

## TEHNIČKE SPECIFIKACIJE

### SADRŽAJ

#### 2.1. TEHNIČKI OPIS

1. Općenito
2. Opis postojeće konstrukcije
3. Pregled oštećenja intenziteta „C+“ obalne konstrukcije
4. Sanacija oštećenih nosača
  - 4.1. Sanacija vanjskog glavnog uzdužnog nosača (ošt. 75)
  - 4.2. Sanacija glavnog poprečnog nosača u osi 33 (ošt. 80)
  - 4.3. Sanacija vanjskog glavnog poprečnog nosača u osi 36 (ošt. 89)

#### 2.2. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KAKVOĆE

1. Općenito
2. Prethodni i pripremni radovi
3. Betonski, armiranobetonski i tesarski radovi
4. Čelična konstrukcija
5. Radovi na sanaciji nosača

#### 2.3. TROŠKOVNIK

##### 1. PRIPREMNI RADOVI

- 1.1. Demontaža čeličnih nosača i cjevovoda na krajnjem (rubnom) glavnom poprečnom I-nosaču u osi 36.
- 1.2. Demontaža konstrukcije transportnih traka 1 i 2 u zoni glavnog poprečnog I- nosača u osi 33.
- 1.3. Demontaža poklopnih ploča između uzdužnih betonskih pločastih  $\pi$ -nosača konstrukcije transportnih traka 1 i 2 u zoni glavnog poprečnog nosača u osi 33.
- 1.4. Demontaža sve ugrađene opreme (vodilice, ograda i slično) u zoni sanacije glavnog poprečnog I-nosača u osi 33.

##### 2. PRIPREMA POVRŠINA

- 2.1. Uklanjanje betona debljine do 60 cm iznad poprečnog I-nosača u osi 33.
- 2.2. Čišćenje nosača i betonskih površina u kontaktu, od raspucalih i labavih komada betona i zaštitnog sloja štemanjem.
- 2.3. Čišćenje površine nosača i betonskih površina u kontaktu, od labavih zrna agregata i dijelova betona te svih nečistoća, mlazom vode pod visokim tlakom (do 500 bara)
- 2.4. Čišćenje površine nosača i betonskih površina u kontaktu, od klorida, mlazom vode pod visokim tlakom (do 50 bara).

##### 3. ČELIČNA KONSTRUKCIJA (BRAVARSKI RADOVI)

- 3.1. Izrada, dobava i doprema čelične konstrukcije izgubljene oplata za glavni poprečni nosač u osi 33.
- 3.2. Izrada, dobava i doprema čeličnih ležajeva izgubljene oplata za glavni poprečni nosač u osi 33.
- 3.3. Antikorozivna zaštita čelične konstrukcije ležaja i izgubljene oplata nosača.

#### **4. BETONSKI i ARMIRANO BETONSKI RADOVI**

- 4.1. Betoniranje armirano betonske obloge glavnog poprečnog nosača u osi 33.
- 4.2. Dobava, čišćenje, ravnanje, savijanje, postavljanje i povezivanje te privarivanje na distancere rebrastog betonskog čelika kvalitete B500 B.

#### **5. SANACIJSKI RADOVI**

- 5.1. Dobava i nanašanje adhezijskog sloja za ostvarivanja kvalitetne veze između starog betona nosača i novih slojeva reparaturnog morta.
- 5.2. Dobava i ugradba strukturnog reparaturnog morta na oštećenu betonsku površinu nosača koju je potrebno reprofilirati.
- 5.3. Dobava i nanašanje završnog sloja morta za zapunjavanje pora i zaglađivanje površine sanirane strukturnim reparaturnim mortom.
- 5.4. Dobava i nanašanje elastičnog završnog zaštitnog premaza na akrilnoj bazi sa svojstvom zaštite od karbonatizacije i premoštenja pukotina.

#### **6. LJEPLJENJE KARBONSKIH LAMELA**

- 6.1. Dobava i ugradba lamela od karbonskih vlakana za strukturno ojačavanje tipa “Sika CarboDur S1213/200” proizvođača Sika AG ili drugog proizvođača istovjetne kvalitete materijala.
- 6.2. Bušenje rupa, dobava i ugradba užadi od karbonskih vlakana za konstruktivno povezivanje i sidrenje CFRP tkanina, tipa “SikaWrap Anchor C” proizvođača Sika AG ili drugog proizvođača istovjetne kvalitete materijala.
- 6.3. Dobava i ugradba tkanine od karbonskih vlakana za ojačanja konstrukcija, tipa “SikaWrap-231C” proizvođača Sika AG ili drugog proizvođača istovjetne kvalitete materijala.

#### **7. MONTAŽE**

- 7.1. Montaža čelične izgubljene oplata betonske obloge poprečnog nosača u osi 33. Montaža transportnih traka 1 i 2 zajedno s nosivom čeličnom konstrukcijom.
- 7.2. Montaža transportnih traka 1 i 2 zajedno s nosivom čeličnom konstrukcijom.
- 7.3. Montaža ograde, vodilica i sve opreme koja je bila demotirana.
- 7.4. Montaža čeličnih nosača i cjevovoda na krajnjem (rubnom) glavnom poprečnom I-nosaču u osi 36.

#### **8. OSTALI RADOVI**

- 8.1. Bušenje horizontalnih rupa promjera Ø60 mm i dubine 165 cm.
- 8.2. Injektiranje rupa Ø60 mm i dubine 165 cm.
- 8.3. Zatvaranje i brtvljenje razmaka između montirane čelične oplata i betona do kojeg se betonira obloga.
- 8.4. Izrada privremene, prenosive platforme (skele) ili plovnog platoa s kojeg će biti omogućen rad u blizini morske površine u podgledu obalne konstrukcije.

## 2.1. TEHNIČKI OPIS

### 1. OPĆENITO

Temeljem projektnog zadatka Investitora, iz listopada 2015.g. napravljen je ovaj izvedbeni projekt sanacije nosača stupnja oštećenja „C+“ na obalnoj konstrukciji terminala za rasuti teret Podbok u Bakru. Pri izradi izvedbenog projekta korištena je sljedeća dostupna dokumentacija:

1. Produženje obale Podbok, glavni projekt – oplatni i armaturni planovi, elaborat br. 7518 / II izrađen 1974. / 75. godine u Rijekaprojektu.
2. Dijelovi elaborata: Gornja konstrukcija operativne obale u Bakru, glavni projekt, Statički proračun za glavni projekt, elaborat br. 4738 / 7 izrađen 1966. godine u Rijekaprojektu; Gornja konstrukcija operativne obale u Bakru, izvedbeni projekt, elaborat br. 5462 izrađen 1967. godine u Rijekaprojektu.
3. Sanacija oštećenja obale Podbok u Bakru, izvedbeni projekt, elaborat br. 94-142/N izrađen 1995. godine u Rijekaprojektu.
4. Podmorski i nadmorski snimak obalne konstrukcije Podbok u Bakru, snimak postojećeg stanja, projekt br. 13-008 izrađen 2013. godine u Rijekaprojektu.
5. Kontrola nosivosti i stabilnosti postojeće obale za rasute terete Podbok za novu prekrcajnu mehanizaciju, projekt br. 01-071 izrađen 2002. godine u Rijekaprojektu.
6. Provjera stabilnosti obala Podbok u Bakru, projekt br. 03-040 izrađen 2003. godine u Rijekaprojektu.

Podmorskim i nadmorskim pregledom obalne konstrukcije Podbok u Bakru detektirana su i ažurirana oštećenja konstruktivnih elemenata obalne konstrukcije. Oštećenja elemenata obalne konstrukcije podjeljena su prema intenzitetu u 3 kategorije, od slabijeg stupnja oštećenja „A“ do jakog oštećenja stupnja „C“. Predmet ovog elaborata je sanacija najjače oštećenih nosača obalne konstrukcije koji imaju stupanj oštećenja „C+“.

### 2. OPIS POSTOJEĆE KONSTRUKCIJE

Obalna konstrukcija terminala za rasuti teret Podbok u Bakru je raščlanjena armiranobetonska konstrukcija temeljena na pilotima. Konstrukcija je raščlanjena na štapne elemente koji tvore rešetkastu konstrukciju koja sve horizontalne sile prenosi na masivni obalni zid u zaleđu. Štapni elementi oslanjaju se na naglavnice pilota i masivni obalni zid u zaleđu temeljen na stijenskoj podlozi. Elementi obalne konstrukcije su: glavni uzdužni nosači na vanjskom rubu obalne konstrukcije, glavni uzdužni nosači u zaleđu konstrukcije, glavni poprečni nosači – vertikale, „Pi-nosači“ oslonjeni na glavne poprečne nosače, ploča obalne konstrukcije i kosnici. Glavni uzdužni nosači nose kranske staze na morskoj strani i djelomično u zaleđu. Sustav glavnih uzdužnih nosača, poprečnih nosača i kosnika čini rešetku koja je u horizontalnom smjeru kruti disk koji prenosi sve horizontalne sile, uzdužne i poprečne, na masivni obalni zid u zaleđu.

### 3. PREGLED OŠTEĆENJA INTENZITETA „C+“ OBALNE KONSTRUKCIJE

Vizuelnim pregledom registrirana su oštećenja konstrukcijskih elemenata obalne konstrukcije. Sva registrirana oštećenja prikazana su u elaboratu (4) : Podmorski i nadmorski snimak obalne konstrukcije Podbok u Bakru iz 2013. godine.

Analizom oštećenja obalne konstrukcije ustanovljeno je da tri nosača imaju oštećenja intenziteta „C+“. Oštećeni nosači su detaljno prikazani u grafičkim priložima. To su vanjski glavni uzdužni nosač u polju 31-32 (ošt. 75), glavni poprečni nosač u osi 33 (ošt. 80) i krajnji glavni poprečni nosač u osi 36 (ošt. 89). Na fotografijama su prikazana navedena oštećenja.

(1)



(2)



(3)



*Fotografije br. 1 do 3 – Izrazito jako oštećenje glavnog uzdužnog nosača u polju 31-32 (ošt. 75) – vjerojatno udar broda (ošt. C+)*

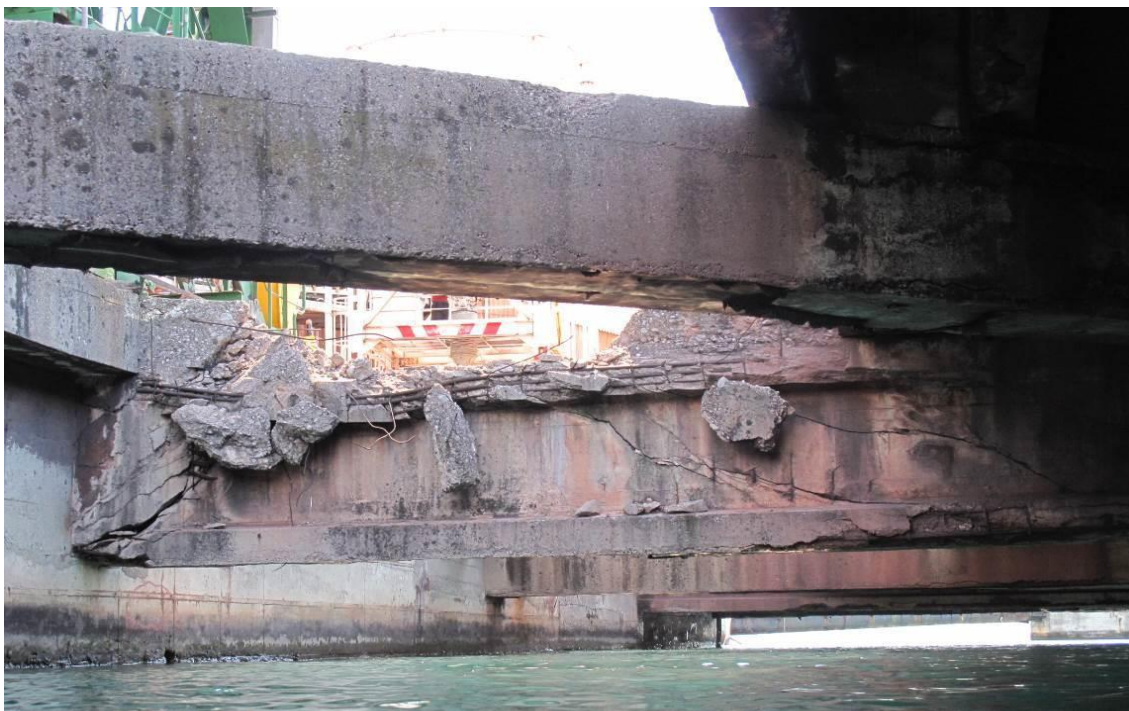
(4)



(5)



(6)



*Fotografije br. 4 do 6 – Vrlo jako oštećenje glavnog poprečnog nosača u osi 33  
(ošt. 80) – pad pretovarivača na nosač (ošt. C+)*

(7)



(8)



Fotografije br. 7 i 8 – Vrlo jako oštećenje vanjskog glavnog poprečnog nosača u osi 36 (ošt. 89) – potpuno oslobođene šipke cijelom dužinom (ošt. C+)

#### 4. SANACIJA OŠTEĆENIH NOSAČA

##### 4.1. SANACIJA VANJSKOG GLAVNOG UZDUŽNOG NOSAČA (ošt. 75)

###### OPIS OŠTEĆENJA

Glavni uzdužni nosač je prednapeti montažni nosač I - presjeka, visine 140 cm, širine

120 cm i debljine hrpta 30 cm s ojačanjima u zoni oslanjanja. Svjetla mjera između oslonaca (naglavnica pilota) iznosi cca 8,0 m. Iznad nosača je ploča na licu mjesta debljine 60 cm.

