom ugrađivanja beton treba da se zbija tako da količina zahvaćenog ili preostalog vazduha ne bude značajna i da se izbegne segregacija. Takođe treba paziti da armatura u elementu bude pravilno ugrađena.

Nega i zaštita (zaštita od isušivanja)

Tokom sušenja i očvršćavanja beton mora da bude zaštićen tako da bude izbegnut gubitak čvrstoće usled pucanja izazvanog temperaturom i skupljanjem. Sve površine novoizlivenog betona moraju da budu zaštićene najmanje jednim od metoda koji su navedeni u tabeli 2 u standardu SRPS EN 13369. Ako to ne može da se učini, onda treba dodatnim ispitivanjima na finalnim proizvodima ili na drugi način dokazati da kod proizvoda nije došlo do gubitka čvrstoće ili pojave pucanja površine bez upotrebe zaštite.

Zaštita se održava do uspostavljanja standardne čvrstoće na kraju nege, što je izraženo ili stepenom očvršćavanja ili numeričkim vrednostima navedenim u tabeli

1 standarda SRPS EN 13369. Za elemente mostova čiji je projektovani životni vek duži od 50 godina ili za specifične lokalne klimatske zone mogu da važe druge vrednosti i uslovi dati u projektnoj dokumentaciji.

Zahtevi za očvršli beton

Klase čvrstoće

Klasa čvrstoće na pritisak betona se određuje na osnovu ispunjenosti sledećih uslova:

- mehanička otpornost proizvoda je potvrđena i dokazana početnim tipskim ispitivanjem i redovnim ispitivanjem ovog svojstva tokom kontrole fabričke proizvodnje za gotov proizvod,
- klasa čvrstoće nije relevantan parametar koji pokazuje trajnost gotovog proizvoda.

#### 2.5.7.1.2.3 Zahtevi za finalne proizvode

Geometrijske karakteristike i tolerancije

Nominalne vrednosti geometrijskih osobina gotovog proizvoda su date u tehničkoj dokumentaciji.

Geometrijske karakteristike konstrukcionih betonskih proizvoda moraju da budu u skladu sa zahtevanim minimalnim nominalnim dimenzijama.

Geometrijske tolerancije za linearne nosače i stubove date su u standardu SRPS EN 13225. Na primer, za „T“ nosač rasponske konstrukcije mosta videti sliku 2.5.7.1.1 i tabelu 2.5.7.1.1.

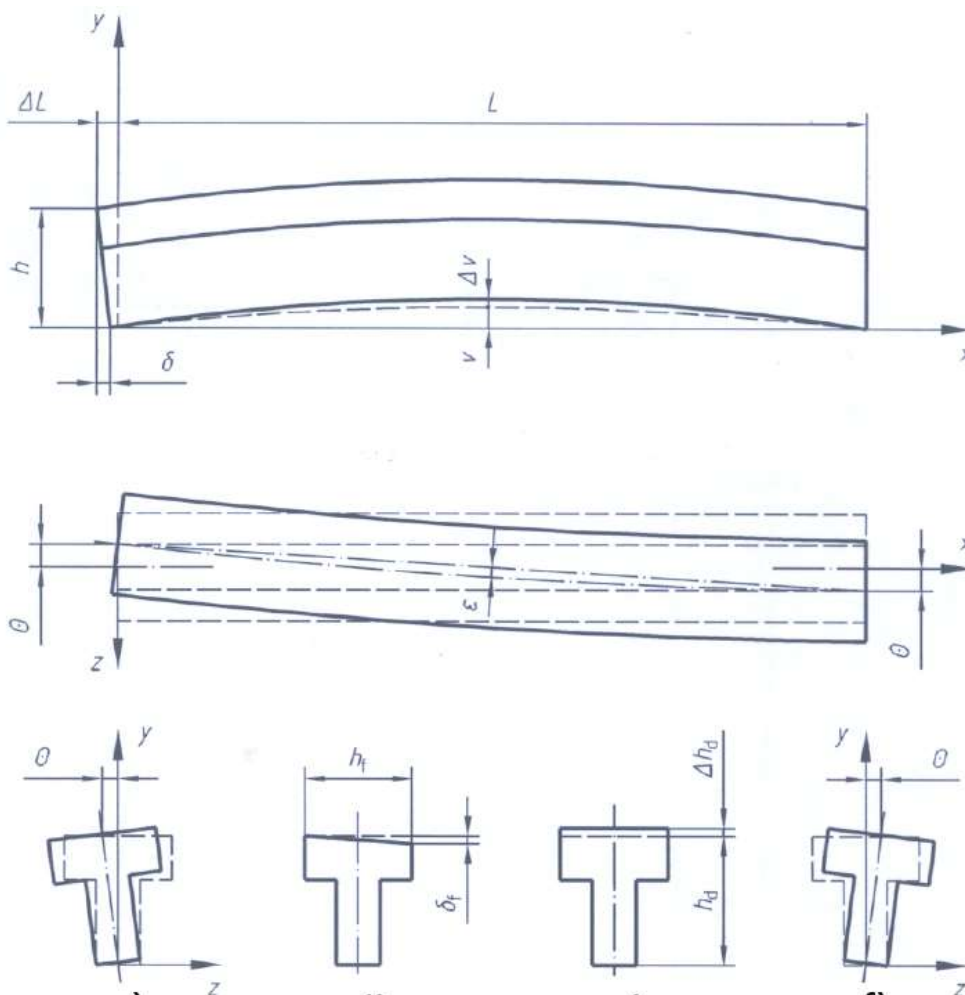
Karakteristike površine

Rupice izazvane zahvaćenim vazduhom uz oplatu su udubljena čija je dubina manja od 3 mm i najveće dimenzije u ravni površine između 5 i 15 mm. Ako je maksimalna vrednost veća od 15 mm ili je dubina veća od 3 mm treba smatrati da u pitanju otvor. Mrlje čija je veličina manja od 3 mm trebalo bi zanemariti.

Broj rupica izazvanih vazduhom je broj pora koji može da se izbroji na površini od 1 m<sup>2</sup>. Maksimalan broj rupica izazvanih vazduhom se definiše kao srednja vrednost tri brojanja rupica izazvanih vazduhom - broj se računa ramom 1 x 1 m. Ako je jedna dimenzija elementa manja od 1 m, onda jedna stranica rama treba da bude najveća dužina u jednom smeru, a druga tolika da proizvod daje površinu od 1 m<sup>2</sup>. Ram treba da bude

postavljen tako da se najbolje oceni maksimalan broj rupica izazvanih vazduhom. Treba izabrati područja koja se ne preklapaju.

U vezi sa specifikacijom karakteristika površine gotovog proizvoda treba pomenuti i standard SRPS EN 13369, Prilog J, u kome su date preporučene vrednosti. Takođe, treba videti i zahteve u SRDM, poglavlje 9.12.8.



Slika 2.5.7.1.1: Tolerancije za nosače

Tabela 2.5.7.1.1: Vrednosti tolerancija za nosače

Merenje	Dozvoljeno odstupanje	Vrednosti
ugao „Θ“ od vertikalne ravni srednje ploče	+ - Θ	L/700
nadvišenje „v“ u vertikalnoj ravni	+ - Δ v	L/700

Mehanička otpornost

Za sve relevantne osobine nosećeg betonskog proizvoda se smatra da u граничном stanju zadovoljavaju nosivost i upotrebljivost.

Mehanička otpornost treba da bude proverena računskim metodom u kombinaciji sa ispitivanjem ili samo pomoću ispitivanja.

Otpornost na požar

Otpornost na požar mora da zadovoljena ukoliko postoje zakonski zahtevi za ove karakteristike na mestu korišćenja proizvoda.

#### Trajnost

Osnovni materijali za beton moraju da budu izabrani tako da očvršli beton tokom projektovanog životnog veka bude dovoljno otporan na različite mehanizme propadanja:

- otpornost na karbonizaciju (XC oznaka prema standardu SRPS EN 206-1),
- otpornost na hloride (XD, XS),
- otpornost na smrzavanja i otapanje (XF),
- otpornost na hemijske uticaje (XA).

Otpornost čelika na koroziju se postiže poštovanjem principa standarda EN 1992-1-1 (Evrokod 2). Rezultat ovih principa su dovoljni zaštitni slojevi betona za betonske proizvode u različitim klasama eksploatacije i upotrebe sa očekivanim trajanjem od 50 godina. Za betonske proizvode projektovane za kraći životni vek (30 godina) predložene vrednosti su date posebno. Ostale vrednosti koje moraju da važe na mestu korišćenja određuju se na nacionalnom nivou - dodatak standardu za izvođenje radova.

#### Ostali zahtevi

Betonski proizvod mora da bude projektovan i proizveden tako da se njime može bezbedno rukovati, bez štetnog dejstva na samom proizvodu. Ograničenja u vezi sa rukovanjem i skladištenjem tokom transporta i na licu mesta data su od strane proizvođača.

Proizvođač vrši i kontrolu sopstvene težine elemenata i navodi je ako projektant radova nije i proizvođač.

#### 2.5.7.1.3 Metode ispitivanja

##### 2.5.7.1.3.1 Ispitivanja na betonu

Čvrstoća betona mora da bude ispitana na uzorcima iz kalupa ili na jezgrima ili kockama izvađenim iz finalnog proizvoda u skladu sa relevantnim specifikacijama koje su navedene u standardima SRPS EN 12390-Deo: 1-3 i SRPS EN 12504-1.

U vezi sa ostalim ispitivanjima videti standard SRPS EN 13369.

##### 2.5.7.1.3.2 Merenja dimenzija i karakteristika površine

Metodi za merenje dimenzija za različite vrste elemenata i karakteristike površine dati su u SRPS EN 13369, Prilog J.

#### 2.5.7.1.4 Kontrola usklađenosti

Usklađenost betonskog proizvoda sa relevantnim zahtevima standarda i sa određenim ili proglašenim vrednostima (nivoi ili klase) za svojstva proizvoda mora da bude potvrđena:

- početnim ispitivanjem, a kada je to potrebno i statičkim proračunom,
- kontrolom proizvodnje, uključujući i pregled proizvoda.

##### 2.5.7.1.4.1 Ocena usklađenosti

Usklađenost može da oceni treća strana-Institut čiji zadaci zavise od specifičnog tipa proizvoda.

Sertifikaciju unutrašnje kontrole proizvodnje, Sertifikaciju proizvoda i izdavanje Sertifikata o usklađenosti može da vrši samo pravno lice koje je akreditovano za obavljanje poslova sertifikacije prema standardu SRPS EN 45011 kod Akreditacionog tela Srbije

U ovom slučaju to obuhvata sledeće zadatke:

- početni pregled fabrike i kontrole fabričke proizvodnje,
- nastavak nadzora, ocenjivanje i odobravanje unutrašnje kontrole proizvodnje (zajedno sa nadzorom merenja i ispitivanja materijala, proizvodnog procesa i gotovih proizvoda),
- nadzor, procena i odobrenje početnog tipskog opita proizvoda,
- dodatna ispitivanja na uzorcima koji su uzeti u fabrici ili eventualno na gradilištu.

Usklađenost betonskog proizvoda sa relevantnim zahtevima standarda može da se oceni i na mestu prijema elemenata (prihvatno ocenjivanje).

Ako je usklađenost ocenjena, prihvatno ocenjivanje nije potrebno.

##### 2.5.7.1.4.2 Početni tipski opit

Svrha početnog tipskog opita je da pokaže da li finalni proizvod, osobina proizvoda ili relevantni proizvodni proces ispunjava uslove i zahteve.

Početni tipski opit ili sledeća ispitivanja sastoje se od podvrgavanja reprezentativnih uzoraka finalnog proizvoda i/ili uzoraka

relevantnim ispitivanjima i/ili statičkim proračunima radi dokazivanja svojstava elemenata ili aspekata proizvodnog procesa..

U pisanom obliku moraju da se evidentiraju svi podaci koji omogućavaju da se identifikuje proizvod ili linija proizvoda podvrgnuta početnom tipskom opitu, svi podaci koji čine relevantne parametre praćenja, kao i rezultati tipskog testiranja.

#### 2.5.7.1.4.3 Unutrašnja kontrola proizvodnje

Proizvođač mora da ima potvrđen sistem kvaliteta prema SRPS EN ISO 9001, uključujući i zahteve standarda SRPS EN 13369 za montažne elemente.

Zadaci, odgovornosti i ovlašćenja zaposlenih u unutrašnji kontroli proizvodnje moraju da budu dokumentovani, održavani i upotrebljavani.

Proizvođač je dužan da uspostavi, dokumentuje, primeni i održava unutrašnju kontrolu proizvodnje i da obezbedi da proizvodi plasirani na tržište ili gradilište zadovoljavaju zahteve standarda i budu u skladu sa na pomenutim vrednostima i zahtevima tehničke dokumentacije.

Proizvođač treba da identifikuje relevantne karakteristike postrojenja i/ili proizvodnog procesa. Takođe, proizvođač definiše kriterijume, plan i proizvodne procese koji direktno utiču na usaglašenost proizvoda.

Vrše se provera i ispitivanja opreme, sirovina, ostalih ulaznih materijala, procesa proizvodnje i gotovih elemenata ili proizvoda. Predmet, kriterijumi, metod i frekvencija pregleda i ispitivanja utvrđuju se šemama pregleda. Učestalost provere i pregleda, kao i metodi koji nisu navedeni u standardu, definišu se tako da se obezbedi stalna usaglašenost proizvoda.

Plan uzimanja uzoraka i plan ispitivanja za gotove proizvode mora da bude pripremljen i upotrebljen za sve osobine koje se kontrolišu (uključujući i oznaku - etiketu).

#### 2.5.7.1.5 Obeležavanje etiketom

Svaka proizvedena jedinica mora da bude označena tako da obezbedi:

- identifikaciju proizvođača,
- identifikaciju mesta proizvodnje,
- broj standarda;
- identifikaciju koda jedinice, kada je to neophodno (npr. pridžavati se

deklarisanoj svojstava jedinice i ostalih relevantnih podataka o proizvodima prema tehničkoj dokumentaciji ili podataka o procesu proizvodnje),

- datum izrade,
- sopstvena težina jedinice, kada je to potrebno,
- ostale informacije za ugradnju (npr. lokacija i orijentacija ), kada je potrebno.

Pored navedenih podataka, obeležavanje etiketom ili prateća dokumentacija obezbeđuje sledeće prateće informacije:

- identitet proizvoda (opis prema standardnom i/ili trgovačkom imenu),
- tehničku dokumentaciju, kada je to moguće.