Nosač je vjerojatno dobio udarac od plovila s morske strane. Beton donjeg pojasa odbijen je gotovo cijelom dužinom nosača. Beton hrpta je također odbijen do dubine cca 10 cm. Na cijeloj površini oštećenja vidljive su korodirale armaturne šipke mekane armature (vilice i uzdužna konstruktivna armatura) koje su u prekidu. U prekidu je i šest prednapetih kabela što je polovina od ukupnog broja prednapetih kabela u nosaču. Nosač je oštećenjem izgubio dio betonskog presjeka i polovinu prednapetih kabela što ukazuje na značajno smanjenje nosivosti. Osim samog udarca na površini nosača su vidljive mrlje od vlage i patina, a mjestimično i plića oštećenja zaštitnog sloja betona.

Ploča iznad nosača koja je konzolno istaknuta za 50 cm također je jače oštećena, ali ne od udarca. Zaštitni sloj betona u podgledu potpuno je otpao gotovo cijelom dužinom nosača i vidljive su jače korodirale armaturne šipke. Šipke su mjestimično u prekidu i potpuno oslobođene od betona.



## OPIS SANACIJE

Obzirom na vrstu i intenzitet oštećenja nosač je potrebno sanirati na gotovo cijeloj njegovoj dužini. Nosač je potrebno sanirati kako bi mu se vratila projektirana nosivost, kako bi se zaustavio proces propadanja zaštitnog sloja betona i korozije armature te kako bi se reprofilirao betonski presjek nosača. Reprofiliranje presjeka nosača potrebno je izvesti certificiranim sustavom za reprofilaciju. Svi premazi, materijali i slojevi moraju biti dio istog certificiranog sustava.

Postupak sanacije :

- uklanjanje oštećenog zaštitnog sloja i labavih komada betona do zdravog i čvrstog betona
- odstranjivanje armaturnih šipki u prekidu i čišćenje armature (koja ostaje) od korozije, morta, prašine i ostalih štetnih materijala koji smanjuju vezu ili pridonose koroziji
- priprema površine betona (čišćenje i hrapavljenje površine betona)
- nanošenje sloja za vezu na stari beton i armaturu (dio certificiranog sustava za reprofilaciju)
- reprofiliranje presjeka nosača certificiranim sustavom za reprofilaciju
- ojačanje nosača (povećanje nosivosti) ljepljenjem karbonskih traka
- površinska zaštita saniranog konstrukcijskog elementa

Prije nanašanja slojeva za reprofilaciju presjeka nosača potrebno je beton postojećeg I – nosača, u zoni oštećenja, osloboditi od labavih komada betona štemanjem s lakim ručnim alatom i mlazom vode pod visokim tlakom (do 500 bara). Potrebno je ukloniti sve labave komade betona kao i svu armaturu koja je u prekidu i nema funkciju. Čišćenje postojećeg betona oštećenog nosača obavlja se u prisustvu nadzornog inženjera. Nakon štemanja kojim treba ukloniti sve labave komade betona i zaštitnog sloja, kompletnu površinu betona I – nosača potrebno je očistiti mlazom vode pod visokim tlakom (do 500 bara) tako da se s betonske površine uklone svi labavi dijelovi agregata i betona. Armaturu koja ostaje potrebno je očistiti od hrđe, ljuskanja, morta, betona, prašine, masnoća i svih ostalih štetnih materijala koji oslabljuju vezu s reparaturnim mortovima ili pridonose koroziji. Površinu betona je potrebno ohrapaviti zbog bolje veze podloge i materijala za reprofilaciju, te očistiti otpuhivanjem komprimiranim zrakom. Tekstura ohrapavljene površine treba biti prikladna proizvodima i sustavima koji će se primijeniti i unaprijed se uvjetuje. Čišćenje i priprema površine betona mora biti izvedena neposredno prije primjene sustava za zaštitu i popravak zbog postizanja puno bolje prionljivosti podloge i novih slojeva. Nakon čišćenja, otvorena armatura se antikorozivno zaštićuje polimercementnim premazom. Na pripremljenu površinu nanaša se adhezioni sloj morta (Sika MonoTop 910 N ili slično) za kvalitetnu vezu između starog betona i novih slojeva reparaturnog morta. Premazuje se betonska površina i sva vidljiva armatura. Adhezija na zdravu betonsku podlogu mora biti najmanje 1,5 MPa, a priprema morta i način nanašanja u svemu prema uputama proizvođača sustava za reprofilaciju. Nakon adhezionog sloja nanaša se sloj reparaturnog morta (Sika MonoTop 412 N ili slično) kojim se reprofilira presjek nosača u debljini do 16,0 cm odnosno do potpune obnove oštećenog profila. Reparaturni mort se na adhezioni sloj obavezno nanaša postupkom "mokro na mokro" zbog osiguranja odgovarajućeg vezanja slojeva. Geometrija reprofiliranog presjeka nosača kao i projektirani gabariti zahvata sanacije detaljno su

prikazani na nacrtima. Nanašanje reparaturnih slojeva može biti tehnologijom utiskivanja i gletanja ili tehnologijom prskanja (mlazni mort). Pri nanašanju reparaturnih slojeva morta strojnom tehnikom prskanja nešto je veći utrošak materijala zbog „odskoka“. Reprofiliranje i zaglađivanje površine te zatvaranje pora izvršiti finim mortom za zaglađivanje obogaćenim umjetnim smolama (Sika MonoTop 723 N ili slično) u debljini 1-5 mm. Mort je također pogodan za popravke manjih oštećenja. Nakon što slojevi reparaturnog morta postignu potrebnu čvrstoću na nosač se lijepe karbonske trake (Sika CarboDur ili slično) kojima se povećava nosivost saniranog nosača. Karbonske trake lijepe se direktno na betonsku površinu i to uzdužno ispod donje zone nosača, a u količini i prema geometriji prikazanoj na nacrtima. Na kraju je potrebno izvesti zaštitni premaz koji mora površinu betona zaštititi od prodora agresivnih tvari te povećati njenu otpornost na pojavu pukotina. Preostalu površinu betona nosača (koja nije reprofilirana), potrebno je očistiti od masnoće, nečistoća i labavih dijelova agregata i betona kao pripremu za zaštitni premaz. Čišćenje površine izvesti, ako je moguće, bez razaranja betona. Sustav premaza za zaštitu površine betona sastoji se od dva premaza. Temeljni premaz za poboljšanje prionljivosti (Sikagard-552W Aquaprimer (M) ili slično) i završni elastični premaz sa svojstvom premoštenja pukotina (Sikagard-550W Elastic (M) ili slično). Sustav zaštitnih premaza nanosi se preko cijele površine nosača i to preko pripremljene površine betona nosača, preko slojeva reparaturnih mortova i preko zaljepljenih karbonskih lamela. Vrlo je važno da adhezijski premaz, reparaturni mortovi i završni zaštitni premaz budu dio istog sustava zaštite (od istog proizvođača). Za izvedbu opisanih radova izvođač je dužan osigurati laki plovni objekt (plato).

U sklopu sanacije uzdužnog nosača potrebno je izvesti i sanaciju donjeg ruba konzolnog istaka gornje betonske ploče. Cijelom dužinom polja (12,0 m) otpao je zaštitni sloj betona i vidljive su korodirale šipke armature. Sanaciju navedenog oštećenja potrebno je provesti reprofilacijom presjeka betona, istim postupkom sanacije kao za uzdužni I-nosač s time da u pogledu konzolnog istaka ploče nije potrebno lijepiti karbonske trake.

Kod izvođenja radova na sanaciji nosača treba se pridržavati smjernica o primjeni propisanoj od strane proizvođača materijala. Prije uporabe materijala certificiranog sustava za reprofilaciju betonskog presjeka i zaštitu površine betona obavezno pročitati najnovije tehničke listove.

#### **4.2. SANACIJA GLAVNOG POPREČNOG NOSAČA U OSI 33 (ošt. 80)**

##### **OPIS OŠTEĆENJA**

Glavni poprečni nosač je armiranobetonski montažni nosač I - presjeka, visine 140 cm, širine 80 cm i debljine hrpta 30 cm. Svetla mjera između oslonaca nosača iznosi cca 11,0 m. Na nosač se oslanjaju uzdužni pločasti nosači transportne trake  $\pi$  – presjeka, a na dijelu nosača gdje se ne oslanjaju  $\pi$  nosači izveden je, iznad nosača, beton na licu mjesta širine 80 cm i visine 60 cm.

Oštećenje nosača posljedica je havarije iz 1994. godine u kojoj je brodopretovarivač pao na konstrukciju obale i ošteti neke njene dijelove završio na morskome dnu ispred obale. U zoni udarca beton na licu mjesta debljine 60 cm zajedno s gornjim pojasom nosača debljine cca 30 cm potpuno je smrvljen u dužini cca 3,50 m. U navedenoj zoni nosača beton nedostaje kao i armatura koja je u prekidu ili je jako deformirana. Kao posljedica vrlo jakog udarca (sile) nosač je uz ležaj na obalnom zidu doživio slom i deformaciju

po cijeloj visini. Na kraju nosača vidljive su jake, duboke i cca 3,0 cm široke kose pukotine (prekoračenje glavnih kosih naprezanja) pod kutem od cca 45° po cijeloj visini nosača. Vidljiva je i jaka deformacija dna nosača za cca 10 cm. U zoni navedenih deformacija nosača beton je raspucao i vidljive su korodirale i jako deformirane nosive armaturne šipke. Na strani prema pilotu kose pukotine su rjeđe i pliće, nagiba su cca 30° i isto se protežu po cijeloj visini nosača. Zaštitni sloj betona s donje strane nosača otpao je gotovo cijelom dužinom nosača i vidljive su jako korodirale nosive šipke donje zone nosača. U zoni uz ležaj oštećen je bok pločastog  $\pi$  nosača transportne trake. Oštećenje je površine cca 100 x 40 cm i dubine do 10 cm. Beton je u zoni oštećenja potpuno otpao, ali vidljiva korodirala armatura nosača nije jače oštećena. Moguća je samo lokalna sanacija opisanog oštećenja.

Nisu uočena oštećenja obalnog zida niti utvrđice u zoni ležaja nosača.

#### OPIS SANACIJE

Obzirom na vrstu i intenzitet oštećenja nosač je potrebno rekonstruirati na cijeloj njegovoj dužini. Uslijed jakog udarca beton nosača je odbijen ili je jako raspucao, a glavna nosiva armatura je oslobođena betona uz mjestimično vrlo jaku plastičnu deformaciju.