#### 2.5.7.1.6 Tehnička dokumentacija

##### 2.5.7.1.6.1 Dokumentacija prilikom isporuke proizvoda

U trenutku isporuke mora da bude dostupna proizvodna tehnička dokumentacija, koja odgovara izabranom metodu deklaracije i:

- obezbeđuje praćenje projektovanih pretpostavki, metoda, rezultata i detalja konstrukcije ili elemenata, uključujući i podatke o dimenzijama, tolerancijama, rasporedu armature, betonskom zaštitnom sloju i slično.
- obezbeđuje nacionalne odredbe na mestu korišćenja,
- daje uputstva o bezbednom transportu, rukovanju i skladištenju,
- daje specifikacije za podizanje elemenata i
- dodatne informacije za oznake elemenata.

##### 2.5.7.1.6.2 Projekat tehnologije i organizacije montaže

Građevinska proizvodnja se pretežno obavlja na gradilištu bez obzira na primenjeni način gradnje. Iako montažni elementi mogu da se izrađuju u fabrici i dovoze na gradilište, konačno formiranje objekta odvija se pri uslovima na gradilištu. Gradilišta se međusobno razlikuju po vrsti objekta i projektnom rešenju, kao i po specifičnim uslovima lokacije.

Za izradu projekta tehnologije, organizacije i montaže najpre treba obezbediti brojne podatke i informacije:

- tehnička dokumentacija za građevinski objekat (mostovi),
- licitaciona i ugovorna dokumentacija gradilišta,

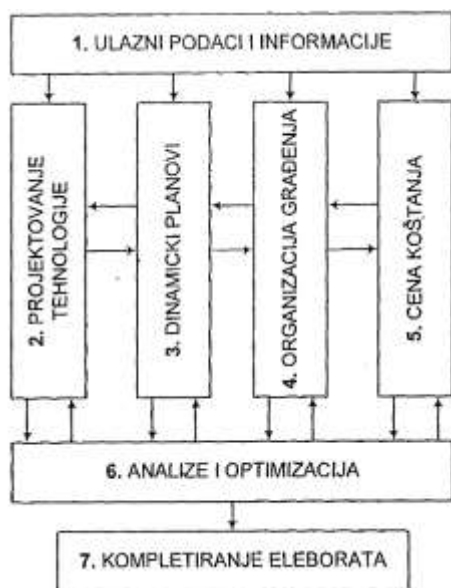
- terenski uslovi gradilišta,
- izvoriste i cena materijala,
- rešenje spoljašnjeg transporta.

Na osnovu definisane tehničke dokumentacije paralelno sa izradom projekta objekta izrađuje se i projekat tehnologije i dinamike građenja za montažne elemente i konstrukciju (češće rasponska konstrukcija mosta).

Projektovanje tehnologije građenja obuhvata niz faza među kojima su najvažnije :

- izbor metoda rada,
- definisanje i opisi radnih procesa,
- potrebni kapaciteti procesa,
- izbor mehanizacije, i
- statički i dinamički planovi materijala, radne snage i mehanizacije.

Struktura projekta organizacije građenja je prikazana na slici 2:5.7.1.2.



Slika 2.5.7.1.2 – Struktura projekta tehnologije, organizacije i montaže

#### 2.5.7.1.7 Izvođenje radova i upravljanje građenjem

##### 2.5.7.1.7.1 Upravljanje montažom i građenjem objekta

Upravljanje montažom – građenjem na gradilištu sastoji se od prikupljanja podataka o procesu rada i akcija - dejstava koja vrše nakon obrade i analize tih podataka.

Tokom procesa izrade montažnih konstrukcija treba obratiti pažnju na sledeće faze procesa:

- plan i kontrola roka izrade montažnih elemenata sa upravljanjem zalihama potrebnih materijala,
- kontrola kvaliteta elemenata,
- plan i kontrola transporta elemenata na gradilište,
- kontrola ispravnosti dizalica i pomoćnih sredstava,
- upravljanje procesom montaže elemenata,
- plan i kontrola roka montaže i građenja,
- plan i kontrola troškova montaže i građenja.

##### 2.5.7.1.7.2 Izbor metoda montaže elemenata za betonske konstrukcije mostova

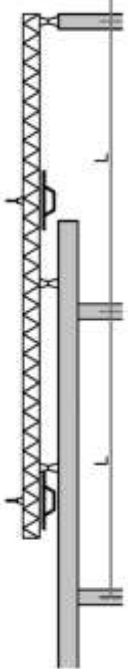
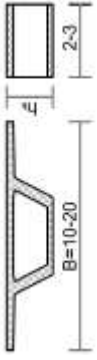
Da bi se izabrale mogući metodi montaže elemenata za betonske konstrukcije mostova treba znati karakteristike konstrukcije objekta, kao i sva ograničenja i uslove pod kojim se takav most izvodi.

Uniformno postavljanje razrade tehnoloških postupaka za sve elemente je vrlo teško, zbog raznolikosti i specifičnosti pojedinih elemenata koji nastaju pri konstruisanju, kao i mogućnosti pojave novih elemenata. Stoga treba pri razradi tehnoloških postupaka montaže elemenata poštovati osnovne principe, pa zatim detaljno razraditi tehnološki postupak montaže za svaki konkretan element posmatrane konstrukcije. U tabeli 2.5.7.1.2 prikazana su dva slučaja tehnologije montaže rasponske konstrukcije od montažnih elemenata – „T“ nosača i nosača sandučastoga preseka .

Detaljnije informacije o samoj tehnologiji građenja montažnim elementima za rasponske konstrukcije treba potražiti u SRDM, poglavlje 9.11.



Tabela 2.5.7.1.2: Primeri tehnologije gradnje montažne rasponske konstrukcije mostova

Savremene tehnologije gradnje rasponskih konstr. objekata grednih i okvirnih sistema	PODUŽNA SHEMA OBJEKTA	SHEMA POPREČNOG PRESEKA	Raspon l (m)
			Tehnologije za montažno – monolitnu (spregnuto) gradnju rasponske konstrukcije za objekte
Tehnologije za montažnu gradnju rasponskih konstrukcija			30 – 120 500

## 2.5.7.2 Spregnute konstrukcije

### 2.5.7.2.1 Uvodni deo

#### 2.5.7.2.1.1 Opis

Ovim tehničkim uslovima propisuju se zahtevi za spregnute konstrukcije od čelika i betona (u daljnjem tekstu: spregnuta konstrukcija), slika 2.5.7.2.1, a pre svega zahtevi za izvođenje, upotrebljivost, investiciono održavanje, kao i drugi zahtevi za spregnute konstrukcije i građevinske proizvode namenjene za ugradnju u spregnutu konstrukciju.

#### 2.5.7.2.1.2 Referentni normativi

Spregnute konstrukcije moraju da odgovaraju svim zahtevima ovih tehničkih uslova i zahtevima posebnih tehničkih propisa kojima se uređuje ispunjavanje bitnih zahteva za objekat.

Ovi tehnički uslovi uključuju EN standarde i ostale važeće dokumente. Za upotrebu je uvek merodavno najnovije izdanje.

- SRPS ENV 13670-1 - Izvođenje betonskih konstrukcija - Deo 1: Opšte
- EN 1090-1 - Execution of steel structures and aluminium structures - Part 1: Requirements for conformity assessment of structural components
- EN 1090-2 - Execution of steel structures and aluminium structures – Part 2: Technical requirements for steel structures
- SRCS – poglavlje: 2.5.5 Ležišta
- SRCS – poglavlje: 2.5.1 Cementni beton
- SRCS – poglavlje 2.5.2 Čelik za armiranje
- SRCS – poglavlje 2.5.7.4 Metalne konstrukcije

#### 2.5.7.2.1.3 Terminologija

Nema značajnih izraza za ovaj deo tehničkih uslova.

#### 2.5.7.2.1.4 Korišćene skraćenice

**SRCS** – tehnički uslovi za građenje puteva u Republici Srbiji

**SRDM** - priručnik za projektovanje puteva u Republici Srbiji

### 2.5.7.2.2 Zahtevi

#### 2.5.7.2.2.1 Zahtevi za materijale

Treba koristiti samo materijale potvrđene za namensku upotrebu.

Utvrđivanje pogodnosti određenog materijala može se izvrši na osnovu evropskog standarda koji se odnosi na korišćenje materijala u betonu ili u betonskim proizvodima ili za čeličnu konstrukciju, a u odsustvu evropskih standarda mogu pod istim uslovima da se upotrebe i ISO standardi.

#### *Zahtevi za osnovne materijale za beton*

Primenjuje se standard SRPS EN 206-1 kao i odredbe aneksa i/ili nacionalnog dodatka uz standard SRPS EN 206-1. Videti i SRCS, poglavlje 2.5.1.

#### *Čelik za armiranje*

Čelik za armiranje mora da ispunjava uslove standarda EN 1992-1-1 (Evrokod 2). Videti i SRCS, poglavlje 2.5.2.

#### *Čelik za prednaprezanje*

Čelik za prednaprezanje mora da ispunjava uslove standarda EN 1992-1-1 (Evrokod 2). Videti i SRCS, poglavlje 2.5.2.

#### *Proizvodi od čelika za noseću konstrukciju*

Čelik za rasponsku konstrukciju (toplo i hladno oblikovani čelični profili, limovi, trake, šipke, žice, liveni čelik) mora da ispunjava uslove propisa za čelične konstrukcije. Tehnička svojstva proizvoda od konstrukcionog čelika moraju da se navedu u projektu spregnute konstrukcije, odnosno u tehničkoj specifikaciji za taj proizvod. Videti i SRCS, 2.5.7.4.

#### *Sredstva za sprezanje čelik-beton*

Sredstva za sprezanje su valjkasti moždanici sa glavom. Sva svojstva sredstava za sprezanje čelik-beton određena su standardom SRPS EN ISO 13918.

#### *Proizvodi za zaštitu od korozije čeličnih delova spregnute konstrukcije*

Tehnička svojstva proizvoda za zaštitu od korozije čeličnih delova spregnute konstrukcije moraju da se navedu u projektu spregnute konstrukcije, odnosno u tehničkoj specifikaciji za taj proizvod. Videti i SRCS 2.5.7.4.

### *Mehanički spojni elementi*

Tehnička svojstva mehaničkih spojnih elemenata kao sastavnih delova spregnute konstrukcije moraju da se navedu u projektu spregnute konstrukcije. Videti i SRCS 2.5.7.4.

### *Dodatni materijali za zavarivanje*

Tehnička svojstva dodatnih materijala za zavarivanje čeličnih delova kao osnovni sastavni deo spregnute konstrukcije moraju se navedu u projektu spregnute konstrukcije. Videti i SRCS 2.5.7.4

### *Zatezni elementi visoke čvrstoće*

Tehnička svojstva zateznih elemenata visoke čvrstoće kao sastavnih delova spregnute konstrukcije moraju da se navedu u projektu spregnute konstrukcije. Videti i SRCS 2.5.7.4.

### *Konstrukciona ležišta*

Tehnička svojstva ležišta kao sastavnih delova spregnute konstrukcije moraju da se navedu u projektu spregnute konstrukcije. Videti i SRCS 2.5.5.

#### *2.5.7.2.2.2 Zahtevi za izvođenje*

Izvođenje spregnute konstrukcije mora da bude takvo da pored propisanih tehničkih svojstva iz ovih tehničkih uslova ispunjava i druge zahteve propisane tehničkim rešenjem i uslovima za građenje datim u projektu, kao i da obezbedi očuvanje tih svojstava i upotrebljivosti objekta tokom životnog veka.

#### *2.5.7.2.2.3 Zahtevi za ugradnju betona u element*

Sastav betona, vrsta cementa i agregata, upotreba dodataka i aditiva, kao i sadržaj hlorida, vazduha i temperatura betona moraju da budu u skladu sa standardom SRPS EN 206-1.

Za specifikaciju betona i ugradnju treba primenjivati standard SRPS ENV 13670-1.

Dodatne odredbe date su u SRCS 2.5.1.

### *Ugrađivanje i zbijanje betona*

Prilikom ugrađivanja beton treba da se zbija tako da količina zahvaćenog ili preostalog vazduha ne bude značajna i da se izbegne segregacija. Takođe treba paziti da armatura u spregnutoj ploči bude pravilno ugrađena.

Betoniranje je detaljnije prikazano u SRCS 2.5.1.

### *Nega i zaštita (zaštita od isušivanja)*

Tokom sušenja i očvršćavanja beton mora da bude zaštićen tako da bude izbegnut gubitak čvrstoće usled pucanja izazvanog temperaturom i skupljanjem. Detaljnije o ovome videti u SRCS 2.5.1.

### *Zahtevi za očvršli beton*

Zahtevi za očvršli beton dati su specifikacijom za izvođenje betonskih konstrukcija prema SRPS ENV 13670-1.

#### *2.5.7.2.2.4 Redosled gradnje betonske konstrukcije*

Redosled instalacije betonske ploče je obično predviđen u projektu gradnje i podleže opterećenju čelične konstrukcije.

Postoje tri metoda za betoniranje po segmentima (slika 2.5.7.2.2):

- metod 1: kontinuirano betoniranje u jednom smeru (maksimalni negativni momenti na savijanje iznad potpora),
- metod 2: kontinuirano betoniranje u jednom smeru, ali su delovi oko potpora preskočeni i betonirani na kraju, negativni i pozitivni momenti savijanja,
- metod 3: polje po polje, ali u suprotnom smeru kao kod metode 2.

Betoniranje poprečnih nosača vrši se istovremeno sa betoniranjem kolovozne ploče kod mostova malih raspona, a kod većih prvo se betonira kolovozna ploča, a zatim poprečni nosači nad potporama (slika 2.5.7.2.3).

#### *2.5.7.2.2.5 Kontrola usklađenosti*

Zahtevi za izvođenje spregnute konstrukcije određuju se programom kontrole i osiguranja kvaliteta koji je sastavni deo glavnog projekta spregnute konstrukcije u skladu sa tabelom 2.5.7.2.1.

Prilikom preuzimanja gotovih proizvoda koji su proizvedeni van gradilišta izvođač mora da utvrdi:

- da li je proizvod isporučen sa oznakom u skladu sa posebnim propisom i da li se podaci u dokumentaciji podudaraju sa podacima na oznaci sa kojom je isporučen građevinski proizvod,
- da li je građevinski proizvod isporučen sa tehničkim uputstvima za ugradnju i upotrebu,

- da li su svojstva, uključujući rok upotrebe građevinskog proizvoda, i podaci značajni za njegovu ugradnju, upotrebu i uticaj na svojstva i trajnost spregnute konstrukcije saglasni svojstvima i podacima određenim glavnim projektom.