Statičkim proračunom dokazano je da vertikalnu nije potrebno sanirati za prijenos horizontalnih vlačnih sila na obalnu konstrukciju (opterećenje broda na poler). Nosač je potrebno sanirati kako bi mu se vratila potrebna nosivost na vertikalnu silu i horizontalna tlačna opterećenja. Postojeći I – nosač „obučić“ će se u novu armiranobetonsku oblogu koja će biti dimenzionirana da u potpunosti preuzme vertikalna i horizontalna tlačna opterećenja, a presjek postojećeg nosača tretirati će se kao „mrtvi teret“.

Prije izvedbe nove betonske obloge potrebno je beton postojećeg I – nosača osloboditi od oštećenog zaštitnog sloja i labavih komada betona štemanjem s lakim ručnim alatom i mlazom vode pod visokim tlakom (do 500 bara). Potrebno je ukloniti sve labave komade betona kao i svu armaturu koja je u prekidu i nema funkciju. Čišćenje postojećeg betona oštećene vertikale obavlja se u prisutstvu nadzornog inženjera vrlo pažljivo kako se ne bi dodatno ugrozila stabilnost postojećeg I – nosača. Nakon štemanja kojim treba ukloniti sve labave komade betona i zaštitnog sloja, kompletnu površinu betona I – nosača potrebno je očistiti mlazom vode pod visokim tlakom (do 500 bara) tako da se s betonske površine uklone svi labavi djelovi agregata i betona. Armaturu koja ostaje potrebno je očistiti od hrđe, ljuskanja, morta, betona, prašine, masnoća i svih ostalih štetnih materijala koji oslabljuju vezu s novom betonskom oblogom ili pridonose koroziji.

Betonska obloga nosača izvesti će se od betona razreda čvrstoće C30/37 i klase izloženosti XC4 i XS1, betoniranjem na licu mjesta u izgubljenoj oplati od čeličnog lima debljine  $d = 6$  mm. Presjek nosača s oblogom ima širinu 140 cm i visinu 230 cm cijelom dužinom osim na mjestima uzdužnih  $\pi$  – nosača gdje ima visinu 170 cm. Oplata je dimenzionirana na pritisak svježeg betona pa je na svakih cca 95 cm po cijelom opsegu ukrućena zavarenim L profilom L150x100x12 mm. Gornji slobodni rub oplata ukrućen je zavarenim kutnim profilom L60x60x6 mm. Svi kutni profili privaruju se na čelični lim oplata kutnim varovima  $a = 4$  mm. Na vrhu oplata potrebno je izvesti 7 komada zatega od kutnog profila L60x60x6 mm, a prema rasporedu vidljivom na radioničkim nacrtima oplata. Zatege se ugrađuju nakon montaže oplata i pričvršćuju se vijcima M20. Oplata se izrađuje u dva dijela kako bi se mogla montirati, a dijelovi (polovine) se međusobno pričvršćuju vijcima M20 na razmaku 150 cm kako je prikazano u nacrtima. U uzdužnom smjeru oplata ima dovoljnu krutost pa se ne mora dodatno ukrućivati. U oplatu se prije montaže ugrađuje kompletna armatura koja se preko distancera privaruje za oplatu. Sva armatura nove obloge je rebrasta kvalitete B500B.

Ležajevi oplata će se izraditi od ležajnih čeličnih limova debljine  $d = 20$  mm i čeličnih limova rebara (ukruta) debljine  $d = 10$  mm. Svi limovi su međusobno zavareni kutnim varovima  $a = 7$  mm. Ležajevi će se pričvrstiti maticama M30 za čelična sidra  $\varnothing 32$  mm prethodno ubetonirana u beton obalnog zida i u beton naglavnice pilota s dužinom sidrenja od 160 cm. Svaki ležaj ima 9 sidara, 6 u gornjoj zoni i 3 u donjoj zoni. Sidra se ugrađuju u prethodno izbušene rupe  $\varnothing 60$  mm koje se zapunjavaju cementnim mortom. Posebnu pažnju pri ugradbi ležajeva obratiti na horizontalnost i niveliranje ležajnih ploha.

Čelične elemente ležajeva i oplata potrebno je antikorozivno zaštititi zbog agresivne sredine (blizina mora). Površine čeličnih limova koje su u kontaktu s novim betonom obloge nije potrebno antikorozivno zaštititi. Čelične elemente koji se zaštićuju potrebno je ispjeskariti do stupnja SA 2½ prema HRN ISO 8501-1:2007. Na pripremljenu površinu čelika direktno se nanosi (bez primera) robusni epoksidni 2-komponentni zaštitni premaz SikaCor SW500 (ili slično) u debljini od 500  $\mu\text{m}$  suhog sloja (proizvođač Sika AG ili slično).

Ležajevi su dimenzionirani tako da mogu preuzeti vertikalnu silu od opterećenja izgubljenom čeličnom oplatom i armiranim betonom nove betonske obloge I – nosača te korisnog opterećenja pločastih  $\pi$  – nosača s opterećenom transportnom trakom.

Zbog otežanog pristupa oštećenom nosaču čelična konstrukcija oplata izrađena je, zbog lakše ugradbe, od dvije polovice u uzdužnom smislu. Oplata se izrađuje u radioni, a montira se s već ugrađenom armaturom i ukrutama. Prije ugradbe oplata potrebno je demontirati konstrukciju transportnih traka i otvoriti prostor između pločastih  $\pi$  – nosača u dužini od po cca 6,0 m lijevo i desno od osi I – nosača. Način montaže grafički je prikazan na nacrtima. Jedna polovica oplata se uz pomoć dvije autodizalice spusti u prostor između vertikale i dijagonale te se manevrom dovede u konačni položaj na ležaju. Na isti način, ali s druge strane ugrađuje se druga polovica oplata. Zatim se polovice oplata spajaju vijcima i ukrućuju poprečnim zategama.

Prije samog betoniranja površina betona I – nosača mora se obavezno navlažiti. Sve otvore i razmake (procijepe) između montirane čelične oplata i betonskih ploha do kojih se betonira obloga, potrebno je zatvoriti daščanom oplatom kako bi se zabrtvio prostor u koji se ugrađuje sveži beton obloge. Betoniranje se izvodi pomoću betonske pumpe, a betonira se kompletna obloga bez prekida. Nakon što beton postigne dovoljnu čvrstoću skidaju se poprečne zatege, zatvara se prostor između pločastih  $\pi$  – nosača i montira se konstrukcija transportnih traka. Za montažu čelične konstrukcije izgubljene oplata potrebno je osigurati dvije autodizalice. Izvođač je dužan dati plan montaže oplata na uvid projektantu.

#### SANACIJA PLOČASTOG $\pi$ – NOSAČA

Obzirom da je oštećenje kraja pločastog nosača manjeg intenziteta i površine (cca 100x35cm i dubine do 9 cm), sanacija se svodi na reprofilaciju betonskog presjeka nosača. Oštećenu površinu je potrebno osloboditi raspucalih i labavih komada betona štemanjem s laganim ručnim alatima. Pri tome je potrebno paziti da se oslobođena armatura dodatno ne oštećuje. Štemanjem površinskog sloja potrebno je doći do zdravog i čvrstog betona. Nakon toga se oštemana površina čisti mlazom vode pod visokim tlakom (do 500 bara) tako da se s betonske površine uklone svi labavi djelovi agregata i betona. Armaturu je potrebno očistiti od hrđe, ljuskanja, morta, betona, prašine, masnoća i svih ostalih štetnih materijala koji oslabljuju vezu s reparaturnim mortovima ili pridonose koroziji. Površinu betona je potrebno ohrapaviti zbog bolje veze podloge i materijala za reprofilaciju, te očistiti otpuhivanjem

komprimiranim zrakom. Čišćenje i priprema površine betona mora biti izvedena neposredno prije primjene sustava za zaštitu i popravak zbog postizanja puno bolje prionljivosti podloge i novih slojeva. Nakon čišćenja, otvorena armatura se antikorozivno zaštićuje polimercementnim premazom. Na pripremljenu površinu nanaša se adhezioni sloj morta (Sika MonoTop 910 N ili slično) za kvalitetnu vezu između starog betona i novih slojeva reparaturnog morta. Premazuje se betonska površina i sva vidljiva armatura. Adhezija na zdravu betonsku podlogu mora biti najmanje 1,5 MPa, a priprema morta i način nanašanja u svemu prema uputama proizvođača sustava za reprofilaciju. Nakon adhezionog sloja nanaša se sloj reparaturnog morta (Sika MonoTop 412 N ili slično) kojim se reprofilira presjek nosača u debljini do 6,0 cm odnosno do potpune obnove oštećenog profila. Reparaturni mort se na adhezioni sloj obavezno nanaša postupkom "mokra na mokro" zbog osiguranja odgovarajućeg vezanja slojeva. Nanašanje može biti tehnologijom utiskivanja i gletanja ili tehnologijom prskanja (mlazni mort). Pri nanašanju reparaturnih slojeva morta strojnom tehnikom prskanja nešto je veći utrošak materijala zbog „odskoka“. Reprofiliranje i zaglađivanje površine te zatvaranje pora izvršiti finim mortom za zaglađivanje obogaćenim umjetnim smolama (Sika MonoTop 723 N ili slično) u debljini 1-5 mm. Mort je također pogodan za popravke manjih oštećenja. Na kraju je potrebno izvesti zaštitni premaz koji mora saniranu površinu betona zaštititi od prodora agresivnih tvari te povećati njenu otpornost na pojavu pukotina. Vrlo je važno da adhezijski premaz, reparaturni mort i završni zaštitni premaz budu dio istog sustava zaštite (od istog proizvođača).

Kod izvođenja radova na sanaciji nosača treba se pridržavati smjernica o primjeni propisanoj od strane proizvođača materijala. Prije uporabe materijala certificiranog sustava za reprofilaciju betonskog presjeka i zaštitu površine betona obavezno pročitati najnovije tehničke listove.

#### **4.3. SANACIJA VANJSKOG GLAVNOG POPREČNOG NOSAČA U OSI 36 (ošt. 89)**

##### **OPIS OŠTEĆENJA**

Krajnji glavni poprečni nosač je armiranobetonski montažni nosač I - presjeka, visine 140 cm, širine 80 cm i debljine hrpta 30 cm. Svetla mjera između oslonaca nosača iznosi cca 11,20 m. Na nosač se gotovo cijelom njegovom dužinom oslanjaju uzdužni pločasti nosači transportne trake  $\pi$  – presjeka, a na kraju prema masivnom obalnom zidu, na dužini cca 2,50 m gdje se ne oslanjaju  $\pi$  nosači izveden je, iznad nosača, beton na licu mjesta širine 80 cm i visine 60 cm.

Oštećenje nosača posljedica dugotrajne izloženosti betona nosača vrlo agresivnom utjecaju okoline. Osim djelovanja mora i atmosferilija pojačanom intenzitetu oštećenja doprinosi i činjenica da se radi o krajnjem nosaču koji je dodatno izložen i mogućim mehaničkim utjecajima. U pogledu nosača zaštitni sloj betona je otpao gotovo cijelom dužinom, pa je vidljiva sva nosiva armatura donje zone nosača. Nosiva uzdužna armatura je jako korodirala, a šipke su u većoj mjeri oslobođene betona. Vilice su također vrlo jako korodirale i većina ih je u prekidu. Opisanim oštećenjima zahvaćen je donji pojas nosača i bočno do visine 30-ak cm što znači cijela donja zadebljana zona nosača. U zoni hrpta nosača nema jačih oštećenja. Gornji pojas nosača ima na vanjskoj strani gotovo cijelom dužinom vrlo duboke uzdužne pukotine u zaštitnom sloju, a vidljivo je i mjestimično pločasto odlamanje zaštitnog sloja betona što ukazuje na koroziju armature i izbijanje zaštitnog sloja betona. Mjestimično su odlomljeni komadi betona na kutu nosača. Beton iznad nosača ima mjestimično jača oštećenja zaštitnog sloja s površinski vidljivim armaturnim šipkama. Sav beton nosača i beton iznad nosača je vrlo prljav s vidljivim mrljama od vlage i curenja vode.

Mjestimično je površina betona jače hrapava. U beton nosača s vanjske strane pričvršćeni su čelični nosači cjevovoda što je mjestimično dodatno oštetilo beton nosača. Nisu uočena oštećenja obalnog zida niti naglavnice pilota u zoni ležaja nosača.