#### 2.5.7.2.2.6 Ocena usklađenosti

Smatra se da spregnuta konstrukcija ima projektom predviđena tehnička svojstva i da je upotrebljiva ako:

- su građevinski proizvodi ugrađeni u spregnutu konstrukciju na propisani način i imaju izjavu i ocenu usklađenosti, odnosno dokaze upotrebljivosti,
- su uslovi građenja i druge okolnosti koje mogu da utiču na tehnička svojstva spregnute konstrukcije bile usklađene sa zahtevima projekta,
- spregnuta konstrukcija ima dokaze o nosivosti i upotrebljivosti utvrđene ispitivanjem pod ispitnim opterećenjem, kada su oni propisani kao obavezni ili zahtevani projektom,
- o proverama ovih činjenica postoje propisani zapisnici i/ili dokumentacija.

Ako se utvrdi da spregnuta konstrukcija nema projektom predviđena tehnička svojstva, mora da se sprovede naknadno dokazivanje.

Ako se dokaže da postignuta tehnička svojstva spregnute konstrukcije ne ispunjavaju zahteve propisa, onda treba izraditi projekat sanacije spregnute konstrukcije.

#### 2.5.7.2.2.7 Unutrašnja kontrola pri montaži čelične konstrukcije

Proizvođač mora da ima potvrđen sistem kvaliteta u skladu sa SRPS EN ISO 9001, uključujući i zahteve standarda SRPS EN 1090 za izgradnju čeličnih konstrukcija.

Zadaci, odgovornosti i ovlašćenja zaposlenih u unutrašnjoj kontroli proizvodnje moraju da budu dokumentovani, održavani i upotrebljavani.

Proizvođač čelične konstrukcije (obično mašinska firma) je dužan da uspostavi, dokumentuje, primeni i održava unutrašnju kontrolu proizvodnje i obezbedi da dostavljeni elementi konstrukcije na gradilište zadovoljavaju zahteve standarda i da budu u skladu sa navedenim vrednostima i zahtevima tehničke dokumentacije.

Proizvođač treba da identifikuje relevantne karakteristike postrojenja i/ili proizvodnog procesa. Takođe, proizvođač definiše kriterijume i plan, kao i proizvodne procese koji direktno utiču na usaglašenost proizvoda.

Vrše se provera i ispitivanja opreme, sirovina, ostalih ulaznih materijala, procesa proizvodnje i gotovih elemenata ili proizvoda. Predmet, kriterijumi, metod i frekvencija pregleda i ispitivanja utvrđuju se šemama pregleda. Učestalost provere i pregleda, kao i metodi koji nisu navedeni u standardu, definišu se tako da se obezbedi stalna usaglašenost proizvoda.

Plan uzimanja uzoraka i plan ispitivanja gotovih proizvoda mora da bude pripremljen i upotrebljen za sve osobine koje se kontrolišu.

#### 2.5.7.2.3 Tehnička dokumentacija

##### 2.5.7.2.3.1 Dokumentacija prilikom isporuke čelične konstrukcije iz fabrike

U trenutku isporuke mora da bude dostupna proizvodna tehnička dokumentacija koja odgovara izabranom metodu rada (zavarivanje, spajanje zavrtnjima), i:

- obezbeđuje praćenje projektovanih pretpostavki, metoda, rezultata i detalja konstrukcije ili elemenata, uključujući i podatke kao što su dimenzije, tolerancije i slično,
- daje uputstva o bezbednom transportu, rukovanju, skladištenju,
- daje specifikacije za podizanje elemenata i
- dodatne informacije.

##### 2.5.7.2.3.2 Projekat tehnologije i organizacije montaže

Proizvodnja čelične konstrukcije se pretežno obavlja u fabrici, a spaja na gradilištu bez obzira na primenjeni način gradnje. Iako se čelični elementi izrađuju u fabrici i dovoze na gradilište, konačno formiranje objekta vrši se pri uslovima na gradilištu, a gradilišta se međusobno razlikuju prema vrsti objekta i projektnom rešenju, kao i specifičnim uslovima lokacije.

Za izradu projekta tehnologije, organizacije i montaže treba najpre prikupiti podatke i informacije:

- tehnička dokumentacija za građevinski objekat (mostovi),
- licitaciona i ugovorna dokumentacija gradilišta,
- terenski uslovi gradilišta,

- način spajanja (kod zavarivanja su vrlo važni postupci varenja),
- rešenje spoljašnjeg i unutrašnjeg transporta.

Na osnovu definisane tehničke dokumentacije paralelno sa izradom projekta objekta izrađuje se i projekat tehnologije i dinamike građenja za čeličnu konstrukciju (češće samo za rasponsku konstrukciju mosta).

Projektovanje tehnologije građenja obuhvata niz faza među kojima su najvažnije :

- izbor metoda rada,
- definisanje i opisi radnih procesa,
- potrebni kapaciteti procesa,
- izbor mehanizacije,
- statički i dinamički planovi materijala, radne snage i mehanizacije.

#### 2.5.7.2.4 Izvođenje radova i upravljanje građenjem

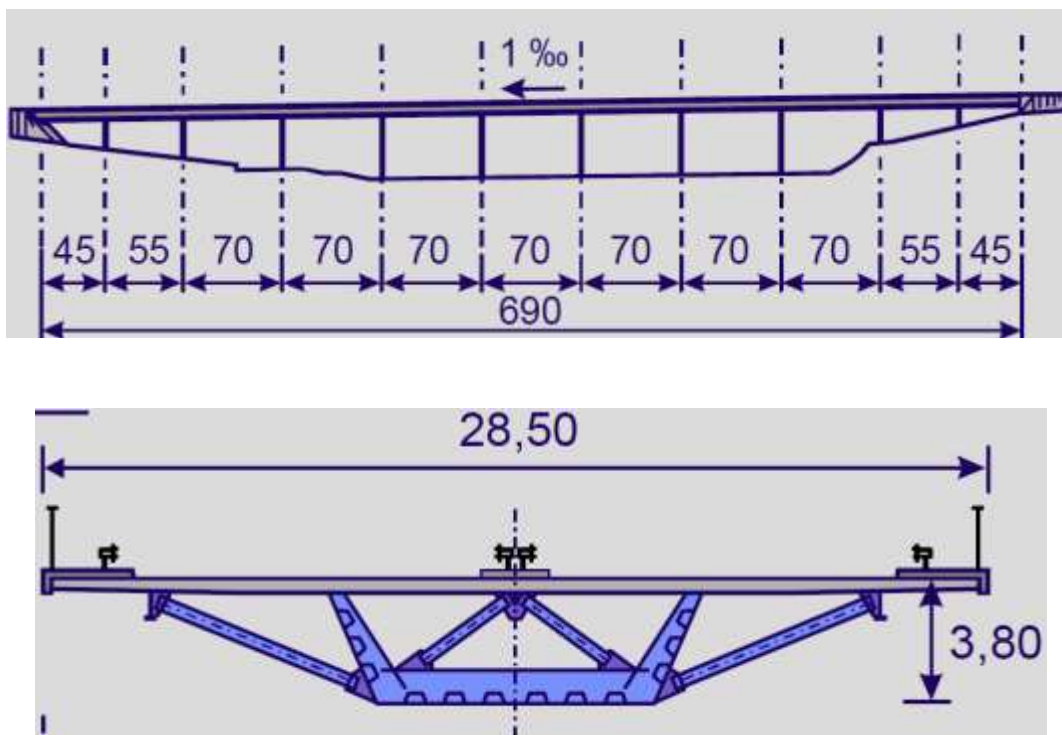
##### 2.5.7.2.4.1 Metode postavljanja skele i oplata

*Kolica skele i oplata se kreću iznad rasponske konstrukcije*

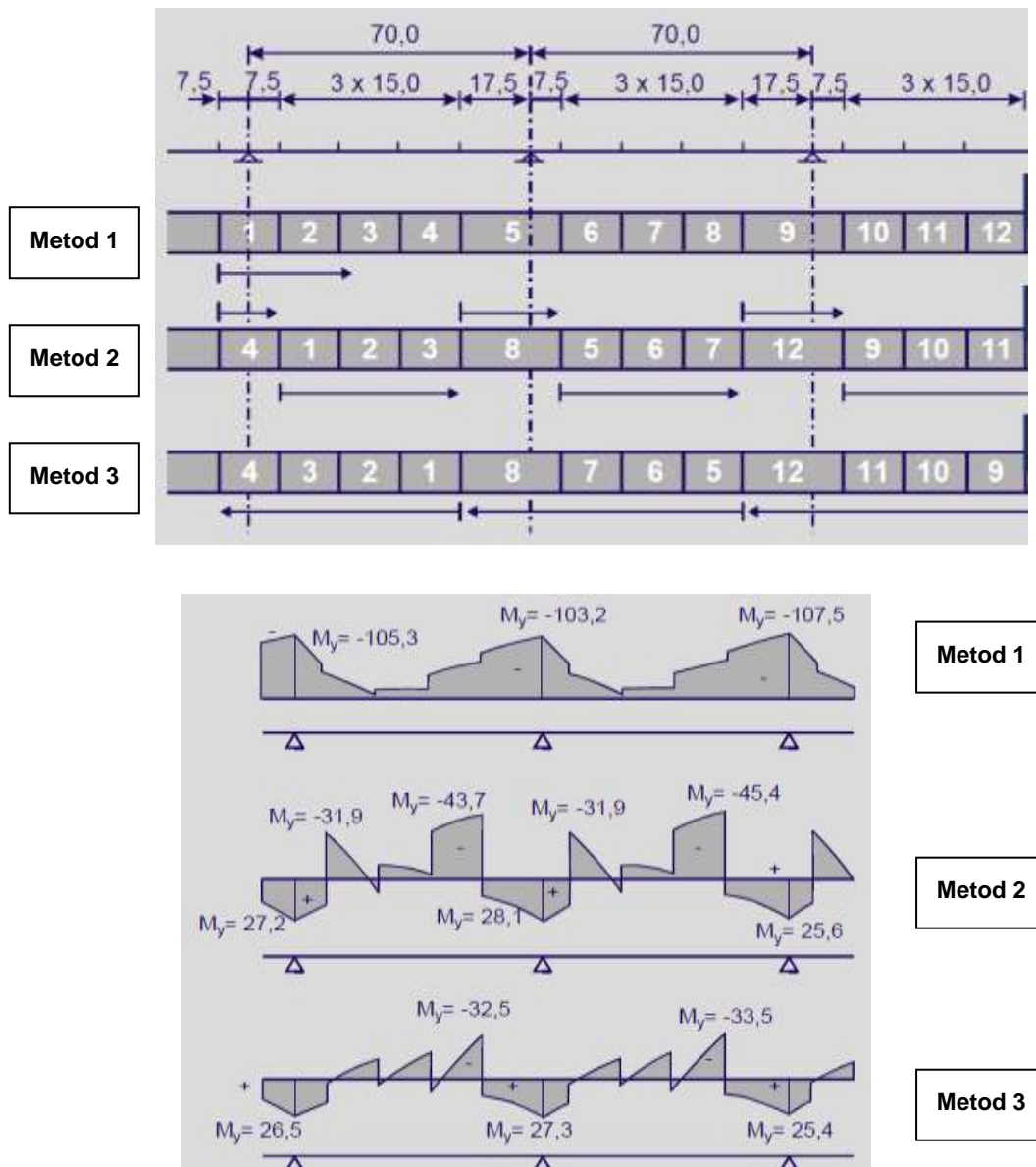
Videti sliku 2.5.7.2.4.

*Kolica skele i oplata se kreće ispod rasponske konstrukcije*

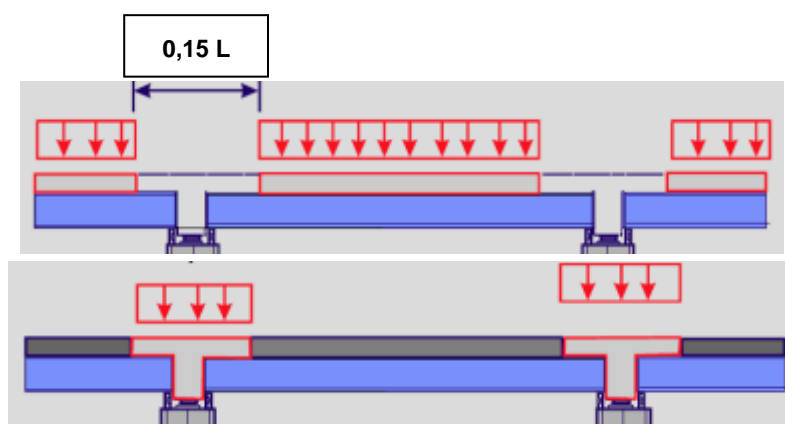
Videti slike 2.7.2.5 i 2.7.2.6.



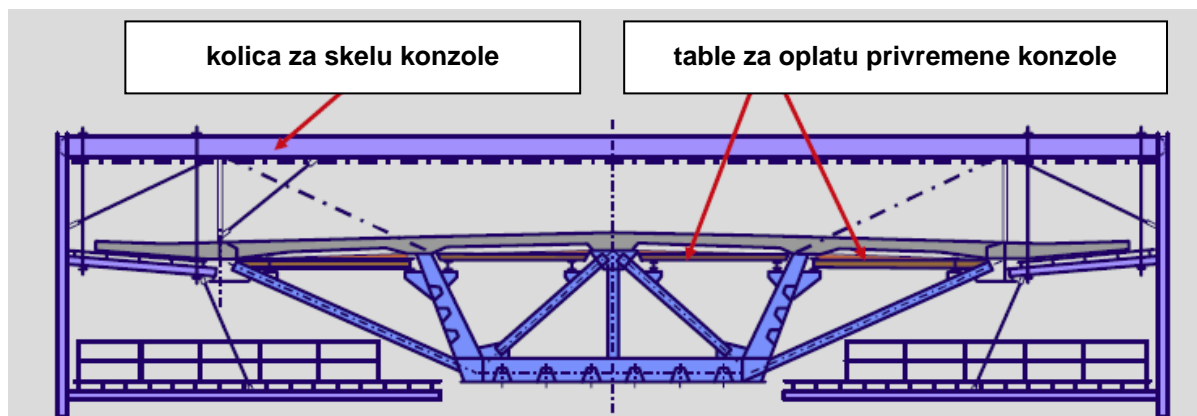
Slika 2.5.7.2.1: Primer spregnutog vijadukta sandučastoga oblika i redosled betoniranja na njemu



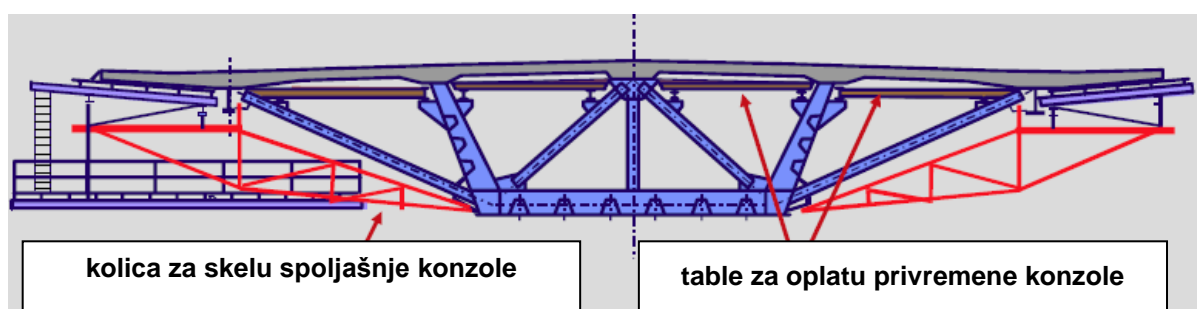
Slika 2.5.7.2.2: Mogući redosledi betoniranja i momenti savijanja – metodi 1,2,3



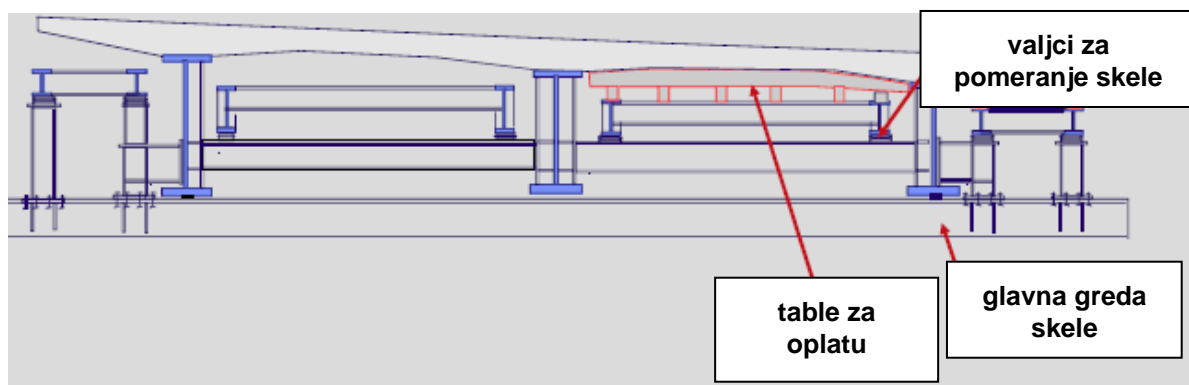
Slika 2.5.7.2.3: Redosled betoniranja ploče i poprečne grede



Slika 2.5.7.2.4: Montaža skele iznad spregnute konstrukcije pomoću kolica



Slika 2.5.7.2.5: Montaža skele ispod spregnute konstrukcije pomoću kolica – sanduk preseka



Slika 2.5.7.2.6: Montaža skele ispod spregnute konstrukcije pomoću kolica – presek i nosači

#### 2.5.7.2.4.2 *Obnova rasponske konstrukcije – zamena betonske kolovozne ploče*

##### *Zamena kod odvojenih objekata*

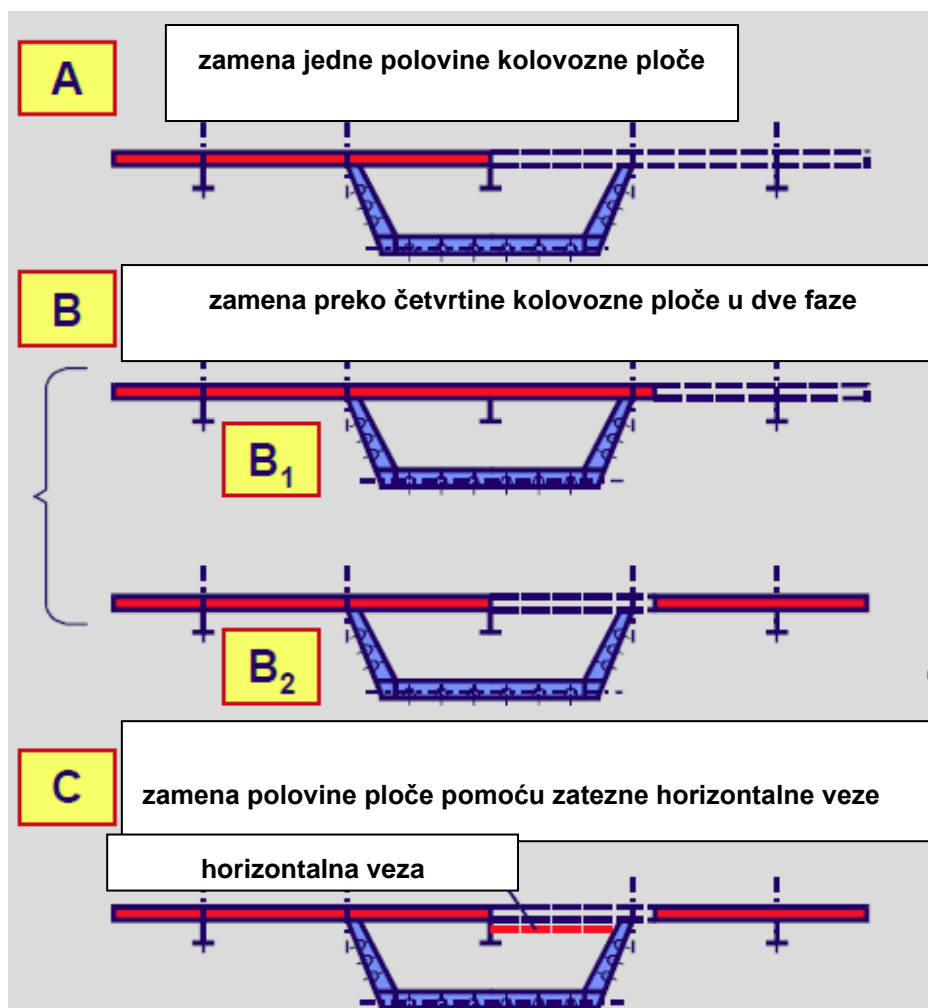
U principu, potrebno je veći vijadukti budu odvojeni jedan od drugoga za svaki smer saobraćaja. To je veoma važno za slučaj obnove kada je saobraćaj preusmeren na jedan objekat, dok se radovi na obnovi

odvijaju na susednom objektu. Kolovozna ploča je najosetljiviji deo rasponske konstrukcije. Posebno zbog toga što se tokom životnog veka izvesno povećaju saobraćaj i pritisci osovina vozila. Dakle, smatra se da je kolovozna betonska ploča podložna većem habanju u poređenju sa čeličnom konstrukcijom, što zahteva česte zamene ploče.

##### *Zamena kod spojenih objekata*

U slučaju zajedničkog objekta za oba smera saobraćaja, saobraćajni tok bi trebalo da bude obezbeđen u oba smera samo na jednoj polovini mosta, dok se druga polovina obnavlja. U tom slučaju postojeći betonski kolovoz ploče se ruši metodom vodenog mlaza pod visokim pritiskom i vrši se zamena novom pločom. Tokom ovog procesa u rasponsku konstrukciju se uvode dodatni

naponi koje bi trebalo da budu predviđeni već u fazi projektovanja i gradnje. Postoje najmanje tri metoda rekonstrukcije kolovozne ploče. O izboru svakog metoda odlučuje raspon konstrukcije u podužnom smeru. Prvi metod (A) je povoljan za objekte raspona do 50 m, a druga dva (B,C) za raspane preko 100 m. Videti i sliku 2.5.6.2.7.



Slika 2.5.7.2.7: Redosled zamene kolovozne ploče kod spregnute konstrukcije



Tabela 2.5.7.2.1: Program ispitivanja i pregleda za čeličnu konstrukciju spregnutog dela mosta

	Čelične konstrukcije (rasponska konstrukcija)	Način kontrole	Obim
1	Kontrola pre izrade čelične konstrukcije u radionici		
	a) pregled dokumentacije i programa kontrole	Objekat	1/objekat
	b) pregled nabavnog materijala i opreme		
	- prijem čeličnog lima kod proizvođača	Prijem	1/objekat
	- kontrola lima i profila prema SRPS EN 10025	ispitivanje	4/objekat
	- zatezno ispitivanje prema SRPS EN 10002-1	ispitivanje	4/objekat
	- žilavost prema Charpy-u SRPS EN 10045-1	ispitivanje	4/objekat
	- hemijska analiza prema ASTM 415	analiza	4/objekat
	- kontrola slojeva	ispitivanje	4/objekat
	- lim , okrugli i trakasti čelik SRPS EN 10025, SRPS EN 10204, 3.1	sertifikati	4/objekat
	- dodatni materijal za varenje EN 756, EN 760, EN 440, EN 499, EN 10204-2.2	Prijem	1/segment
	c) pregled kvalifikacija izvođača varenja DIN 18800-7		
	-testovi postupaka zavarivanja (PQR, WPAR) EN 288-3	Prijem	1/segment
	-pregled sertifikata varioca prema SRPS EN 287-1	Prijem	1/segment
	-spisak postupaka varenja (WPS) EN 288-2	prijem	1/segment
	-sastav EN 287-1	prijem	1/segment
	- pregled internih kontrola opreme za zavarivanje	prijem	1/segment
	-pregled unutrašnje kontrole izvođača nezazornog ispitivanja (pregled zapisnika unutarnje kontrole i dokumenata o kvalifikacijama)	prijem	1/segment
2	Kontrola prilikom izrade čelične konstrukcije u radionici		
	a) pregled izrezanog čelika i oznake pozicija DIN EN ISO 9013	prijem	1/segment
	b) praćenje ulaznih materijala (serije)	prijem	1/segment
	c) varenje EN 5817, klasa B/C - nacrti (vizuelna kontrola varova)	prijem	1/segment
	d) nadzor varenja EN 719	prijem	1/segment
	e) pregled pripreme za varenje i izrade varenja (po WPS)	prijem	1/segment
	f) Pregled rezultata nezazorne kontrole varova		
	- vizuelna kontrola –VT prema EN 970	prijem	1/segment
	- kontrola penetracijom -PT. EN 571, EN 1289	prijem	1/segment
	- magnetni mlaz MT (čeoni varovi stojećih delova i gornja traka, uzdužni delimično vareni K-varovi stojeći deo i gornja traka, čelni varovi poprečnih ojačanja, ugaoni varovi), EN 1290, EN 1291,	prijem	1/segment
	- magnetni mlaz MT (čeoni kombinacioni varovi uzdužnih ojačanja, varovi priključnih limova) EN 1290, 1291,	prijem	1/segment

	- ultrazvuk UT (čeonni varovi stojećih delova i trake - poprečni) EN 1714, EN 1712	prijem	1/segment
	- ultrazvuk UT (čeonno poprečno ojačanje ) EN 1290, 1291	prijem	1/segment
	- radiografija RT (mesta ukrštanja čeonih varova donje trake) EN 1435, EN 12517	prijem	1/segment
	g) Izrada probnih nezazornih kontrola varova	prijem	
	- Ultrazvuk UT (čeonni varovi stojećeg dela i trake - poprečni) EN 1714, EN 1712	var	2/objekat
	- Ultrazvuk UT (čeonni varovi poprečnih ojačanja) EN 1290, 1291	var	2/ objekat
	- vizealna kontrola VT EN 970, prema nacrtima	var	2/ objekat
	- kontrola penetracijom PT - EN 571, EN 1289	var	2/ objekat
	- ispitivanje moždanika	segment	2/segment
	h) probni sastav segmenta prema nacrtu -pregled geodetskih podataka početnih segmenata (kontrola pozicija saglasno sa dokumentacijom) EN ISO 13920	prijem	1/objekat
	i) kontrolna geodetska merenja	prijem	2/objekat
	j) pregled vođenja dnevnika AKZ	prijem	1/segment
	k) izrada pregleda pripreme površina i nanosa premaza	prijem	1/segment
	- pregled kvaliteta peskiranih površina EN ISO 12994-7, (SIS 055900, EN 8504)	prijem	1/segment
	- kontrola uslova pri izradi premaza (uputstva proizvođača)	prijem	1/segment
	- premazi za zaštitu od korozije (pregled sertifikata - dokumentacije proizvođača)	prijem	1/segment
	- kontrola debljine mokrog i suvog filma premaza ISO 2804	prijem	1/segment
	- kontrola adhezije premaza EN ISO 2409	prijem	1/segment
	- kontrola i ocena izrade referentne ploče za zaštitu od korozije	prijem	2/objekat
	m) pregled oznaka, pakovanja, skladištenja i otpreme	prijem	1/segment
3	Kontrola pre montaže čelične konstrukcije na gradilištu		
	a) dodatni materijal za varenje EN 756, EN760, EN440, EN 499, EN 10204-2.2	prijem	1/segment
	b) pregled kvalifikacija izvođača varenja DIN 18800-7	prijem	1/segment
	- testovi postupka zavarivanja (PQR, WPAR) EN 288-3	prijem	1/segment
	- pregled sertifikata varioca prema EN 287-1	prijem	1/segment
	- spisak postupaka zavarivanja (WPS) EN 288-2	prijem	1/segment
	- sastav EN 287-1	prijem	1/segment
	- pregled internih kontrola opreme za zavarivanje	prijem	1/segment
	-pregled unutarne kontrole izvođača nezazornih ispitivanja (pregled zapisnika unutrašnje kontrole i dokumenata o kvalifikacijama)	prijem	1/segment
	c) prijem izvršenih građevinskih radova (stubovi, potpore)	prijem	1/objekat