## OPIS SANACIJE

Stupanj i zahvaćena površina oštećenja ukazuje na to da je potrebna sanacija kompletnog nosača u punoj dužini. Nosač je potrebno sanirati kako bi mu se vratila projektirana nosivost, kako bi se zaustavio proces propadanja zaštitnog sloja betona i korozije armature te kako bi se reprofilirao betonski presjek nosača. Reprofiliranje presjeka nosača potrebno je izvesti certificiranim sustavom za reprofilaciju. Svi premazi, materijali i slojevi moraju biti dio istog certificiranog sustava.

Postupak sanacije :

- uklanjanje čeličnih nosača cjevovoda
- uklanjanje oštećenog zaštitnog sloja i labavih komada betona do zdravog i čvrstog betona
- odstranjivanje armaturnih šipki u prekidu i čišćenje armature (koja ostaje) od korozije, morta, prašine i ostalih štetnih materijala koji smanjuju vezu ili pridonose koroziji
- priprema površine betona (čišćenje i hrapavljenje površine betona)
- nanošenje sloja za vezu na stari beton i armaturu (dio certificiranog sustava za reprofilaciju)
- reprofiliranje presjeka nosača certificiranim sustavom za reprofilaciju
- ojačanje nosača (povećanje nosivosti) ljepljenjem karbonskih traka i tkanine
- površinska zaštita saniranog konstrukcijskog elementa

Prije nanašanja slojeva za reprofilaciju presjeka nosača potrebno je beton postojećeg I – nosača, u zonama oštećenja, osloboditi od labavih komada betona štemanjem s lakim ručnim alatom i mlazom vode pod visokim tlakom (do 500 bara). Potrebno je ukloniti sve labave komade betona kao i svu armaturu koja je u prekidu i nema funkciju. Čišćenje postojećeg betona oštećenog nosača obavlja se u prisustvu nadzornog inženjera. Nakon štemanja kojim treba ukloniti sve labave komade betona i zaštitnog sloja, kompletnu površinu betona I – nosača potrebno je očistiti mlazom vode pod visokim tlakom (do 500 bara) tako da se s betonske površine uklone svi labavi djelovi agregata i betona. Armaturu koja ostaje potrebno je očistiti od hrđe, ljuskanja, morta, betona, prašine, masnoća i svih ostalih štetnih materijala koji oslabljuju vezu s reparaturnim mortovima ili pridonose koroziji. Površinu betona je potrebno ohrapaviti zbog bolje veze podloge i materijala za reprofilaciju, te očistiti otpuhivanjem komprimiranim zrakom. Tekstura ohrapavljene površine treba biti prikladna proizvodima i sustavima koji će se primijeniti i unaprijed se uvjetuje. Čišćenje i priprema površine betona mora biti izvedena neposredno prije primjene sustava za zaštitu i popravak zbog postizanja puno bolje prionljivosti podloge i novih slojeva. Nakon čišćenja, otvorena armatura se antikorozivno zaštićuje polimercementnim premazom. Na pripremljenu površinu nanaša se adhezioni sloj morta (Sika MonoTop 910 N ili slično) za kvalitetnu vezu između starog betona i novih slojeva reparaturnog morta. Premazuje se betonska površina i sva vidljiva armatura. Adhezija na zdravu betonsku podlogu mora biti najmanje 1,5 MPa, a priprema morta i način nanašanja u svemu prema uputama proizvođača sustava za reprofilaciju. Nakon adhezionog sloja nanaša se sloj reparaturnog morta (Sika MonoTop 412 N ili slično) kojim se reprofilira presjek nosača u debljini do 15,0 cm odnosno do potpune obnove oštećenog profila. Reparaturni mort se na adhezioni sloj obavezno nanaša postupkom "mokro na mokro" zbog osiguranja odgovarajućeg vezanja slojeva. Geometrija reprofiliranog presjeka nosača kao i projektirani gabariti zahvata

sanacije detaljno su prikazani na nacrtima. Nanašanje reparaturnih slojeva može biti tehnologijom utiskivanja i gletanja ili tehnologijom prskanja (mlazni mort). Pri nanašanju reparaturnih slojeva morta strojnom tehnikom prskanja nešto je veći utrošak materijala zbog „odskoka“. Reprofiliranje i zaglađivanje površine te zatvaranje pora izvršiti finim mortom za zaglađivanje obogaćenim umjetnim smolama (Sika MonoTop 723 N ili slično) u debljini 1-5 mm. Mort je također pogodan za popravke manjih oštećenja. Nakon što slojevi reparaturnog morta postignu potrebnu čvrstoću na nosač se lijepe karbonske trake (Sika CarboDur ili slično) kojima se povećava nosivost saniranog nosača. Karbonske trake lijepe se direktno na betonsku površinu i to uzdužno ispod donje zone nosača, a u količini i prema geometriji prikazanoj na nacrtima. Također, poprečno (bočno), po opsegu hrpta i donje zone nosača, lijepe se tkanina od karbonskih vlakana (SikaWrap-231C ili slično) za ojačanje nosača na djelovanje poprečne sile. Bridovi nosača moraju biti pravilno obrađeni (u radijusu min. 2 cm) kako bi se tkanina bez loma prevukla preko njih. Tkaninu je također zbog lomova, potrebno sidriti u nosač užetom od karbonskih vlakana (SikaWrap Anchor C ili slično) prema rasporedu i detaljima iz nacrti, a u svemu prema uputama proizvođača. Na kraju je potrebno izvesti zaštitni premaz koji mora površinu betona zaštititi od prodora agresivnih tvari te povećati njenu otpornost na pojavu pukotina. Preostalu površinu betona nosača (koja nije reprofilirana), potrebno je očistiti od masnoće, nečistoća i labavih dijelova agregata i betona kao pripremu za zaštitni premaz. Čišćenje površine izvesti, ako je moguće, bez razaranja betona. Sustav premaza za zaštitu površine betona sastoji se od dva premaza. Temeljni premaz za poboljšanje prionljivosti (Sikagard-552W Aquaprimer (M) ili slično) i završni elastični premaz sa svojstvom premoštenja pukotina (Sikagard-550W Elastic (M) ili slično). Sustav zaštitnih premaza nanosi se preko cijele površine nosača i to preko pripremljene površine betona nosača, preko slojeva reparaturnih mortova i preko zaljepljenih karbonskih lamela i tkanine. Vrlo je važno da adhezijski premaz, reparaturni mortovi i završni zaštitni premaz budu dio istog sustava zaštite (od istog proizvođača). Za izvedbu opisanih radova izvođač je dužan osigurati laki plovni objekt (plato).

U sklopu sanacije krajnjeg poprečnog nosača potrebno je izvesti i sanaciju betona iznad nosača. Cijelom dužinom nosača, beton iznad nosača je površinski slabije oštećen povećanom hrapavosti i vidljivom segregacijom uz mjestimično jače oštećen zaštitni sloj s površinski vidljivim korodiralim armaturnim šipkama. Sanaciju navedenih oštećenja potrebno je provesti reprofilacijom presjeka zaštitnog sloja betona. Dubina sanacije je mjestimično do max. 5,0 cm. Površinu betona potrebno je osloboditi labavih komada betona i zaštitnog sloja štemanjem s lakim ručnim alatom. Zatim je potrebno kompletnu površinu betona iznad nosača očistiti mlazom vode pod visokim tlakom (do 500 bara) tako da se s betonske površine uklone svi labavi dijelovi agregata i betona. Vidljivu armaturu potrebno je očistiti od hrđe, ljuskanja, morta, betona, prašine, masnoća i svih ostalih štetnih materijala koji oslabljuju vezu s reparaturnim mortovima ili pridonose koroziji. Reprofiliranje, zaglađivanje površine betona i zaštitni premaz izvesti prema već opisanom sustavu za sanaciju i zaštitu betona.

Kod izvođenja radova na sanaciji nosača treba se pridržavati smjernica o primjeni propisanoj od strane proizvođača materijala. Prije uporabe materijala certificiranog sustava za reprofilaciju betonskog presjeka i zaštitu površine betona obavezno pročitati najnovije tehničke listove.

## **2.2. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KAKVOĆE**

### **1. OPĆENITO**

Program kontrole i osiguranja kakvoće ugrađenih materijala napravljen je prema i u skladu sa Zakonom o gradnji (Narodne novine Republike Hrvatske, broj 153/13). Za kontrolu kakvoće mjerodavne su HRN norme i važeći tehnički propisi.

Svi sudionici u građenju, a to su investitor, projektant, izvođač, nadzorni inženjer i revident, dužni su pridržavati se odredbi navedenog zakona te poduzeti sve mjere i postupke u okviru svoje odgovornosti kako bi se osigurala kakvoća ugrađenih materijala i opreme, izvršenih radova, a time i same građevine. Također su dužni pridržavati se odredbi i proces sanacije izvoditi u skladu sa sljedećim zakonima:

- Zakon o zaštiti od požara (NN br. 92/10).
- Zakon o zaštiti okoliša (NN br. 80/13, 153/13, 78/15).
- Zakon o zaštiti na radu (NN br. 71/14, 118/14, 154/14).
- Zakon o građevnim proizvodima (NN br. 76/13, 30/14).

#### **Investitor je dužan :**

- projektiranje, građenje i stručni nadzor građenja, pisanim ugovorom povjeriti osobama registriranim za obavljanje tih djelatnosti,
- osigurati stručni nadzor nad građenjem,
- po završetku gradnje poduzeti potrebne radnje za obavljanje tehničkog pregleda i ishođenje uporabne dozvole,
- pridržavati se svih ostalih obveza po navedenom zakonu.

#### **Izvođač radova je, prema zakonu, dužan :**

- graditi u skladu s građevinskom dozvolom, te dokumentacijom koja je istoj prethodila - posebnim suglasnostima,
- graditi u skladu sa Zakonom o gradnji, tehničkim propisima, posebnim propisima i pravilima struke,
- graditi u skladu s lokacijskom dozvolom i projektnom dokumentacijom,
- radove izvoditi na način da se zadovolje svojstva u smislu pouzdanosti, mehaničke otpornosti i stabilnosti, sigurnosti u slučaju požara, zaštite od ugrožavanja zdravlja ljudi, zaštite korisnika od povreda, zaštite od buke i vibracija, toplinske zaštite i uštede energije, zaštite od korozije, te svih ostalih funkcionalnih i zaštitnih svojstava,
- ugrađivati materijale, opremu i proizvode predviđene projektom, provjerene u praksi, a čija je kvaliteta dokazana certifikatom proizvođača koji dokazuje da je kvaliteta određenog proizvoda u skladu sa važećim propisima i normama,
- osiguravati dokaze o kvaliteti radova i ugrađenih proizvoda i opreme u skladu s projektom i zakonom.

Kako bi se osigurao ispravan tok i kvaliteta građenja, izvođač mora na gradilištu posjedovati odgovarajuću dokumentaciju za građenje i obavljati potrebne radnje prema istoj, kako slijedi :

- građevinsku dozvolu i prethodnu dokumentaciju,
- građevinski dnevnik i građevinsku knjigu,



- rješenja o postavljenju odgovornih osoba,
- elaborat organizacije gradilišta sa primijenjenim mjerama zaštite na radu i zaštite od požara,
- elaborat montaže konstruktivnih skela i vođenje knjige montaže,
- izvršiti osiguranje iskolčenja građevina,
- dokumentaciju o kvaliteti radova i ugrađenim materijalima i opremi,
- izvještaj o ispitivanju kontrole betona od strane ovlaštene organizacije prema programu ispitivanja,
- odgovarajuće ateste i uvjerenja za svu ugrađenu opremu,
- zapisnike o montaži opreme,
- jamstvene listove,
- uputstva o pogonu i održavanju,
- rezultate ispitivanja kvalitete - odgovarajuće ateste i uvjerenja,
- izvještaje o ostalim eventualnim radovima i opremi ( izolacije i sl.),
- elaborat izvedenog stanja građevine,
- sva ostala ispitivanja i radnje koja nisu navedena, a koja su potrebna radi osiguranja kvalitete radova i ugrađenog materijala i opreme.

O izvršenim kontrolnim ispitivanjima materijala koji se ugrađuju u građevinu, a koji su predmet ovog programa potrebno je za cijelo vrijeme građenja voditi dokumentaciju te sačiniti izvješća o pogodnosti primjene-ugradnje ispitivanih materijala na način opisan u ovom programu ili navedenim normama.