	d) pregled pripremljenih radova za montažu	prijem	1/objekat
	f) varenje EN 5817, klasa B - nacrti	prijem	1/segment
	g) nadzor varenja EN 719	prijem	1/segment
	h) pregled pripreme za varenje i izrade varenja (prema WPS)	prijem	1/segment
	i) Pregled rezultata nezazornih kontrola varova		
	- vizuelna kontrola VT (montažni varovi) EN 970	prijem	1/segment
	-kontrola penetracijom PT, (montažni varovi) EN 571, EN 1289	prijem	1/segment
	- magnetni mlaz MT (montažni varovi), EN 1290, EN1291	prijem	1/segment
	- Ultrazvuk UT (montažni varovi) EN 1714, EN 1712	prijem	1/segment
	-radiografija RT (montažni varovi) EN 1435, EN 12517	prijem	1/segment
	j) Izrada ispitivanja nezazornih kontrola varova	prijem	
	- ultrazvuk UT (montažni varovi) EN 1714, EN 1712	prijem	1/segment
	- ultrazvuk UT (montažni varovi) EN 1290, 1291	prijem	1/segment
	- vizuelna VT (montažni varovi) EN 970,	prijem	1/segment
	- kontrola penetracijom PT (montažni varovi) EN 571, EN 1289	prijem	1/segment
	- radiografija RT (montažni varovi) EN 1435, EN 12517	prijem	1/segment
	k) kontrola gotovih delova konstrukcije (spojevi)	prijem	1/segment
	l) kontrolna geodetska merenja nadvišenja	prijem	2/objekat
	m) pregled vođenja dnevnika AKZ	prijem	1/segment
	n) izrada pregleda pripreme površine i nanosa premaza	prijem	
	- pregled kvaliteta peskiranih površina EN ISO 12994-7, (SIS 055900, EN 8504)	prijem	1/segment
	- kontrola uslova pri nanošenju premaza (uputstva proizvođača)	prijem	1/segment
	- premazi zaštite od korozije (pregled sertifikata dokumentacije proizvođača)	prijem	1/segment
	- kontrola debljine mokrog i suvog filma premaza ISO 2804	prijem	1/segment
	- kontrola adhezije premaza EN ISO 2409	prijem	1/segment
	- kontrola i ocena izrade referentne površine zaštite od korozije	prijem	1/segment
4	Izveštaji o kvalitetu izrađenih radova		
	a) Pregledi prilikom izrade konstrukcije u radionici	izveštaj	1
	b) Pregledi prilikom montaže konstrukcije na gradilištu	izveštaj	1
	c) Konačni izveštaji	izveštaj	1

### 2.5.7.3 Geometrijske tolerancije za betonske konstrukcije

#### 2.5.7.3.1 Uvodni deo

##### 2.5.7.3.1.1 Predmet tehničkih uslova

Tehnički uslovi za geometrijske tolerancije monolitnih i montažnih konstrukcionih elemenata su deo specifikacija za gradnju i odnosi se na odgovarajuće specifikacije sa pripadajućim standardima za gradnju betonskih konstrukcija.

##### 2.5.7.3.1.2 Referentni normativi

Geometrijske tolerancije betonskih konstrukcija i elemenata na putevima zasnovane su na postojećim propisima i novim standardima:

- SRPS ENV 13670-1: Izvođenje betonskih konstrukcija
- SRPS EN 13369: Opšta pravila za prefabrikovane betonske proizvode
- EN 1990, Eurocode - Basis of structural design.
- EN 1992-1-1, Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings
- SRCS – Poglavlje 2.5.7: Betoniranje
- SRCS – Poglavlje 2.5.7.1: Montažni betonski elementi

##### 2.5.7.3.1.3 Terminologija

**Tolerancija** (tolerance) je razlika između gornje granice veličine i donje granice veličine (videti i ISO 1803). Tolerancija je apsolutna vrednost bez predznaka, ali se obično izražava „zbirom  $\pm$  dozvoljenih odstupanja“ tako da je vrednost tolerancije naznačena.

**Proizvodne tolerancije** (product tolerances) su određene u standardima za proizvode. Montažne tolerancije (assembling tolerances) su geometrijske tolerancije koje se odnose na položaj, vertikalnost, horizontalnost ili druge karakteristike montažne betonske konstrukcije.

**Građevinske tolerancije** (constructive tolerances) su geometrijske tolerancije koje predstavljaju kombinaciju proizvodnih, i montažnih tolerancija i tolerancija za gradnju na gradilištu.

**Normalne tolerancije** (normal tolerances) su osnovne granice za geometrijska odstupanja koje obezbeđuju da konstrukcija: ispunjava

projektne pretpostavke, ostvaruje druge funkcionalne zahteve zgrade. U ovim tehničkim uslovima važe normalne tolerancije za 1. klasu tolerancije.

**Posebne tolerancije** (special tolerances) su ostale tolerancije, osim normalnih.

##### 2.5.7.3.1.4 Korišćene skraćenice

**SRCS** – tehnički uslovi za građenje puteva u Republici Srbiji

**SRDM** - priručnik za projektovanje puteva u Republici Srbiji

#### 2.5.7.3.2 Zahtevi

##### 2.5.7.3.2.1 Opšte

Završena betonska konstrukcija mora da bude u okviru najvećih dozvoljenih odstupanja kako ne bi došlo do štetnog delovanja na:

- mehaničku otpornost i stabilnost u prelaznim stanjima i stanjima upotrebljivosti,
- ponašanje sa aspekta upotrebljivosti tokom korišćenja zgrade,
- mogućnost nameštanja prilikom montaže konstrukcije i njenih nenosećih sastavnih delova.

Geometrijska odstupanja koja su karakteristična za konstrukcije visokogradnji, mogu da se koriste i za inženjerske zgrade - mostove ili se dopunjuju u specifikaciji za izvođenje. Brojne vrednosti su date za konstrukcione tolerancije koje utiču na bezbednost konstrukcije. Za geometrijske tolerancije predviđene su dve klase konstrukcionih tolerancija. Ukoliko u specifikaciji za izvođenje nije drugačije navedeno, važi 1. klasa tolerancije.

1. klasa tolerancije znači normalne tolerancije. Tolerancije, date za 1. klasu tolerancije obezbeđuju projektne pretpostavke iz EN 1992 i zahtevan nivo bezbednosti, što je povezano sa delimičnim faktorima za materijale koji su dati u EN 1992-1-1, tačka 2.4.2.4. Ove tolerancije smatraju se suštinskim za mehaničku otpornost i stabilnost konstrukcija i ispunjavanje zahteva.

Vrednosti dozvoljenih geometrijskih odstupanja sa aspekta ponašanja pri upotrebi i mogućnosti nameštanja mogu se dati u specifikaciji za izvođenje prema SRSP ENV 13670-1. Ukoliko nije propisano drugačije,

važe tolerancije, date u tabelama 2.5.7.3.1 do 2.5.7.3.6 tih tehničkih uslova.

Sve zahteve za posebnim tolerancijama treba postaviti u specifikaciji za izvođenje i u tu svrhu dati sledeće informacije:

- dopune uz dozvoljena odstupanja data u ovoj specifikaciji,
- dalje vrste odstupanja koja treba kontrolisati, zajedno sa određenim parametrima i dozvoljenim vrednostima,
- da li se te posebne tolerancije odnose na sve pripadajuće elemente ili na posebne elemente koje treba odrediti,
- da li treba koristiti „načelo okvira“ i koliko odstupanje je dozvoljeno.

Korišćenje „načela okvira“ zahteva da se sve tačke konstrukcije nalaze unutar propisanog teorijskog položaja koji ima ivično područje u svakom smeru, a koje odgovara dozvoljenom odstupanju. Preporučena vrednost prilikom korišćenja „načela okvira“ je  $\pm 20$  mm.

Tolerancije za površine između elemenata, gde bi sile trebalo da se prenose preko ležišta sa punim dodirnom površinom, nisu određene u ovim specifikacijama. Zahteve za takve površine treba navesti u specifikaciji za izvođenje.

Tolerancije za elemente ugrađene ispod vode nisu date u ovim tehničkim uslovima.

Ukoliko je neko geometrijsko odstupanje sadržano u nekom drugom zahtevu, treba koristiti oštrij toleranciju.

Zahtevi ovih tehničkih uslova odnose se na završenu konstrukciju. Ako su elementi obuhvaćeni u nekoj konstrukciji, međuprovera takvih elemenata mora da bude podređena završnoj proveri završene konstrukcije.

Ovi tehnički uslovi ne sadrže zahteve za kombinaciju konstrukcionih tolerancija i konstrukcionih deformacija. Ukoliko u specifikaciji za izvođenje nije drugačije propisano, važe dozvoljene tolerancije za stanje pre deformacija zbog opterećenja i vremenski zavisnih uticaja.

#### 2.5.7.3.2.2 Referentni sistem

Tolerancije položaja u tlocrtnoj ravni odnose se na sekundarne linije u ravni.

Tolerancije položaja po visini odnose se na sekundarne visinske tačke, npr. na prenetu referentnu visinsku tačku.

Zahteve za sekundarne linije treba navesti u specifikaciji za izvođenje.

Uputstvo za obeležavanje (iskolčavanje) sekundarnih linija nalazi se u ISO 4463-1.

#### 2.5.7.3.2.3 Temelji

Potpore na nosećem tlu mogu da budu temelji neposredno na terenu, jastuci iznad pilota itd. Preporučene vrednosti za položaj centara potpora na nosećem tlu date su u tabeli 2.5.7.3.1.

Temelj na terenu može da bude betoniran direktno ili je napravljen od unapred izrađenih betonskih elemenata. U ovim specifikacijama nisu dati zahtevi tolerancije za duboke temelje kao što su piloti, bentonitni zidovi, dijafragme, specijalna ankerisanja itd.

#### 2.5.7.3.2.4 Stubovi i zidovi

Vrednosti dozvoljenih konstrukcionih odstupanja za stubove date su u tabeli 2.5.7.3.2. Uputstvo o dozvoljenim odstupanjima položaja stubova i zidova, merenih u odnosu na sekundarne linije, data je u tabeli 2.5.7.3.2.

#### 2.5.7.3.2.5 Nosači i ploče

Data odstupanja za smer i visinski položaj nosača i ploča važe i za druge horizontalne i nagnute konstrukcione elemente.

Vrednosti dozvoljenih konstrukcionih odstupanja za nosače i ploče date su u tabeli 2.5.7.3.3. Tolerancije za dužine naleganja montažnih nosača i ploča u ovim specifikacijama nisu date; njih treba dati u montažnoj specifikaciji ili u tehničkoj informaciji o montažnom proizvodu.

#### 2.5.7.3.2.6 Preseci

Dimenzije poprečnog preseka, debljina pokrivnog sloja i položaj uobičajene armature za prednaprezanje ne smeju da odstupaju od nazivnih vrednosti više nego što je dato u tabeli 2.5.7.3.4. Date vrednosti odstupanja ne važe za unapred izrađene proizvode. One treba da budu usklađene sa odgovarajućim standardom za proizvod. Usklađenost sa zahtevima za debljinu pokrivnog sloja treba proceniti prilikom svakog pojedinačnog očitavanja, osim ako je propisima koji važe na gradilištu, dozvoljen statički pristup.

#### 2.5.7.3.2.7 Površine i ravnost ivica

Preporučene vrednosti odstupanja za površine i ravnost date su u tabeli 2.5.7.3.5.

#### 2.5.7.3.2.8 *Tolerancije za otvore i umetnute elemente*

Preporučene vrednosti odstupanja za otvore i umetnute predmete date su u tabeli 2.5.7.3.6.

#### 2.5.7.3.3 Kontrola usklađenosti

Uslovi za izvođenje i kontrolu geometrijskih tolerancija betonske konstrukcije određuju se programom kontrole i osiguranja kvaliteta koji je sastavni deo specifikacije projekta konstrukcije.

Prilikom preuzimanja geometrijskih tolerancija gotovih proizvoda proizvedenih izvan gradilišta izvođač mora da utvrdi geometrijske tolerancije i prema SRSC, poglavlje 2.5.7.1.

#### 2.5.7.3.3.1 *Ocena usklađenosti*

Smatra se da su geometrijske tolerancije betonske konstrukcije usklađene sa projektom predviđenim merama i da je ona upotrebljiva ako:

- su građevinski proizvodi ugrađeni u betonsku konstrukciju na propisani način i imaju izjavu i ocenu usklađenosti, odnosno dokaze upotrebljivosti,
- su uslovi gradnje i druge okolnosti koje mogu biti od uticaja na geometrijska svojstva betonske konstrukcije bile usklađene sa zahtevima iz projekta,
- betonska konstrukcija ima dokaze nosivosti i upotrebljivosti utvrđene ispitivanjem ispitnim opterećenjem, kada je ono propisano kao obavezno, ili zahtevano projektom, i
- ako o proverama tih činjenica postoje propisani zapisnici i/ili dokumentacija.

Ako se utvrdi da betonska konstrukcija nema projektom predviđena geometrijska svojstva, mora da se izvrši naknadno dokazivanje.

Ako da se dokaže da postignuta geometrijska svojstva betonske konstrukcije ne ispunjavaju zahteve Propisa potrebno je izraditi projekat sanacije betonske konstrukcije.

#### 2.5.7.3.3.2 *Unutrašnja kontrola geometrijskih tolerancija pri gradnji konstrukcije*

Izvođač mora da ima potvrđen sistem kvaliteta prema SRPS EN ISO 9001, uzimajući u obzir i zahteve standarda SRPS ENV 13670-1 za izgradnju betonskih konstrukcija.

Zadaci, odgovornosti i ovlašćenja zaposlenih u unutrašnjoj kontroli proizvodnje moraju da budu dokumentovani, održavani i upotrebljavani.

Izvođač betonske konstrukcije je dužan da uspostavi, dokumentuje, primeni i održava unutrašnju kontrolu građenja i obezbedi da montažni elementi ili elementi liveni u oplati konstrukcije na gradilištu zadovoljavaju zahteve standarda, kao i da budu u skladu sa pomenutim vrednostima i zahtevima tehničke dokumentacije.

Provera i ispitivanje (obično vrši geometar) se vrše na gotovim elementima ili konstrukcijama. Predmet, kriterijumi, metode i frekvencija koji se odnose na pregled i ispitivanje utvrđuju se u šemama pregleda. Učestalost provere i pregleda, kao i metodi koje nisu navedene u standardu SRPS ENV 13670-1 definiše se tako da se obezbedi stalna usaglašenost elemenata.

Plan snimanja geodetskih tačaka za gotove elemente i delove konstrukcije mora da bude pripremljen i upotrebljen za sve osobine koje se kontrolišu.

#### 2.5.7.3.4 Tehnička dokumentacija

##### 2.5.7.3.4.1 *Dokumentacija prilikom isporuke montažnih betonskih konstrukcija iz fabrike*

U trenutku isporuke ovih elemenata proizvodna tehnička dokumentacije mora da bude dostupna na gradilištu, prema specifikaciji SRPS EN 13369.

##### 2.5.7.3.4.2 *Dokumentacija prilikom gradnje betonskih konstrukcija na gradilištu*

Tokom gradnje konstrukcije tehnička dokumentacije mora da bude dostupna na gradilištu, prema specifikaciji SRPS ENV 13670-1

Tabela 2.5.7.3.1 – Geometrijske tolerancije za temelje

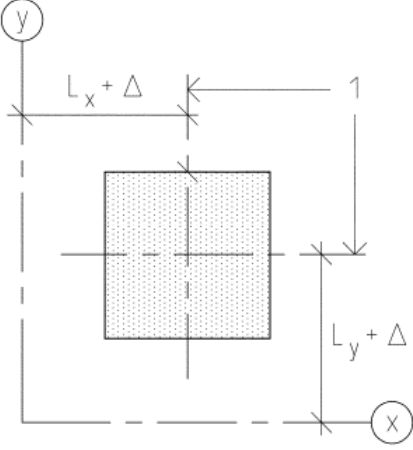
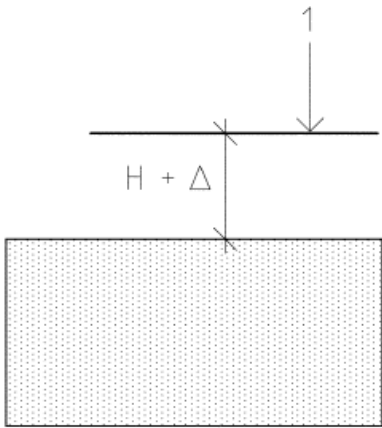
Br.	Vrsta odstupanja	Opis	Dozvoljeno odstupanje $\Delta$ Klasa tolerancije 1
a	Horizontalni presek  1 Centar potpore y Sekundarna linija u smeru y x Sekundarna linija u smeru x	Tlocrtni položaj potpore nosećeg tla u odnosu na sekundarne linije	$\pm 25$ mm
b	Vertikalni presek  1 Sekundarna ravan H predviđena razdaljina	Položaj potpore na nosećem tlu u odnosu na sekundarnu ravan	$\pm 20$ mm

Tabela 2.5.7.3.2 – Geometrijske tolerancije za stubove

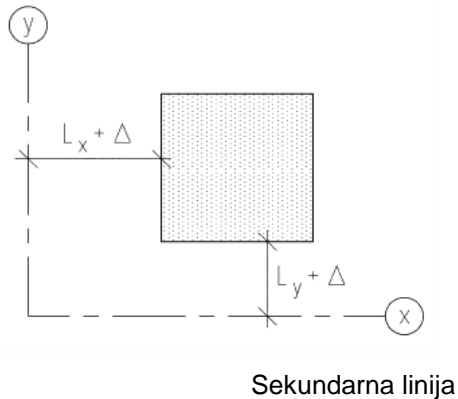
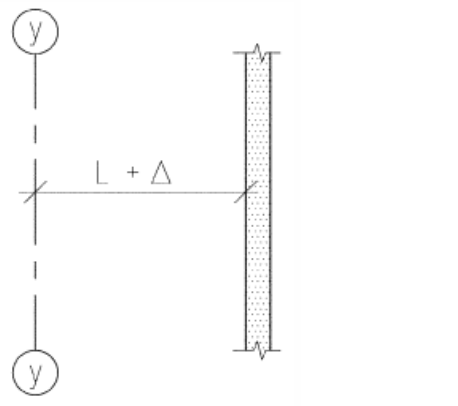

Br.	Vrsta odstupanja	Opis	Dozvoljeno odstupanje $\Delta$ Klasa tolerancije 1
a	Sekundarna linija 	Tlocrtni položaj stuba u odnosu na sekundarne linije	$\pm 25$ mm
b	Sekundarna linija 	Tlocrtni položaj zida u odnosu na sekundarnu liniju	$\pm 25$ mm
c		Svetla razdaljina između susednih stubova ili zidova	$\pm 25$ mm <sup>a)</sup> ili $\pm L/600$ šta god je veće, ali ne veće od 60 mm
<sup>a)</sup> NAPOMENA: Kod nosača koji podupiru unapred izrađene elemente mogu da budu potrebne preciznije vrednosti za zahtevanu dužinu podupiranja (naleganja).			



Tabela 2.5.7.3.2 – Geometrijske tolerancije za stubove - nastavak

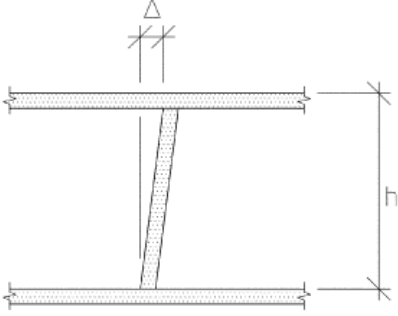
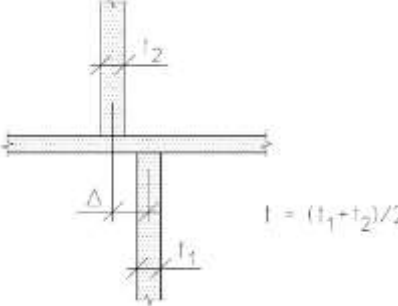
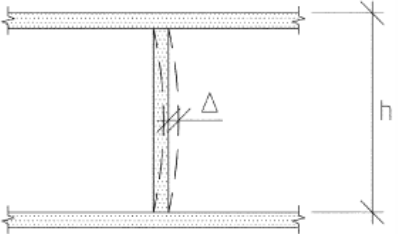
Br.	Vrsta odstupanja	Opis	Dozvoljeno odstupanje $\Delta$ Klasa tolerancije 1
		Nagib stuba ili zida $h =$ svetla visina	$h/300$ ili 15 mm šta god je veće
		Odstupanje između sredina	$t/30$ ili 15 mm šta god je veće, ali najviše 30 mm
		Zakrivljenost stuba između nivoa susjednih spratova	$h/300$ ili 15 mm šta god je veće

Tabela 2.5.7.3.3 – Geometrijske tolerancije za nosače i ploče

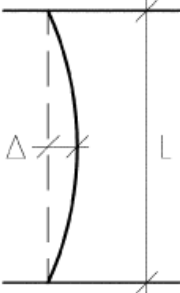

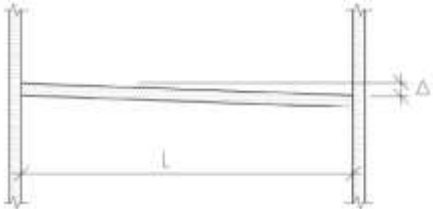
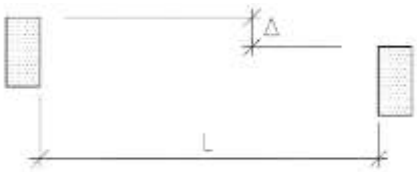
Br.	Vrsta odstupanja	Opis	Dozvoljeno odstupanje $\Delta$ Klasa tolerancije 1
a		Horizontalna ravnost nosača	$\pm 20\text{mm}$ ili $\pm L/600$ šta god je veće
b		Razdaljina između susednih nosača, merena u tačkama koje se međusobno podudaraju	$\pm 20^{\text{a)}} \text{mm}$ ili $\pm L/600$ šta god je veće, ali najviše 40 mm
c		Nagib nosača ili ploče	$\pm (10 + L/500)\text{mm}$
d		Visinski položaj susednih nosača, meren u tačkama koje se međusobno podudaraju	$\pm (10 + L/500)\text{mm}$
	a) NAPOMENA: Kod nosača koji podupiru unapred izrađene elemente mogu da budu potrebne preciznije vrednosti za zahtevanu dužinu podupiranja.		

Tabela 2.5.7.3.3 – Geometrijske tolerancije za nosače i ploče – nastavak

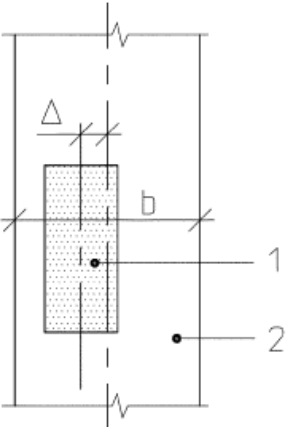
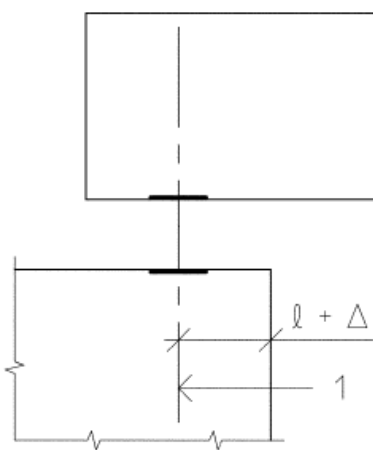
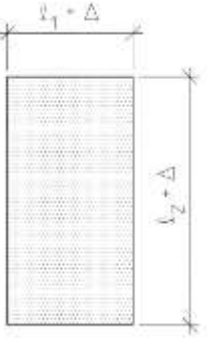
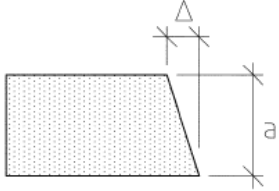
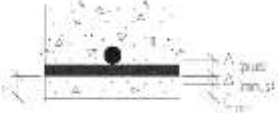
Br.	Vrsta odstupanja	Opis	Dozvoljeno odstupanje $\Delta$ Klasa tolerancije 1
	 <p data-bbox="367 981 462 1055">1 nosač 2 stub</p>	<p data-bbox="932 524 1184 645">Položaj priključka nosača na stub, mereno u odnosu na stub</p> <p data-bbox="932 667 1184 757"><math>b</math> = dimenzija stuba u istom smeru kao i <math>\Delta</math></p>	<p data-bbox="1216 533 1401 703"><math>\pm b/30</math> ili <math>\pm 20</math> mm šta god je veće</p>
	 <p data-bbox="367 1568 743 1597">1 Stvarna osa ležišta na potpori</p>	<p data-bbox="932 1093 1165 1214">Položaj ose ležišta, ako se koriste konstrukciona ležišta</p> <p data-bbox="932 1236 1149 1290"><math>l</math> = predviđena razdaljina od ivice</p>	<p data-bbox="1216 1097 1401 1267"><math>\pm l/20</math> ili <math>\pm 15</math> mm šta god je veće</p>

Tabela 2.5.7.3.4 – Geometrijske tolerancije za preseke

Br.	Vrsta odstupanja	Opis	Dozvoljeno odstupanje $\Delta$	
			Klasa tolerancije 1	Klasa tolerancije 2
a	Dimenzije preseka 	$l$ = dužina dimenzije poprečnog preseka Važi za nosače, ploče i stubove Za $l_1 < 150$ mm $l_1 = 400$ mm $l_1 \geq 2500$ mm Međuvrednosti se određuju linearnom interpolacijom	$\pm 10$ mm $\pm 15$ mm $\pm 30$ mm	$\pm 5$ mm $\pm 10$ mm $\pm 30$ mm
NAPOMENA 1: Ukoliko se to zahteva, pozitivna odstupanja za temelje treba navesti u specifikaciji za izvođenje. Za negativna odstupanja važe gore navedene vrednosti.				
	Pravougaonost poprečnog preseka 	$a$ = dužina dimenzije preseka	$0,04 a$ ili $10$ mm šta god je veće, ali najviše $40$ mm Pozitivno ili negativno odstupanje	
b	Položaj obične armature Poprečni presek 	$h \leq 150$ mm $h = 400$ mm $h \geq 2500$ mm Međuvrednosti se određuju linearnom interpolacijom	$\pm 10$ mm $\pm 15$ mm $\pm 20$ mm	$\pm 5$ mm $\pm 10$ mm $\pm 20$ mm
	$c_{\min}$ = zahtevana najmanja debljina pokrivnog sloja $c_n$ = nazivna debljina pokrivnog sloja = $c_{\min} + \Delta_{(\text{minus})}$ $c$ = stvarna debljina pokrivnog sloja $\Delta$ = dozvoljeno odstupanje od $c_n$ $h$ = visina poprečnog preseka	$\Delta_{(\text{minus})}$	$\Delta C_{\text{dev}}^a$	$\Delta C_{\text{dev}}^a$

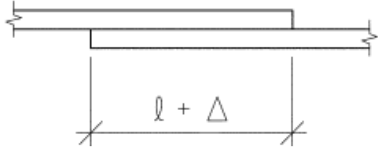
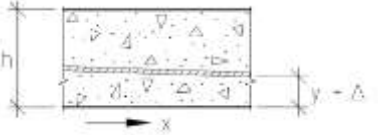
Br.	Vrsta odstupanja	Opis	Dozvoljeno odstupanje $\Delta$	
			Klasa tolerancije 1	Klasa tolerancije 2
	<p>Zahteva: <math>c_n + \Delta</math> (plus) <math>&gt; c &gt; c_n - \Delta</math> (minus)</p> <p>a) <math>\Delta_{C_{dev}}</math> može da se pronađe u nacionalnom dodatku uz SIST EN 1992-1-1. Ukoliko nije drugačije propisano, <math>\Delta_{C_{dev}} = 10</math> mm. U dokumentaciji za izvođenje može da se odredi da li je dozvoljen statički pristup koji dozvoljava određeni procenat vrednosti debljine pokravnog sloja ispod <math>c_{min}</math>.</p> <p>NAPOMENA: Dozvoljeno pozitivno odstupanje debljine pokravnog sloja kod temelja i betonskih elemenata u temeljima sme da se poveća za 15 mm. Data negativna odstupanja ostaju važeća.</p>			
c	<p>Spojevi sa prekrivanjem</p> 	l = dužina prekrivanja	- 0,06 l	
d	<p>Položaj armature za prednaprezanje</p> <p>Uzdužni presek</p> 	<p>Za <math>h \leq 200</math> mm</p> <p>Za <math>h &gt; 200</math> mm</p> <p>Pokrivni sloj, meren do kablova</p>	<p><math>\pm 0,03 h</math></p> <p><math>\pm 0,03 h</math></p> <p>ili</p> <p><math>\pm 30</math> mm</p> <p>šta god je manje</p> <p>- 15 mm</p>	
<p>Date vrednosti važe za vertikalni i horizontalni položaj. Kod horizontalnog položaja je h širina elementa. Kod kablova u pločama mogu da se dozvole odstupanja veća od <math>\pm 30</math> mm, ako treba da se izbegnu mali otvori, vodovi, utori i umetnuti predmeti. Kod takvih odstupanja tok kabla mora da bude gladak.</p> <p>Dozvoljeno negativno odstupanje nazivne debljine pokravnog sloja jednako je kao i u slučaju b za običnu armaturu.</p>				