Izviješće o pogodnosti materijala mora sadržavati slijedeće dijelove:

- naziv materijala, laboratorijsku oznaku uzorka, količinu uzorka, namjenu materijala, mjesto i vrijeme (datum) uzimanja uzoraka te izvršenih ispitivanja, podatke o proizvođaču i investitoru, podatke o građevini za koju se uzimaju uzorci odnosno vrši ispitivanje;
- prikaz svih rezultata laboratorijskih (terenskih) ispitivanja za koje se izdaje uvjerenje (izviješće) odnosno ocjena kvalitete u skladu sa ovim programom i u njemu navedenim normama;
- cjenu kvalitete i mišljenje o pogodnosti (upotrebljivosti) materijala za primjenu na navedenoj građevini te rok do kojega vrijedi izviješće.

Rezultati svih laboratorijskih ispitivanja moraju se redovito upisivati u laboratorijsku dokumentaciju (dnevnik, knjiga ili sl.).

Uz dokumentaciju koja prati isporuku proizvoda, proizvođač je dužan priložiti rezultate tekućih ispitivanja koji se odnose na isporučene količine.

Za materijale koji podliježu obaveznom atestiranju izdaje se atestna dokumentacija prema propisima.

Izviješća odnosno rezultati ispitivanja izdaju se na formularima koji nose oznaku ovlaštene organizacije uz naznaku mjesta i osoba koje su izvršile ispitivanje.

Izviješća te rezultati ispitivanja moraju se pravovremeno dostavljati nadzornom inženjeru.

## 2. PRETHODNI I PRIPREMNI RADOVI

U prethodne i pripremne radove spadaju radovi kojima se omogućava prilaz i priprema za obavljanje radova na sanaciji. Za obavljanje sanacijskih radova izvođač mora osigurati plutajući radni plato pogodan za manevriranje u zoni nosača koje je potrebno sanirati. Također izvođač mora osigurati dostupnost dvije dizalice u zoni sanacije unutarnjeg

poprečnog nosača. Prije započinjanja radova na sanaciji nosača potrebno je demontirati i ukloniti sve čelične konstrukcije (konstrukcija transportnih traka), čelične nosače i profile pričvršćene na samoj zoni ili u neposrednoj blizini zone sanacijskih radova. Također je potrebno ukloniti sve ograde, vodilice i svu opremu koja može onemogućavati jednostavno i sigurno izvođenje sanacijskih radova. Pri oslobađanju pristupa oštećenim nosačima voditi računa o prelaganju eventualno postojećih instalacija.

Za sanaciju unutarnjeg poprečnog nosača potrebno je ukloniti poklopne ploče između uzdužnih pločastih  $\pi$  – nosača transportnih traka u dužini od po cca 6,0 m lijevo i desno od osi I – nosača.

Izvođač je dužan odrediti i osigurati privremene reperi radi kontrole izvedenih sanacijskih radova, položajno i visinski.

Slijede radovi koji obuhvaćaju ograđivanje gradilišta, manipulativnih površina i odlagališta materijala, strojeva i opreme. Zatim osiguranje susjednih površina i prilaza za vrijeme izvođenja radova, od opasnosti gradilišta i po okolinu opasnih građevinskih i ostalih radova.

Organizacija gradilišta, tehnička oprema i mehanizacija na gradilištu, moraju biti u skladu sa zahtjevima projekta, što se mora redovito kontrolirati u cilju cjelovitog i dosljednog izvršenja građevinskih radova.

### 3. BETONSKI, ARMIRANOBETONSKI I TESARSKI RADovi

Svi betonski i armiranobetonski radovi moraju se izvršiti prema važećim HRN normama i Tehničkom propisu za betonske konstrukcije (NN br. 139/09, 14/10, 125/10 i 136/12). Svi materijali potrebni za betoniranje, agregati, cementi, voda i armature moraju biti kvalitetni prema važećim propisima i standardima, uz odgovarajuća atestiranja. Sve betonske mješavine moraju se izraditi prema projektu betona.

#### AGREGAT ZA BETON

**Tehnička svojstva agregata** za beton moraju ispunjavati opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu u betonu, i specificirana su prema Prilogu D Tehničkog propisa za betonske konstrukcije i normom HRN EN 12620.

- Granulometrijski sastav frakcije agregata d/D svrstava se u razrede prema HRN EN 12620, ispituje se prema normi HRN EN 933-1.
- Granulometrijski sastav punila ispituje se prema normi HRN EN 933-10.
- Sadržaj sitnih čestica ispituje se prema normi HRN EN 933-1, a za slučaj sadržaja sitnih čestica > 3% primjenjuju se norme HRN EN 933-8 i HRN EN 933-9.
- Oblik zrna krupnog agregata zadovoljava razred indeksa oblika prema HRN EN 12620, ovisno o namjeni betona. Indeks oblika ispituje se prema HRN EN 933-4.
- Otpornost na drobljenje krupnog agregata zadovoljava razred prema HRN EN 12620, ovisno o razredu izloženosti betona. Ispituje se prema normi HRN EN 1097-2.
- Sadržaj sulfata topljivog u kiselini zadovoljava razred prema HRN EN 12620, ispitivanje prema HRN EN 1744-1.
- Sadržaj ukupnog sumpora ispituje se prema HRN EN 1744-1.
- Sadržaj klorida izraženih kao iona klora ispunjava uvjete prema Prilogu D TPBK-a , ispituje se prema HRN EN 1744-1.

- Gustoća zrna i upijanje vode ispituje se prema HRN EN 1097-6, nasipna gustoća prema HRN EN 1097-3.
- Agregat za beton ne smije sadržavati sastojke koji utječu na brzinu vezanja i očvršćivanja betona, npr. organske tvari, šećer, lake čestice. Ispitivanje prema HRN EN 1744-1.
- Mineraloško petrografski sastav agregata ispituje se prema normi HRN EN 932-3.
- Otpornost na smrzavanje krupnog agregata ispituje se prema normi HRN EN 1367-1 ili HRN EN 1367-2., zadovoljava razrede prema HRN EN 12620, ovisno o razredima izloženosti.
- Otpornost na abraziju zadovoljava razred prema HRN EN 12620, ispituje se prema HRN EN 1097-8.
- Ako agregat sadrži potencijalno alkalno-reaktivne sastojke s mogućnošću reakcije s alkalijama, potrebno je provesti daljnja ispitivanja i poduzeti mjere sprečavanja alkalno- silikatne reakcije prema Izveštaju CEN CR 1901.
- Sadržaj školjaka u krupnom agregatu zadovoljava razred prema normi HRN EN 12620, ispituje se prema HRN EN 933-7.

**Potvrđivanje sukladnosti i dokaz uporabljivosti** provodi se prema odredbama Dodatka ZA norme HRN EN 12620 i odredbama posebnog propisa, te prema Prilogu D TPBK-a.

**Ispitivanje svojstava agregata**, uzimanje i priprema uzoraka provodi se prema normama niza HRN EN 932, HRN EN 933, HRN EN 1097, HRN EN 1367, HRN EN 1744.

**Kontrola agregata prije proizvodnje betona** provodi se u centralnoj betonari, u betonari pogona za predgotovljene betonske elemente i u betonari na gradilištu prema normi HRN EN 206-1.

**Proizvođač i distributer agregata** i proizvođač betona dužni su poduzeti odgovarajuće mjere u cilju održavanja svojstava agregata prema Dodatku H norme HRN EN 12620 i dodatku F norme HRN EN 13055-1.

## **CEMENT**

Za proizvodnju betona mogu se upotrebljavati samo cementi čija su svojstva, uvjetovana propisima odgovarajućih standarda, prethodno dokazana. Prethodna ispitivanja i dokaze o podobnosti cementa za betonske radove obavlja institucija ovlaštena za atestiranje cementa.

Prethodni dokaz kvalitete cementa mora se pribaviti za svaku vrstu i klasu cementa pri čemu se pod vrstom cementa podrazumijeva cement određene oznake i određenog proizvođača. Ugovoriti se može samo upotreba cementa prethodno dokazane kvalitete.

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi, te potvrđivanje sukladnosti cementa određuje se i provodi prema Tehničkom propisu za betonske konstrukcije, Tehničkom propisu za cement za betonske konstrukcije i normama na koje ukazuju navedeni propisi.

**Tehnička svojstva za cement i drugi zahtjevi, te način potvrđivanja sukladnosti** provodi se ovisno o vrsti cementa prema slijedećim normama:

- Cement opće namjene (CEM) i cement opće namjene niske topline hidratacije HRN EN 197-1.
- Cement sa zgurom niske početne čvrstoće HRN EN 197-4.
- Posebni cement vrlo niske topline hidratacije HRN EN 14216.
- Bijeli cement HRN EN 197-1.
- Sulfatno otporni cement HRN EN 197-1.
- Kalcijev aluminatni cement HRN EN 14647.

**Ispitivanje svojstava cementa** ovisno o vrsti cementa provodi se prema normama HRN EN 197-1, HRN EN 197-2, HRN EN 197-4, HRN EN 14216, te prema nizu normi HRN EN 196.

### **VODA ZA IZRADU BETONA**

Za izradu betona mora se upotrebljavati voda koja ispunjava uvjete priloga F Tehničkog propisa za betonske konstrukcije, odnosno norme HRN EN 1008, te normi na koje ta norma upućuje.

Izuzetno od ove odredbe pouzdano pitka voda može se upotrebljavati i bez dokaza o njenoj podobnosti za izradu betona.

Otpadne vode iz industrije i vode iz močvara sa sadržajem sastojaka koji bi mogli štetno utjecati na vezanje cementa i očvršćavanje betona, treba u pravilu smatrati neupotrebljivim i izbjegavati njihovu upotrebu. Ako se njihova podobnost za izradu betona i dokaže treba ih stalno kontrolirati prema važećem standardu HRN EN 1008.

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

Kod primjene kloriranih pitkih voda treba imati na umu da je ukupna količina klornih iona u armiranom betonu ograničena na 0,4% mase cementa, pa ako postoji realna opasnost da se propisana količina prekorači, treba kontrolirati količinu klorida i u pitkim vodama.

Morska i bočata voda nisu prikladne za pripremu betona.

### **VODA ZA NJEGU BETONA**

Voda za njegu betona treba ispunjavati iste zahtjeve kao i voda za pripremu betona.

### **BETON**

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi te potvrđivanje sukladnosti betona određuju se, odnosno provode prema Tehničkom propisu za betonske konstrukcije i normi HRN EN 206-1.

Svojstva svježeg betona specificira izvođač betonskih radova. Svojstva očvrstlog betona specificirana su u projektu.

Sastavni materijali od kojih se beton proizvodi, ili koji mu se pri proizvodnji dodaju, moraju ispunjavati zahtjeve normi na koje upućuje norma HRN EN 206-1 i zahtjeve prema Prilozima "C", "D", "E" i "F" Tehničkog propisa za betonske konstrukcije.

## **Svježi beton**

Proizvođač je odgovoran za proizvodnju i transport, a izvođač za ugradbu, zbijanje i njegu svježeg betona. Postupak njege betona prema HRN EN 13670-1 značajno utječe na kasnija svojstva betona.

Redovita kontrolna ispitivanja obuhvaćaju ispitivanja sljedećih svojstava :

- Obradivost ili konzistencija (fluidnost i zbijenost) kontrolirati prema HRN EN 12350-1, HRN EN 12350-2, HRN EN 12350-3, HRN EN 12350-4, HRN EN 12350-5.
- Sadržaj cementa i v/c omjer
- Gustoća betona prema HRN EN 12350-6.
- Temperatura (ne smije biti ispod 5°C, odnosno preko 30°C u vrijeme isporuke).
- Količina zraka prema HRN EN 12350-7.

## **Očvrsnuli beton**

Prije proizvodnje i uporabe novog betona potrebno je provesti početno ispitivanje kako je dano u Dodatku A norme HRN EN 206-1. Početnim ispitivanjem treba utvrditi sastav betona koji zadovoljava sva specificirana svojstva svježeg i očvrsnulog betona. Za početna ispitivanja odgovoran je proizvođač.

Zahtjevi za očvrslu beton definirani su normom HRN EN 206-1, a sastoje se od :

- uzimanja uzoraka betona za ispitivanje čvrstoće prema normama HRN EN 12390-1 i HRN EN 12390-2,
- ispitivanja tlačne čvrstoće uzoraka prema normi HRN EN 12390-3
- ispitivanja vlačne čvrstoće savijanjem uzoraka prema normi HRN EN 12390-5
- ispitivanja vlačne čvrstoće cijepanjem uzoraka prema normi HRN EN 12390-6
- utvrđivanja gustoće očvrsnulog betona prema normi HRN EN 12390-7

Projektom je uvjetovana tlačna čvrstoća betona C30/37 za betonsku oblogu nosača.

Tlačna čvrstoća betona ispituje se prema Prilogu A TPBK-a i normama :

- HRN EN 12390-1 Ispitivanje očvrsnulog betona – 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe
- HRN EN 12390-2 Ispitivanje očvrsnulog betona – 2. dio: Izradba i njegovanje uzoraka za ispitivanje čvrstoće
- HRN EN 12390-3 Ispitivanje očvrsnulog betona – 3. dio: Tlačna čvrstoća uzoraka

Tlačna čvrstoća utvrđena je na uzorcima ispitanim pri starosti betona od 28 dana.

Kontrola tlačne čvrstoće betona na građevini provodi se u skladu s Prilogom J Tehničkog propisa za betonske konstrukcije.

**Za ocjenu sukladnosti primjenjuju se kriteriji za ocjenu identičnosti tlačne čvrstoće iz Priloga B norme HRN EN 206-1.**

## **Trajnost betona**

Prema Tehničkom propisu za betonske konstrukcije potrebno je projektom predvidjeti moguće utjecaje okoliša na građevinu. Prema normi HRN EN 206-1 projektom su specificirani razredi izloženosti za beton obloge nosača i to :

- Korozija armature uzrokovana karbonatizacijom  
⇒ **XC4** (cikličko vlažno i suho ; min.C30/37)

- Korozija armature uzrokovana kloridima iz mora  
⇒ **XS1** (izloženo solima iz zraka, ali ne u izravnom dodiru s morskom vodom; min.C30/37)

Trajnost armiranobetonske konstrukcije postiže se mjerama za spriječavanje korozije armature u betonu. Prema TPBK i normi HRN EN 206-1 zaštita armature od korozije u betonu postiže se izvedbom zahtijevanog zaštitnog sloja betona, izborom vrste cementa i ograničenjem maksimalne količine kloridnih iona u betonu. Norma HRN EN 1992-1-1:2013 daje potrebnu debljinu zaštitnog sloja betona.

Zaštitni sloj betona :

$$c_{\text{nom}} = c_{\text{min}} + \Delta c_{\text{dev}}$$

- uvjeti trajnosti i kvalitete izvedbe elementa betonske konstrukcije :

- uporabni vijek betona obloge – 50 godina
- osigurana je posebna kontrola kvalitete betona beton obloge (S4) :

$$c_{\text{nom}} = 30 + 20 = 50 \text{ mm} - \text{beton je u izgubljenj o} \text{ } \text{čeličnoj oplati, nedostupna konstrukcija !}$$

Količina mikropora uvučenog zraka kontrolira se prema normi HRN EN 12350-7.

### **Potvrđivanje sukladnosti betona**

Potvrđivanje sukladnosti uključuje kontrolu proizvodnje i provodi se prema Tehničkom propisu za betonske konstrukcije, normi HRN EN 206-1 i posebnim propisima. Potvrđivanje sukladnosti dužan je provoditi proizvođač betona uz ovlašteno tijelo.

Potvrđivanje sukladnosti postupak je kojim se potvrđuje da proizvedeni beton ima svojstva prema tehničkoj specifikaciji (HRN EN 206-1), prema Prilogu A Tehničkog propisa za betonske konstrukcije, što se i dokumentira.

Sustav potvrđivanja sukladnosti betona je 2+ .

### **Tvornička kontrola proizvodnje**

Kontrola proizvodnje u tvornici obuhvaća sve mjere nužne za održavanje svojstava betona sukladno specificiranim zahtjevima. To uključuje :

- izbor materijala
- projektiranje betona
- proizvodnju betona preglede i ispitivanja
- uporabu rezultata ispitivanja sastavnih materijala, svježeg i očvrnulog betona i opreme
- potvrđivanje sukladnosti

Za tvorničku kontrolu proizvodnje odgovoran je proizvođač.

Proizvođač betona mora izraditi Priručnik kontrole proizvodnje u kojem je dan sustav kontrole proizvodnje, a odnosi se na osoblje koje upravlja, izvodi i verificira radove, opremu, postupke i sastavne materijale betona.

Kontrola proizvodnje provodi se prema normi HRN EN 206-1.

Svi odgovarajući podaci o kontroli proizvodnje trebaju biti zapisani u izvještajima.

### **Određivanje sastava betona**

Beton mora ispunjavati zahtjeve norme HRN EN 206-1.

Preporuke graničnih vrijednosti sastava betona za najveći v/c omjer i minimalnu količinu cementa dane su u prilogu F navedene norme.

Kod prethodnih ispitivanja i utvrđivanja sastava betona potrebno je zadovoljiti sljedeće zahtjeve :

#### **Zahtjev čvrstoće :**

- razred čvrstoće betona definiran je kao karakteristična vrijednost s 95% vjerojatnosti i s kriterijima sukladnosti prema normi HRN EN 206-1
- razred tlačne čvrstoće za beton obloge nosača : C30/37

#### **Zahtjev trajnosti :**

- trajnost betona u konstrukciji ovisi o razredu izloženosti betona. Za svaki razred izloženosti potrebno je u skladu s važećim normama i propisima ispuniti zahtjeve za sastav betona i to :
- dopušteni tip i razred sastavnog materijala
- maksimalni v/c omjer
- minimalna količina cementa
- najmanji razred tlačne čvrstoće betona
- najmanji sadržaj zraka u betonu
- razredi izloženosti betona obloge nosača : XC4, XS1

#### **Zahtjev obradivosti :**

- obradivost svježeg betona, odnosno konzistencija ispituje se prema normama HRN EN 12350-1; HRN EN 12350-2; HRN EN 12350-3; HRN EN 12350-4 i HRN EN 12350-5
- gustoća svježeg betona ispituje se prema normi HRN EN 12350-6
- količina zahvaćenog zraka u svježem betonu mjeri se porometrom prema normi HRN EN 12350-7

### **Specifikacija betona**

#### **Osnovni zahtjevi**

Svi betoni moraju ispunjavati zahtjeve norme HRN EN 206-1.

Osnovni zahtjevi po dijelovima konstrukcije :

##### **a) armiranobetonska obloga nosača :**

- Razredi izloženosti: **XC4 i XS1**
- Razred tlačne čvrstoće: **C30/37**
- Maksimalna nominalna gornja veličina zrna agregata: **31,5 mm**
- Razred sadržaja klorida: **Cl 0,20**

### **Dodatni zahtjevi**

Zbog opasnosti od korozije armature u betonskoj konstrukciji izloženoj agresivnom okolišu razreda XC (osim razreda XC1) i XD određenom prema normi HRN EN 206-1, nije dopuštena ugradba betona koji sadrže cemente vrste CEM III/C (metalurški cement) te glavnog tipa CEM IV (pucolanski cement) i CEM V (miješani cement) prema normi HRN EN 197-1.

### **Kontrola proizvodnje projektiranog betona**

**Sastavne materijale, opremu, postupak proizvodnje i beton treba kontrolirati prema specifikacijama sukladnosti i odredbama norme HRN EN 206-1 (točka 9.9).**

### ***Isporuka betona***

Prilikom svake isporuke betona proizvođač mora korisniku dostaviti otpremnicu koja sadrži slijedeće informacije :

- ime tvornice betona
- serijski broj otpremnice
- datum i vrijeme utovara, tj vrijeme prvog kontakta cementa i vode
- broj ili identifikaciju vozila i vozača
- ime kupca
- ime i lokaciju gradilišta
- komercijalni naziv betona
- količina betona u m<sup>3</sup>
- specifikaciju svih karakteristika projektiranog betona (razred tlačne čvrstoće, razred izloženosti, razred konzistencije, razred gustoće, max. sadržaj klorida, max. gornja veličina zrna agregata, tip agregata, tip i razred čvrstoće cementa, tipovi aditiva)
- deklaracija sukladnosti prema normi HRN EN 206-1
- ime ili znak certifikacijskog tijela
- vrijeme u kojem beton stiže na gradilište
- vrijeme početka istovara
- vrijeme kraja istovara
- detalje o projektiranoj mješavini (razred čvrstoće, razred izloženosti, sadržaj klorida, razred konzistencije, tip i razred čvrstoće cementa, maksimalnu nominalnu gornju veličinu agregata, i sve ostale projektom uvjetovane vrijednosti)

### **Kontrolni postupci na gradilištu**

**Kontrolni postupci na gradilištu za svježi i očvrslu beton provode se prema odredbama Priloga J TPBK-a.**

**Za beton projektiranog sastava dopremljenog iz centralne betonare odgovorna osoba obavezno utvrđuje, neposredno prije ugradbe, provedbu kontrolnih postupaka utvrđivanja svojstava svježeg i očvrslu betona.**



## **ARMATURA**

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi za armaturu određuju se i provode prema Tehničkom propisu za betonske konstrukcije ( Prilog B ).

### **ČELIK ZA ARMIRANJE**

Na čelik za armiranje primjenjuju se nizovi normi HRN EN 10080.

#### **Specifikacija čelika za armiranje**

U svim armiranobetonskim elementima konstrukcije koristi se armatura B 500 B. Tehnička svojstva armature specificirana su normom HRN EN 10080-3.

#### **Dokazivanje uporabljivosti i potvrđivanje sukladnosti**

Dokazivanje uporabljivosti i potvrđivanje sukladnosti armature provodi se prema projektu i odredbama Priloga B TPBK-a.

Sustav potvrđivanja sukladnosti čelika za armiranje je 1+ .

#### **Ispitivanje**

Ispitivanje svojstava čelika za armiranje provodi se prema nizovima normi HRN EN 10080, te prema nizu normi HRN EN ISO 15630 i prema normi HRN EN 10002-1.

Ispituju se slijedeća svojstva čelika za armiranje :

- granica razvlačenja
- vlačna čvrstoća
- postotak ukupnog izduljenja kod maksimalne sile
- povratno savijanje

#### **Ugradba armature**

Armatura proizvedena prema tehničkoj specifikaciji, za koju je sukladnost potvrđena prema odredbama Priloga B TPBK-a, smije se ugraditi u betonsku konstrukciju ako ispunjava zahtjeve projekta te betonske konstrukcije.

Prije ugradbe armature provode se odgovarajuće nadzorne radnje određene normom HRN EN 13670-1, te druge kontrolne radnje određene Prilogom J TPBK-a.

Armatura mora biti dobro povezana i učvršćena u projektiranom položaju. Podmetačima i razmačnicima osigurati projektirane zaštitne slojeve betona.

## **OPLATA**

Za izvedbu gotovo svih betonskih i armiranobetonskih elemenata potrebno je pravovremeno izraditi, postaviti i učvrstiti odgovarajuću drvenu, metalnu ili sličnu oplatu. Oplata mora odgovarati mjerama građevinskih nacрта, detalja i planova oplata. Podupiranjem i razupiranjem oplata mora se osigurati njena stabilnost i nedeformabilnost pod teretom ugrađene mješavine. Unutarnje površine moraju biti ravne i glatke, bilo da su vertikalne, horizontalne ili kose.

Postavljena oplata mora se lako i jednostavno rastaviti, bez udaranja i upotrebe pomoćnih alata i sredstava čime bi se "mlada" konstrukcija izložila štetnim vibracijama. Ako se nakon skidanja oplata ustanovi da izvedena konstrukcija dimenzijama i oblikom ne odgovara projektu Izvođač je obavezan istu srušiti i ponovo izvesti prema projektu. Prije ugradbe svježe mješavine betona u oplatu, ako je drvena, potrebno ju je dobro navlažiti, a ako je metalna mora se premazati odgovarajućim premazom.

Izvođač ne može započeti betoniranje dok nadzorni inženjer ne izvrši pregled postavljene oplata i pismeno je ne odobri.