Tabela 2.5.7.3.5 – Geometrijske tolerancije za površine i ivice


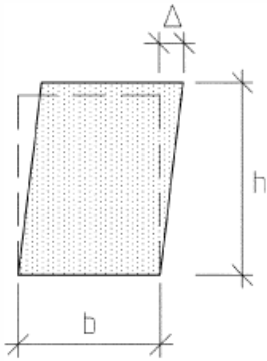
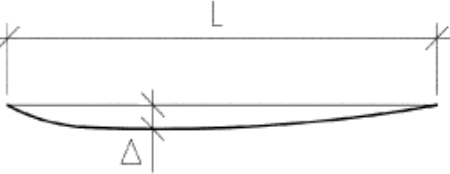
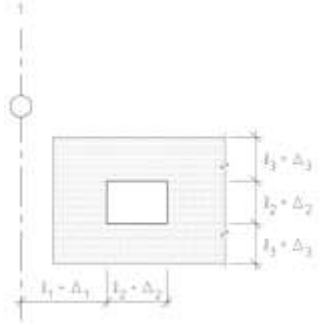
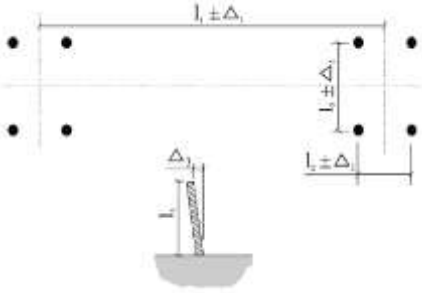
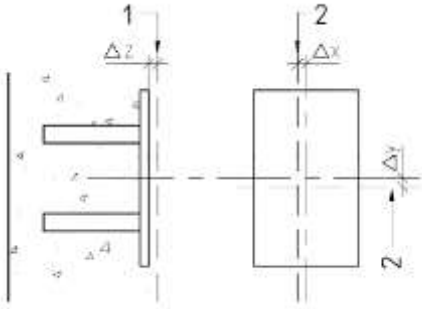
Br.	Vrsta odstupanja	Opis	Dozvoljeno odstupanje $\Delta$ Klasa tolerancije
a	<p>Ravnost</p> <p>Obložena ili izgladena površina</p> <p style="padding-left: 100px;">na celoj dužini</p> <p style="padding-left: 100px;">lokalno</p> <p>Neobložena površina</p> <p style="padding-left: 100px;">na celoj dužini</p> <p style="padding-left: 100px;">lokalno</p> 	<p><math>L = 2,0 \text{ m}</math></p> <p><math>L = 0,2 \text{ m}</math></p> <p><math>L = 2,0 \text{ m}</math></p> <p><math>L = 0,2 \text{ m}</math></p>	<p>9 mm</p> <p>4 mm</p> <p>15 mm</p> <p>6 mm</p>
b	<p>Iskošenost poprečnog preseka</p> 		<p><math>h/25</math> ili <math>b/25</math> šta god je veće, ali najviše 30 mm</p> <p>Pozitivno ili negativno odstupanje</p>
c	<p>Ravnost ivica</p> 	<p>Za dužine <math>&lt; \pm 1 \text{ m}</math></p> <p>Za dužine <math>&gt; 1 \text{ m}</math></p>	<p>8 mm</p> <p>8 mm/1 m, ali najviše 20 mm</p>

Tabela 2.5.7.6 – Geometrijske tolerancije za otvore i umetnute predmete

Br.	Vrsta odstupanja	Opis	Dozvoljeno odstupanje $\Delta$ Klasa tolerancije 1
a	<p>Otvori</p>  <p>1 Sekundarna linija</p>	$\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$	$\pm 25 \text{ mm}$ Osim ako je u specifikaciji za izvođenje nije određeno drugačije
b	<p>Zavrtnji za ankerisanje i slični umetnuti predmeti u temeljima</p>  <p><math>l_1</math> = razdaljina između grupa zavrtnja za ankerisanje  <math>l_2</math> = razdaljina između zavrtnja za ankerisanje  <math>l_3</math> = visina (slobodni deo) zavrtnja za ankerisanje</p>	<p>Postavljanje zavrtnja za ankerisanje i središte grupe zavrtnja za ankerisanje</p> <p>Unutrašnja razdaljina između zavrtnja za ankerisanje u grupi</p> <p>Nagib slobodnog dela zavrtnja za ankerisanje</p>	$\Delta_1 = \pm 10 \text{ mm}$ $\Delta_2 = \pm 3 \text{ mm}$ $\Delta_3 = \pm 25 \text{ mm}; -5 \text{ mm}$ $\Delta_s = 5 \text{ mm}$ ili $l_3/200$ šta god je veće Osim ako je u specifikaciji za izvođenje nije određeno drugačije
c	<p>Ploče za ankerisanje i slični umetnuti predmeti</p> 	<p>Odstupanje u tlocrtu</p> <p>Odstupanje po visini</p>	$\Delta_x, \Delta_y = 20 \text{ mm}$ $\Delta_z = \pm 10 \text{ mm}$ Osim ako je u specifikaciji za izvođenje nije određeno drugačije

## 2.5.7.4 Metalne konstrukcije

### 2.5.7.4.1 Uvodni deo

#### 2.5.7.4.1.1 Opis

Ovi tehnički uslovi moraju da se koriste prilikom izvođenja metalnih - čeličnih konstrukcija.

#### 2.5.7.4.1.2 Referentni normativi

Osim ovih tehničkih uslova, moraju da se poštuju i:

- standardi EN 1993, EN 1994, EN 1090, kao i pripadajući nacionalni dodaci (NAD) i – ukoliko nisu zamenjeni sa SRPS EN – SRPS standardi serije ISO.

Za obeležavanje čelika dodatno važe:

- SRPS EN 10020 kao i SRPS EN 10027-1 i -2.
- EN 1090-2 Izvođenje čeličnih nosećih konstrukcija
- EN 1993 EUROCODE 3: Dimenzionisanje i projektovanje čeličnih konstrukcija
- EN 1994 EUROCODE 4: Dimenzionisanje i projektovanje spregnutih konstrukcija od čelika i betona
- SRPS EN 10020 Definicije za razvrstavanje čelika
- SRPS EN 10025 Toplo valjani proizvodi od građevinskog čelika, tehnički uslovi isporuke
- SRPS EN 10027 Sistemi oznaka za čelike
  1. deo: Kratka imena, glavni simboli
  2. deo: Numerički sistem
- SRPS EN 10204 Metalni proizvodi, vrste atesta
- SRPS EN 10083 Kaljeni čelici:
  1. deo: Tehnički uslovi isporuke za legirani čelik
  2. deo: Tehnički uslovi isporuke za nelegirane kvalitetne čelike
- SRPS EN ISO 5817 Lučno vareni spojevi na čeliku, direktiva za grupe procene nepravilnosti
- SRPS EN ISO 6520 Razvrstavanje i objašnjenja nepravilnosti varenja topljenjem na metalima
- SRPS EN ISO 9692 Varenje i srodni postupci: preporuke za pripremu varova
- SRPS EN ISO 1461 Prevlake od cinka, nanete cinkovanjem u vatri (komadno cinkovanje) – zahtevi i testovi
- EN ISO 14713 Zaštita gvozdениh i čeličnih konstrukcija od korozije – prevlake od cinka i aluminijuma - vodič

#### 2.5.7.4.1.3 Terminologija

Nema značajnih izraza za ovaj deo tehničkih uslova.

#### 2.5.7.4.1.4 Korišćene skraćenice

**SRCS** – tehnički uslovi za građenje puteva u Republici Srbiji

**SRDM** - priručnik za projektovanje puteva u Republici Srbiji

### 2.5.7.4.2 Zahtevi

Kvalitet upotrebljenih materijala, zavrtanja, klinova i dodatnih materijala za varenje mora da bude dokazan potvrdom o testiranju u skladu sa SRPS EN 10204. Kvalitet podređenih konstrukcionih delova i vezivnih sredstava može da se dokaže samo industrijskom potvrdom 2.2, a za sve druge materijale mora se dostaviti potvrda o testiranju prilikom preuzimanja 3.1.

#### 2.5.7.4.2.1 Zahtevi za konstrukcioni čelik

Kao konstrukcioni čelici mogu da se koriste čelici koji su navedeni u standardu EN 1993-1-1, poglavlje 3, a za mostove u standardu EN 1993-2, poglavlje 3, uz poštovanje standarda EN 1993-1-10 (žilavost loma). Važe i tehnički uslovi isporuke iz odgovarajućih standarda (SRPS EN 10025).

#### 2.5.7.4.2.2 Čelični livovi i kaljeni čelik

Za čelične livove važi standard SRPS EN 10293, za kaljeni čelik standard SRPS EN 10083.

#### 2.5.7.4.2.3 Odobreni konstrukcioni delovi

Za konstrukcione delove za koje je izdata dozvola (i evropska dozvola: Evropska tehnička saglasnost ETA), važe u njoj navedene odredbe (ETAG = European Technical Approval Guideline).

#### 2.5.7.4.2.4 Noseći kabel

Za noseće kablove od sajli, snopove sajli i pletenice i žičane snopove važe zahtevi kvaliteta EN 1993-1-11 kao odredbe za dozvolu, odnosno sa tim povezane odredbe u tenderskoj dokumentaciji.

#### 2.5.7.4.2.5 Sredstva za povezivanje

Za sve veze važi standard EN 1993-1-8, za sjedinjene klinove dodatno i standard EN 1994. Za prednapregnute zavrtne moraju da



se koriste zavrtnji sistema HV u skladu sa SRPS EN 14399.

Žice za varenje i dodaci moraju da odgovaraju propisima EN 1090-2, odnosno normama koje su citirane u EN 1090-2, tačka 2.1.3, odnosno tačka 5.5.

Grupe za procene nepravilnosti u skladu sa EN 1090-2 moraju da odgovaraju SRPS EN ISO 5817.

Kvalitet materijala sredstava za povezivanje mora da bude naveden od strane proizvođača.

#### 2.5.7.4.2.6 *Proizvodi za zaštitu čeličnih delova metalne konstrukcije od korozije*

Tehnička svojstva proizvoda za zaštitu od korozije čeličnih delova metalne konstrukcije moraju da se navedu u projektu metalne konstrukcije, odnosno u tehničkoj specifikaciji za taj proizvod.

#### 2.5.7.4.2.7 *Dodatni materijali za zavarivanje*

Tehnička svojstva dodatnih materijala za zavarivanje čeličnih delova kao osnovnih sastavnih delova spregnute konstrukcije moraju se navedu u projektu metalne konstrukcije.

#### 2.5.7.4.2.8 *Zahtevi za izvođenje*

Naručilac zadržava pravo na procenu pogona za montažu sa stanovišta kapaciteta i izvodljivosti (prostorne prilike, kapacitet kranova, upravljanje materijalima i sl.). Tek nakon pisanog odobrenja za pogon za montažu od strane naručioca može da se započne sa montažom, odnosno naručivanjem materijala.

Poslove zavarivanja mogu da obavljaju samo pogoni čije su varilačke kvalifikacije dokazane u skladu sa SRPS EN ISO 3834-1. Dokaz mora da se zavede u knjigu ispitivanja u skladu sa SRPS EN ISO 3834-1.

Treba poštovati odredbe za izvođenje u skladu sa standardima EN 1090-1 i EN1090-2.

Planove pogona mora da izradi izvođač, a konstrukcioni delovi moraju da budu izrađeni u skladu sa odobrenim planovima pogona. Izrada planova pogona mora se odvijati u skladu sa standardom SRPS ISO 5261.

Za merne tolerancije važi standard EN 1090-2. Ukoliko u standardu EN 1090-2 nisu navedene posebne odredbe, onda važi standard EN 1993-2, Prilog C. Za merne tolerancije koje ih prekoračuju mora da se upotrebi standard SRPS EN ISO 13920 sa klasama B i F.

#### *Klasa izvođenja (EXC 1 - 4)*

Klase izvođenja (execution class) u skladu sa standardom EN 1090-2, Prilog B, su sledeće:

- EXC 4: za drumske mostove
- EXC 3: npr. za pešačke i biciklističke mostove, putokaze iznad puteva,
- EXC 2: npr. za autobuska stajališta, zidove za zaštitu od buke
- EXC 1: nema važnosti.

Za EXC 4 važi u skladu sa EN 1090-2 grupa vrednovanja B+. Zahtevi za grupu B+ obuhvataju grupe vrednovanja B u skladu sa SRPS EN ISO 5817, kao i dopunske zahteve u skladu sa EN 1090-2

#### 2.5.7.4.2.9 *Izvođenje veza zavrtnjima*

Za izvođenje veza zavrtnjima važi EN 1090-2. Zatezni momenti, kao i uputstva o montaži (npr. skladištenje garnitura zavrtnja i korišćenje maziva) prednapregnutih zavrtnja moraju da se primenjuju u skladu sa odredbama proizvođača zavrtnja.

Za klizno čvrste veze ne smeju da se koriste zavrtnji klase tvrdoće 12.9.

Klizno čvrste prednapregnute veze zavrtnjima kao zamena za uklonjene zakivke mogu da se uzmu u obzir samo sa vrednošću trenja za neobrađene površine u skladu sa EN 1993-1-8, tačka 3.9 – razvrstano u kategoriju D, ukoliko nije moguća besprekorna obrada frikcionih površina ili ukoliko se ne radi o veličinskim zavrtnjima.

#### 2.5.7.4.2.10 *Izvođenje spojeva varenjem*

Za izvođenje spojeva varenjem važe standardi SRPS EN ISO 3834-1, SRPS EN ISO 6520, SRPS EN ISO 5817, EN 1090-2 i EN 1993-1-8. Prilikom pripreme varova treba postupati u skladu sa standardom SRPS EN ISO 9692.