## **IZVOĐENJE BETONSKIH RADOVA**

### **Općenito**

Izvođač radova dužan je izvesti betonske i armiranobetonske radove prema projektnoj dokumentaciji, a u skladu s odredbama TPBK-a prilog J, normom HRN EN 13670-1 - Izvedba betonskih konstrukcija - 1. dio: Općenito, te drugim normama na koje ova norma upućuje.

Pogon za proizvodnju betona mora ispunjavati zahtjeve norme HRN EN 206-1:2006 Beton - 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost. Za svaku vrstu betona proizvođač odnosno izvođač je dužan dostaviti odgovarajuću ispravu o sukladnosti.

### **Ugradba betona**

Dozvoljena maksimalna visina slobodnog pada betona je 1,5 m ukoliko ne dolazi do segregacije. Za veće visine vertikalnog transporta betona treba osigurati dovoljan broj vertikalnih lijevaka. Nije dozvoljeno transportiranje betona po kosinama.

Transportna sredstva ne smiju se oslanjati na oplatu ili armaturu, kako ne bi dovela u pitanje njihov projektirani položaj.

Svaki započeti betonski konstruktivni dio ili element objekta mora biti betoniran neprekidno u započetoj opsegu, bez obzira na radno vrijeme, brze promjene vremenskih uvjeta ili isključenja pojedinih uređaja mehanizacije iz pogona.

Svježem betonu ne smije se naknadno dodavati voda. U slučaju potrebe za korekcijom konzistencije svježe betonske mase istu je potrebno provesti samo uz dodavanje superplastifikatora (voditi računa o kompatibilnosti dodataka) prema normi HRN EN 934.

Ako dođe do neizbježnog, nepredviđenog prekida betoniranja, betoniranje mora biti završeno tako, da se na mjestu prekida može izraditi konstruktivno i tehnološki odgovarajući radni spoj. Izrada takvog radnog spoja moguća je samo uz odobrenje odgovorne osobe.

Svježi beton se mora ugrađivati vibriranjem u slojevima, čija debljina ne smije biti veća od 50 cm. Sloj betona koji se ugrađuje mora vibriranjem biti dobro spojen s prethodnim donjim slojem betona. Ako dođe do prekida betoniranja, prije nastavka betoniranja, površina sloja betona mora biti dobro očišćena ispuhivanjem i ispiranjem, a po potrebi i pjeskarenjem.

Beton treba ugrađivati što bliže njegovom konačnom položaju u konstrukciji, da bi se izbjegla segregacija, a nije dozvoljeno transportirati betone pomoću pervibratora.

Beton treba ugraditi i zbiti tako da se sva postavljena armatura i ugrađeni elementi opreme dobro obuhvate betonom i osigura zaštitni sloj betona unutar propisanih tolerancija te beton dobije traženu čvrstoću i trajnost. Posebnu pažnju treba posvetiti ugradbi i zbijanju betona

na mjestima promjene presjeka, suženja presjeka, uz otvore, na mjestima zgusnute armature i prekida betoniranja.

Vibriranje, osim ako nije drugačije uvjetovano projektom, treba u pravilu izvoditi uronjenim vibratorima. Beton treba ugrađivati što bliže konačnom položaju u konstrukcijskom elementu. Vibriranjem se beton ne smije namjerno navlačiti kroz oplatu i armaturu. Normalna debljina sloja ne bi smjela biti veća od visine uronjenog vibratora. Vibriranje treba izvoditi sustavnim vertikalnim uranjanjem vibratora tako da se površina donjeg sloja revibrira. Kod debljih slojeva je revibriranje površinskog sloja preporučljivo i radi izbjegavanja plastičnog slijeganja betona ispod gornjih šipki armature.

Beton treba tijekom ugradbe i zbijanja zaštititi od insolacije, jakog vjetra, smrzavanja, vode, kiše i snijega.

U vrijeme visokih dnevnih temperatura (oko 30°C i više), kada postoje poteškoće s održavanjem dozvoljene temperature svježeg betona, početak radova na betoniranju pomaknuti će se prema hladnijem dijelu dana (noć, jutro).

Vrijeme od proizvodnje betona do ugradbe treba biti što kraće, kako bi se izbjegli problemi pri pražnjenju transportnih sredstava i ugradbi zbog smanjenja obradivosti svježe betonske mase. Ugrađivanje se treba odvijati brzo i bez zastoja. Redosljed betoniranja mora omogućiti povezivanje novog betona s prethodnim.

Njegovanje vodom u uvjetima vrućeg vremena je najpogodnije i počinje odmah kada beton počne očvršćivati, a ako je intenzitet isparavanja blizu kritične granice, površina betona će se finim raspršivanjem vode održavati vlažnom, bez opasnosti od ispiranja.

Čelične oplate treba rashlađivati vodom, a podloga prije betoniranja mora biti premazana odgovarajućim premazom. Ukoliko se pukotine pojave već u svježem betonu treba ih zatvoriti revibriranjem.

Voda koja se upotrebljava za njegovanje ne smije biti puno hladnija od betona, kako razlike između temperature betona na površini i unutar jezgre ne bi prouzročile pojavu pukotina. Stoga je efikasan način njegovanja pokrivanjem betona s materijalima koji vodu upijaju i zadržavaju (juta, spužvasti materijal i sl.) i dodatno prekrivanje plastičnom folijom.

Prekrivanje povoljno djeluje i na utjecaj razlika temperatura noć - dan.

Pri temperaturama zraka višim od 25°C temperaturu svježeg betona treba kontrolirati najmanje jedanput u toku 2 sata.

Betoniranje pri temperaturama nižim od +5°C moguće je uz pridržavanje mjera za zimsko betoniranje.

Pri ugradbi, svježi beton mora imati minimalnu temperaturu od +6°C, koja se na nižim pozitivnim temperaturama zraka ( $0 < t < +5^{\circ}\text{C}$ ) može postići zagrijavanjem agregata i vode, pri čemu temperatura mješavine agregata i vode, koji se zagrijavaju, ne smiju prijeći +30°C prije dodavanja cementa. U svakom slučaju temperatura svježeg betona u zimskom periodu na mjestu ugradbe mora biti unutar + 6 do + 15°C.

Odmah poslije ugradbe beton se toplinski zaštićuje pokrivanjem otvorenih površina izolacijskim materijalima, kao i dodatnom izolacijom čeličnih oplate da se omogući normalan tijek procesa vezivanja i stvrdnjavanja te spriječi smrzavanje.

Toplinska izolacija betona mora biti takva da osigura postizanje najmanje 50% projektirane čvrstoće pri pritisku prije nego što beton bude eventualno izložen djelovanju mraza.

Posebno treba voditi računa kod skidanja oplate da temperaturni gradijent ne prijeđe propisane vrijednosti.

U zimskom ili prijelaznom periodu, dok je temperatura zraka ispod +10°C beton u oplati i ispod pokrivača ima zadovoljavajuće uvjete njege i očvršćivanja. Ako je vanjska temperatura veća od + 10°C i relativna vlažnost zraka manja od 40% beton treba njegovati vlaženjem uobičajenim postupcima (polijevanje vodom i prekrivanjem nepropusnim folijama).

Pri temperaturama zraka nižim od + 5°C temperatura svježeg betona mjeri se najmanje jedanput tijekom 2h.

Za potrebe transporta i ugradbe betona treba koristiti slijedeća sredstva :

- Automješalice betona kapaciteta 6 - 9 m<sup>3</sup>, koji su po mogućnosti opremljeni opremom za naknadno doziranje vode ili dodataka betonu.
- Autopumpe ili kran za vertikalni i horizontalni transport svježeg betona na gradilištu.
- Pervibratore dimenzija ovisno o veličini konstruktivnog elementa.

### **Njega betona**

Beton u ranom razdoblju treba zaštititi :

- da se skupljanje svede na najmanju mjeru,
- da se postigne potrebna površinska čvrstoća,
- da se osigura dovoljna trajnost površinskog sloja,
- od smrzavanja,
- od štetnih vibracija, udaraca ili drugih oštećivanja mladog betona.

Beton neposredno nakon betoniranja treba zaštititi i njegovati u trajanju od cca 7 dana.

Beton se može njegovati zadržavanjem u oplati dok ne postigne zahtijevana svojstva. U pogledu održavanja vlage u betonu izvoditelj radova se može opredijeliti za 2 načina njegovanja :

- vlaženje vodom prskanjem direktno ili preko materijala koji zadržava vodu u sebi s tim da temperatura vode ne bude hladnija za više od 10°C od betona (beton njegovan u 100% vlazi)
- sprečavanje gubitka vode iz betona membranama (tvrdi papir, plastika, plastična folija) Pri temperaturama ispod +5°C i iznad +30°C potrebno je osigurati posebne mjere zaštite.

Njegovanje površine betona treba bez odgode započeti odmah po završetku zbijanja i površinske obrade. Ako slobodnu površinu betona treba zaštititi od raspucavanja zbog plastičnog skupljanja, privremeno njegovanje treba primijeniti i prije površinske obrade.

Za beton koji će u eksploataciji biti izložen uvjetima agresivnosti razreda X0 ili XC1 najmanje razdoblje njegovanja treba biti 12 sati, pod uvjetom da vezivanje ne nastupi iznad 5 sati i temperatura površine betona bude veća ili jednaka 5 °C, a za ostale stupnjeve agresivnosti beton treba njegovati dok površinski sloj ne dosegne najmanje 50% uvjetovane tlačne čvrstoće što se dokazuje tehnološkim uzorcima.

### **Oplata i skele**

Izvođač radova mora osigurati da se oplata postavlja očišćena i premazana sredstvom koje će spriječiti nepotrebno prijanjanje betonske mase na podlogu i koje neće štetiti betonu, armaturi i oplati. Oplata treba osigurati betonu projektirani oblik dok ne očvrstne. Izvoditelj mora obratiti pažnju na spojnice koje mora zabrtviti kako bi se izbjegao prekomjerni gubitak cementne paste iz oplata, odnosno kako bi se spriječio nastanak segregacije i "gnijezda" u betonu.

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

Unutarnja površina oplata mora biti čista. Ako se koristi za vidni beton, njezina površinska struktura mora osigurati projektiranu strukturu površine betona.

Skele i oplata se ne smiju uklanjati dok beton ne postigne dovoljnu čvrstoću :

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

Skidanje same oplata treba izvoditi na način da se konstrukcija ne preoptereći i ne ošteti. Opterećenja skela treba otpuštati postupno tako da se drugi elementi skele ne preoptereće. Stabilnost skela i oplata treba osigurati pri oslobađanju i uklanjanju opterećenja. Postupak podupiranja ili otpuštanja kad se primjenjuje za reduciranje utjecaja početnog opterećenja, sukcesivno opterećenje i/ili izbjegavanje velike deformacije treba detaljno utvrditi i razraditi.

## **Armatura**

Čelik za armiranje betona treba zadovoljavati odredbe TPBK-a prilog B, uvjete norme HRN EN 10080 i norme HRN 1130-2 (Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda B) te uvjete projekta konstrukcije. Svaki proizvod treba biti jasno označen i prepoznatljiv.

Površina armature mora biti očišćena od slobodne hrđe i tvari koje mogu nepovoljno djelovati na čelik, beton i/ili vezu između njih.

Armatura će se na gradilište dopremiti u savijenom stanju, a biti će rezana i savijena u armiračkom pogonu.

Čelik za armiranje betona treba rezati i savijati prema specifikacijama iz projekta.

Pri tome :

- savijanje treba izvoditi jednolikom brzinom,
- savijanje čelika pri temperaturi ispod -5 °C, ako je dopušteno projektnim specifikacijama, treba izvoditi uz poduzimanje odgovarajućih posebnih mjera osiguranja,
- savijanje armature grijanjem smije se izvoditi samo uz posebno odobrenje u projektnim specifikacijama.

Šipke čelične armature, zavarene mreže i predgotovljeni armaturni koševi ne smiju se oštetiti tijekom prijevoza, skladištenja, rukovanja i postavljanja na projektiranu poziciju u konstrukciji.

Prije postavljanja armature, mora se ista očistiti od prljavštine, masnoće i ljusaka od korozije. Ispod armature koja se postavlja na tlo potrebno je izvesti sloj za izravnanje.