Zavarene spojeve nosećih građevinskih elemenata mogu da izvode samo pogoni čije su kvalifikacije u skladu sa standardom SRPS EN ISO 3834-1, klasa kvaliteta 1. Pogoni sa klasom kvaliteta 2 mogu da izvode samo spojeve varenjem na podređenim građevinskim elementima.

Na zahtev treba dostaviti potvrdu o testiranju varilaca prema standardu SRPS EN 287-1.

Svi ugaoni varovi moraju da budu pravilno izrađeni kao neprekidni varovi. Ukoliko su zbog montažno-tehničkih razloga potrebni neprekidni varovi, onda treba poštovati propise u skladu sa EN 1090-2, tačka 4.3.2.2. Neprekidno vareni tupi varovi nisu dozvoljeni.

Spojevi i prorezi moraju da budu zavareni tesnim varovima (osim na spojnim površinama veza zavrtnjima).

Zbog tehničkih razloga antikorozivne zaštite, svi varovi moraju da imaju glatku površinu.

Eventualno postojeće neravnine, pore, paljene zareze, kapi, oštre ivice, vrhove, ostatke šljake, fleke od varenja, pukotine, kratera itd. treba ukloniti odgovarajućom naknadnom obradom (npr. struganjem).

#### 2.5.7.4.2.11 Izvođenje veza zakivcima

Izvođenje veza zakivcima mogu da obavljaju samo pogoni koji mogu da dokažu predmetno stručno znanje i dovoljno iskustvo.

#### 2.5.7.4.2.12 Izvođenje klinova sa glavom

Po pravilu treba koristiti klinove sa glavom bez navoja. Ukoliko su navoji u posebnim slučajevima potrebni, to mora da bude navedeno u dokumentaciji.

#### 2.5.7.4.3 Kontrola usklađenosti

Uslovi za izvođenje metalne konstrukcije određuju se programom kontrole i osiguranja kvaliteta koji je sastavni deo glavnog projekta metalne konstrukcije.

##### 2.5.7.4.3.1 Ocena usklađenosti

Smatra se da metalna konstrukcija ima projektom predviđena tehnička svojstva i da je upotrebljiva ako:

- su proizvodi ugrađeni u metalnu konstrukciju na propisani način i imaju izjavu i ocenu usklađenosti, odnosno dokaze upotrebljivosti,
- su uslovi građenja i druge okolnosti koje mogu biti da utiču na tehnička svojstva metalne konstrukcije bili usklađeni sa zahtevima projekta,
- metalna konstrukcija ima dokaze nosivosti i upotrebljivosti utvrđene ispitivanjem ispitnim opterećenjem, kada je ono

propisano kao obavezno ili zahtevano projektom, i

- ako o proverama tih činjenica postoje propisani zapisnici i/ili dokumentacija.

Ako se utvrdi da metalna konstrukcija nema projektom predviđena tehnička svojstva, mora da se izvrši naknadno dokazivanje.

U slučaju da se dokaže da postignuta tehnička svojstva metalne konstrukcije ne ispunjavaju zahteve Propisa potrebno je izraditi projekt sanacije metalne konstrukcije.

##### 2.5.7.4.3.2 Unutrašnja kontrola prilikom montaže metalne konstrukcije

Proizvođač mora da ima potvrđen sistem kvaliteta prema SRPS EN ISO 9001, uzimajući u obzir i zahteve standarda EN 1090 za izgradnju čeličnih konstrukcija.

Zadaci, odgovornosti i ovlašćenja zaposlenih u unutrašnjoj kontroli proizvodnje moraju biti dokumentovani, održavani i upotrebljavani.

Proizvođač metalne konstrukcije (obično mašinska firma) je dužan da uspostavi, dokumentuje, primeni i održava unutrašnju kontrolu proizvodnje i obezbedi da elementi konstrukcije dostavljeni na gradilište zadovoljavaju zahteve standarda i da su u skladu sa na pomenutim vrednostima i zahtevima tehničke dokumentacije.

Proizvođač treba da identifikuje relevantne karakteristike postrojenja i/ili proizvodnog procesa. Takođe, proizvođač definiše kriterijume i plan proizvodnih procesa koji direktno utiču na usaglašenost proizvoda.

Provera i ispitivanja se vrše na opremi, sirovinama, ostalim ulaznim materijalima, procesu proizvodnje i na gotovim elementima ili konstrukcijama. Predmet, kriterijumi, metodi i frekvencija koji se odnose na pregled i ispitivanje utvrđuju se u šemama pregleda. Učestalost provere i pregleda, kao i te metodi koje nisu navedeni u standardu se definišu tako da se obezbedi stalna usaglašenost proizvoda.

Plan uzimanja uzoraka i plan ispitivanja za gotove proizvode mora da bude pripremljen i upotrebljen za sve osobine koje se kontrolišu.

##### 2.5.7.4.3.3 Preuzimanje metalne konstrukcije

Metalne noseće konstrukcije preuzima zastupnik naručioca u prisustvu zastupnika

izvođača. S obzirom na napredak posla, može se izvesti i delimično preuzimanje.

Prilikom preuzimanja moraju da se dostave protokoli svih prethodnih testova adekvatnosti i kontrola. Zastupniku naručioca u pogonu i tokom montažnih radova mora da bude omogućen pristup svim konstrukcionim radovima. Izvođač mora da pripremi zahtevane merne uređaje.

Rezultat preuzimanja mora biti u pisanoj formi.

#### 2.5.7.4.3.4 *Merenje metalne konstrukcije*

Mere se po pravilu kontrolišu u pogonu. Treba izvesti poređenje bitnih mera konstrukcionih delova sa merama u planovima, pri čemu se glavni nosač polaže provizorno kao celina, odnosno kod dužina koje su veće od 40 m, eventualno u delovima.

Nadzor mera se izvodi kontrolnim planovima mera, kao i kontrolnim listovima mera i poređenjem ciljnih i stvarnih mera.

Kontrolne mere moraju da budu postavljene tako da se njihova merenja, ukoliko je to moguće, izvode bez dodatnih uređaja: bez kačenja na profilne ose, već na ivice, ne na postojeće preseke npr. u oblasti varilačkih poluprečnika, bez kliznih preseka itd.

Ukoliko je predviđeno podizanje noseće konstrukcije, konstrukciju treba položiti u neopterećenom stanju. Treba odrediti oblik podizanja, a mere moraju da budu protokolisane.

Treba izmeriti geometriju svih stalnih opterećenja (sopstvena težina i predviđeno opterećenje) koje treba dokumentovati u pripadajućem protokolu.

#### 2.5.7.4.3.5 *Nadzor montaže*

Konstrukcione dopune koje se izvode na gradilištu, kao i građevinske veze, moraju da se provere tokom montaže.

#### 2.5.7.4.4 Tehnička dokumentacija

##### 2.5.7.4.4.1 *Dokumentacija prilikom isporuke metalne konstrukcije iz radionice*

Ukoliko u tenderskoj dokumentaciji nije drugačije predviđeno, dokazi o kvalitetu (testiranje spojeva, provera sertifikata materijala itd.) po pravilu treba da budu izdati

od strane organa unutrašnje kontrole u pogonu proizvođača, odnosno od strane akreditovanog kontrolnog organa pri periodičnim spoljašnjim kontrolama.

Naručilac zadržava pravo da bude prisutan prilikom kontrole ili da istu izvodi odvojeno. Izvođač mora da javi naručiocu da je spreman za kontrolu u dogovarajućem roku.

Rezultati unutrašnje kontrole kvaliteta, kao i svi normirani rezultati testova, moraju da budu dokumentovani u protokolima i predati naručiocu zajedno sa:

- potvrdom o testiranju prilikom preuzimanja 3.1 u skladu sa SRPS EN 10204,
- sertifikatom materijala 2.2 u skladu sa SRPS EN 10204 za kvalitet materijala,
- sertifikatima i dokumentacijom o testiranju,
- rendgenskim snimcima,
- protokolima drugih neoborivih metoda kontrole materijala,
- sertifikatima žarenja,
- mernim protokolima,
- uputstvima za varenje,
- protokolima o odstupanjima.

Prilikom završetka investicionog plana mora se dostaviti zajednički izveštaj sa izjavom o rezultatima. Testovi i dokumentacija moraju da odgovaraju EN 1090.

##### 2.5.7.4.4.2 *Dokaz o kvalitetu za konstrukcioni čelik*

Ukoliko u tenderskoj dokumentaciji nije predviđeno drugačije, mora da se upotrebi postupak koji odgovara klasi izvođenja u skladu sa EN 1090-2. Za izvedene sertifikate materijala po pravilu treba dostaviti sledeće potvrde u skladu sa SRPS EN 10204:

Za konstrukcione delove koji su skladu sa planovima izloženi opterećenjima saobraćajem treba dostaviti potvrde o testiranju i preuzimanju 3.1. Za konstrukcije koje nisu opterećene saobraćajem može da se dostavi atest materijala 2.2 u skladu sa SRPS EN 10204.

Poreklo materijala za EXC3 i EXC4 mora se dokumentuje dokazima, što znači da sertifikati materijala moraju da budu razvrstani na pozicije materijala u skladu sa planom pogona.

##### 2.5.7.4.4.3 *Dokaz o kvalitetu za čelične livove*

Dokaz o kvalitetu za čelične livove mora da bude u skladu sa EN 10293, ukoliko u tenderskoj dokumentaciji nije drugačije navedeno.

Dokaz o kvalitetu za kaljeni čelik mora da bude u skladu sa SRPS EN 10083, ukoliko u tenderskoj dokumentaciji nije drugačije određeno.

#### 2.5.7.4.4.4 *Dokaz o kvalitetu za nenormirane čelike*

Ukoliko dostavljanje potvrde o testiranju i preuzimanju materijala nije moguće, dokaz o kvalitetu mora da izda organ za unutrašnju ili spoljašnju kontrolu.

#### 2.5.7.4.4.5 *Dokaz o kvalitetu elektroda za varenje*

Dokaz o kvalitetu upotrebljenog materijala za varenje mora da bude u skladu sa normama i tehničko-dobavljačkim uslovima upotrebljenog proizvoda (videti tabelu 5 iz EN 1090-2).

#### 2.5.7.4.4.6 *Testiranje spojeva*

Spojeve treba ocenjivati sa stanovišta eventualne greške u skladu sa EN 1090-2 i sa EN ISO 5817. Testovi (VT/PT/MT/UT/RT) moraju da se izvedu u skladu sa odgovarajućim EN normama, a njihovi rezultati treba da budu navedeni u protokolima o ispitivanjima spojeva.

Izvršni pogon mora u okviru sistema upravljanja kvalitetom da upotrebi nezavisan kontrolni organ za kvalitet ili mora da organizuje da testove sprovede akreditovani kontrolni organ za obavljanje poslova sertifikacije prema standardu SRPS EN 45011 kod Akreditacionog tela Srbije.

Broj i mesta testova izvođač mora da dokumentuje u spisku testova koji mora da dostavi naručiocu zajedno sa protokolima svih testova.

#### 2.5.7.4.4.7 *Test nosećih kablova*

Test nosećih kablova zavisi od vrste i svrhe upotrebe. Treba izvesti potrebne testove u skladu sa tenderskom dokumentacijom i EN 1993-1-11.

#### 2.5.7.4.4.8 *Dodatni test*

Naručilac može da naruči testove koji prevazilaze određen obim testova (npr. dodatni testovi spojeva). Naručilac zadržava

pravo da kontrolnom organu direktno naruči dodatne testove.

#### 2.5.7.4.5 *Izvođenje radova i upravljanje građenjem*

##### 2.5.7.4.5.1 *Priprema montaže*

Montaža metalnih konstrukcija predstavlja samo jedan segment kompleksnog procesa gradnje objekata za koji mora da bude izrađen projekat organizacije građenja.

Projekat organizacije montaže, odnosno tehnologije montaže, predstavlja se u obliku opisa, skica, tabela, šema, dijagrama. Njegova primena sledi uvek zajedno sa projektnim podlogama, radioničkim crtežima i specifikacijskim listama. Pri izradi projekta tehnologije montaže mora da se vodi računa o konkretnim uslovima kao što su tehničko-tehnološka opremljenost izvođača montažerskih radova i položaj gradilišta.

Pripremni radovi za montažu metalne konstrukcije završavaju se protokolarnim prijemom temelja ili stubova (primer nadstrešnice za naplatne stanice na autoputevima) ili stubova u slučaju mosta (čelična konstrukcija).

Prijem se vrši na osnovu geodetskog snimka položaja temelja ili potpora, kao i njihovog visinskog položaja. Osim geodetskog premera neophodno je izvršiti i detaljan vizuelni pregled temelja ili potpora. Tek nakon toga se vrši montaža.

#### *Montaža konstrukcije – primer za čelične mostove (konstrukcija sandučastog preseka)*

Montaža na gradilištu počinje npr. od stubova prema krajnim potporama na jednu i drugu stranu paralelno do upasnog segmenta koji se zadnji ugrađuje. Za dovođenje delova segmenta u projektovani položaj pri montaži se obično koristi montažni pilon. Zavarivanje počinje uzdužnim varovima na ortotropnoj ploči. Nakon toga se zavaruju varovi na poprečnim nosačima. Sva zavarivanja se izvode od sredine mosta prema krajevima. Nakon ovih varova zavaruju se uzdužni varovi na leđima glavnih nosača – uzvodni i nizvodni. Zatim sledi zavarivanje vertikalnih varova na poprečnim nosačima. Istim redosledom se zavaruje i sledeći segment, zatim se vare poprečni varovi između ortotropne ploče i donjih lamela glavnih nosača. Nakon toga sledi ispitivanje varova prema planu kontrole i ugradnja upasnih elemenata uzdužnih koritastih potpora i „L“ profila. Kada se završe zavarivanja

navedenih elemenata zavaruje se ostaci nedovršenih varova iz radionice na dužinama 300-400 mm. Ovakav redosled važi i za ostale segmente mosta.

Za zavarivanje se koriste montažna pomagala za čije zavarivanje važe ista pravila kao i za konstrukciju. Zavarivanje izvode sertifikovani zavarivači uz korišćenje odgovarajućih i osušenih elektroda. Takva pomagala treba da budu izrađena od odgovarajućeg nisko legiranog čelika zagwarantovane varivosti. Nakon zavarivanja ova pomagala treba odstraniti gasnim rezanjem i naknadnim brušenjem uz posebnu pažnju da ne bi došlo do oštećenja površina na koje su varene.