## **4. ČELIČNA KONSTRUKCIJA**

### **OPĆENITO**

Čelična konstrukcija podliježe primjeni Tehničkog propisa za čelične konstrukcije (NN 112/08, 125/10, 73/12, 136/12). Svi materijali, mehanički spojni elementi i dodatni materijal za zavarivanje koji su potrebni za izradu čelične konstrukcije moraju ispunjavati sve uvjete kvalitete prema važećim propisima i standardima, uz odgovarajuća atestiranja, dok se izvođenje čelične konstrukcije, zavarivanje, održavanje i zaštita čelične konstrukcije mora izvesti stručno uz odgovarajuću opremu i materijal te od osposobljenih djelatnika.

Izvođač je dužan o svom trošku provesti sva potrebna ispitivanja te dobiti certifikate koji potvrđuju kvalitetu materijala i rada. Osim toga, izvođač mora osigurati nadzornom inženjeru mogućnost kontrole rada na raznim dijelovima konstrukcije, bilo u radionici ili na mjestu montaže.

## **MATERIJAL ZA ČELIČNU NOSIVU KONSTRUKCIJU**

### **● PROIZVODI OD ČELIKA**

- Tehnička svojstva i drugi zahtjevi za proizvode te način potvrđivanja sukladnosti proizvoda od čelika koji su sastavni dio elemenata konstrukcije propisuju se Prilogom „A“ Tehničkog propisa za čelične konstrukcije.
- Proizvodi od čelika moraju biti novi, propisno obilježeni i snabdjeveni atestom izdanim od ovlaštenog instituta za ispitivanje kvalitete čelika. Profili i limovi s vidljivim oštećenjima ne smiju se upotrijebiti.

### **Specifikacija materijala za čeličnu nosivu konstrukciju**

#### **S235 HRN EN 10025**

**Potvrđivanje sukladnosti** proizvoda od čelika provodi se prema sustavu ocjenjivanja sukladnosti 2+ te prema postupku i kriterijima Dodatka ZA norma HRN EN 10025-1 za toplo valjane proizvode iz konstrukcijskog čelika, Dodatka ZA norme HRN EN 10210-1 za toplo oblikovane šuplje profile od nelegiranih i sitno zrnatih konstrukcijskih čelika, odnosno Dodatka ZA norme HRN EN 10219-1 za hladno oblikovane šuplje profile za čelične konstrukcije od nelegiranih i sitno zrnatih čelika.

#### **Norme za proizvode od čelika: HRN EN 10021:2008**

Opći tehnički uvjeti isporuke za čelične proizvode (EN 10021:2006)

#### **HRN EN 10025-1:2006**

Toplo valjani proizvodi od konstrukcijskih čelika -- 1. dio: Opći tehnički uvjeti isporuke (EN 10025-1:2004)

#### **HRN EN 10025-2:2007**

Toplo valjani proizvodi od konstrukcijskih čelika -- 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke za nelegirane konstrukcijske čelike (EN 10025-2:2004)

#### **HRN EN 10027-1:2007**

Sustavi označivanja za čelike -- 1. dio: Nazivi čelika (EN 10027-1:2005)

#### **HRN EN 10027-2:1999**

Sustavi označivanja čelika -- 2. dio: Brojčani sustav (EN 10027-2:1992)

#### **HRN EN 10029:2000**

Toplo valjani čelični limovi debljine  $\geq 3$  mm -- Dopuštena odstupanja dimenzija, oblika i mase (EN 10029:1991)

**HRN EN 10056-1:2005**

Čelični kutnici s jednakim i nejednakim krakovima -- 1. dio: Mjere (EN 10056-1:1998)

**HRN EN 10056-2:2005**

Čelični kutnici s jednakim i nejednakim krakovima -- 2. dio: Dopuštena odstupanja oblika i mjera (EN 10056-2:1993)

**HRN EN 10060:2005**

Toplo valjane okrugle čelične šipke za opću namjenu – Mjere i dopuštena odstupanja oblika i mjera (EN 10060:2003)

**HRN EN 10080:2005**

Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – Općenito (EN 10080:2005)

● **MEHANIČKI SPOJNI ELEMENTI**

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi za mehaničke spojne elemente te način potvrđivanja sukladnosti propisuju se Prilogom “B” Tehničkog propisa za čelične konstrukcije.

Potvrđivanje sukladnosti mehaničkih spojnih elemenata provodi se prema postupku i kriterijima Dodatka ZA norma HRN EN 15048-1 i HRN EN 14399-1, te odredbama Priloga “B” Tehničkog propisa za čelične konstrukcije i posebnog propisa.

**Norme za proizvode od čelika**

**HRN EN 15048-1:2008**

Konstrukcijski vijčani spojevi bez predopterećenja -- 1. dio: Opći zahtjevi (EN 15048-1:2007)

**HRN EN ISO 898-1:2009**

Mehanička svojstva spojnih elemenata izrađenih od ugljičnih i legiranih čelika -- 1. dio: Vijci i svorni vijci propisanog razreda čvrstoće -- Grubi i fini navoj (ISO 898-1:2009; EN ISO 898-1:2009)

**HRN EN 20898-2:2008**

Mehanička svojstva spojnih elemenata -- 2. dio: Matice sa specificiranim vrijednostima ispitnog opterećenja -- Grubi navoj (ISO 898-2:1992; EN 20898-2:1993)

**HRN EN ISO 3269:2005**

Spojni elementi -- Prijamno ispitivanje (ISO 3269:2000; EN ISO 3269:2000)

● **DODATNI MATERIJAL ZA ZAVARIVANJE**

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi za dodatni materijal za zavarivanje te način potvrđivanja sukladnosti propisuju se Prilogom “C” Tehničkog propisa za čelične konstrukcije.

Potvrđivanje sukladnosti dodatnog materijala za zavarivanje provodi se prema postupku i kriterijima Dodatka ZA norme HRN EN 13479, te odredbama Priloga “C” Tehničkog propisa za čelične konstrukcije i posebnog propisa.

Prije početka zavarivanja dijelova konstrukcije izvođač je obavezan uručiti investitoru na odobrenje plan zavarivanja s detaljima. Plan mora sadržavati podatke o vrsti elektroda i postupku zavarivanja, redosljed zavarivanja, zahtjeve o kvaliteti izrade i obrade i zahtjeve o ispitivanjima i kontroli, ateste zavarivača, opreme i radionice.

## IZVOĐENJE I ODRŽAVANJE ČELIČNIH KONSTRUKCIJA

Tehnički i drugi zahtjevi i uvjeti za izvođenje čeličnih konstrukcija te nadzorne radnje i kontrolni postupci pri izvođenju čeličnih konstrukcija te održavanje čeličnih konstrukcija građevina propisuju se Prilogom "I" Tehničkog pravilnika za čelične konstrukcije, ukoliko tim prilogom nije drukčije propisano.

Propisana klasa izvođenja čelične konstrukcije je EXC2. U skladu s time potrebno je provoditi sve radnje kod radioničke izrade i montaže čelične konstrukcije, te kontrolu izrade i montaže prema HRN EN 1090-2:2011.

### ● ZAVARIVANJE (HRN EN ISO 3834-3:2007)

Prije početka zavarivanja izvođač je obavezan uručiti Investitoru na odobrenje plan zavarivanja s detaljima. Plan mora sadržavati podatke od vrsti elemenata, redosljed zavarivanja, zahtjeve o kvaliteti izrade, zahtjeve o izradi i obradi, ispitivanju i kontroli. Izvođač je dužan voditi dnevnik zavarivanja s upisom atmosferskih prilika, temperature okoline, ime i znak stručne kvalifikacije zavarivača, kvalitetu osnovnog i dodatnog materijala i druge podatke koji utječu na kvalitetu zavarivanja. Var mora imati mehaničke osobine najmanje jednake osobinama osnovnog materijala.

Propisana klasa izvođenja čelične konstrukcije EXC2 propisuje razinu kvalitete s obzirom na nepravilnosti varova koja mora biti razine C prema HRN EN 5817:2014.

Pri izradi čelične konstrukcije vrši se povremena ili stalna kontrola, u pravilu uz prisustvo ovlaštenog predstavnika naručioca i izvođača. Prijem konstrukcije se vrši u radionici prije nanošenja zaštite od korozije uz prisustvo ovlaštenih predstavnika naručioca, izvođača, projekatana i izvođača na montaži. Izvođač radova dužan je staviti na uvid potrebnu tehničku dokumentaciju:

- Projekt
- Ateste o osnovnom materijalu
- Ateste o spojnim sredstvima i drugim materijalima ugrađenim u konstrukciju
- Filmove i nalaze o prozračenim zavarenim šavovima, odnosno ateste o kontroli spojeva
- Ateste za zavarivače
- Uvjerenja o kvalifikacijama stručnih lica angažiranih na izradi konstrukcije
- Ateste o dimenzionalnoj kontroli
- Dnevnik zavarivanja

### ● ZAŠTITA OD KOROZIJE

Čelična konstrukcija se nalazi u neposrednoj blizini mora pa spada u sredinu s kategorijom atmosferskih utjecaja C5-M. Prema HRN ISO 12944-5:2008 Tablica A.5. koristiti će se premazni sustav A5M.01. na pripremljenu površinu.

Premazni sustav A5M.01 sastoji se od pripreme površine kvalitete Sa 2 ½ prema HRN ISO 8501-1:2007, te minimalno jednog temeljnog premaza na bazi epoksidnih smola u debljini 150 µm te jednog pokrivnog premaza na bazi epoksidnih smola u debljini od 150 µm. Ukupna minimalna debljina svih premaza sustava je 300 µm.

Sekundarna priprema površine na gradilištu na mjestima eventualno potrebnih gradilišnih zavara izvodi se na kvalitetu ST 3 prema HRN ISO 8501-1:2007.

Sredstva za zaštitu od korozije se nanose tek nakon pismene potvrde Ovlaštenog instituta, registriranog za djelatnost u koju spada izvođenje i kontrola radova na zaštiti od korozije, da



su površine propisno pripremljene i očišćene. Naročita pažnja posvećuje se konstrukcijama koje se nalaze u područjima pod utjecajem primorske klime sa prisutnosti soli. Radovi na premazivanju se ne izvode ako je čelična površina vlažna, ako je relativna vlažnost zraka veća od 80%, ako na svježe premazanu površinu pada prašina ili pijesak, ako je temperatura zraka ispod 5°C ili iznad 40°C.

Prvi temeljni premaz nanosi se u radionici neposredno nakon pripreme čelične površine. Prije nanošenja sljedećeg sloja oštećeni dijelovi moraju se ponovo očistiti i premazati istim slojem premaznog sredstva. Čelične konstrukcije se ne transportiraju dok se premazni sloj ne osuši. Djelomično betonirani dijelovi čelične konstrukcije zaštićuju se antikorozivnim sredstvom cca 10 cm ispod gornje površine betona. Dijelovi ugrađeni u beton moraju se očistiti od kovarine, hrđe i nečistoće i ne zaštićuju se.

Zaštita se mora održavati u ispravnom stanju i u tom cilju se povremeno pregledava. Ovisno o ustanovljenoj razini oštećenja zaštita od korozije se djelomično popravlja, obnavlja ili se izvodi nova.

#### ● **TRANSPORT**

Nakon zaštite od korozije konstrukcija se prije otpremanja važe i obilježava, te priprema za transport. Prilikom transporta elementi se moraju tako složiti da ne dođe do preopterećenja ili oštećenja konstrukcije niti oštećenja zaštite od korozije. Svaki dio koji prilikom transporta bude oštećen, a po mišljenju nadzornog inženjera može se popraviti, zamijeniti će se o trošku izvođača. Manja oštećenja popraviti će izvođač o svom trošku i o tome sastaviti zapisnik. Dijelove transportirati redosljedom potrebnim za nesmetano izvođenje na montaži.

#### ● **MONTAŽA**

Prije montaže mora se prekontrolirati položaj čelične konstrukcije u prostoru. Prije izvođenja, Izvođač je dužan izraditi plan montaže iz kojeg će biti vidljiv redosljed montaže, montaža sredstva za montažu (dizalice, skele), kontrole u pojedinim fazama montaže. Izvođač je dužan izraditi plan zaštite na radu sa svojim predviđenim mjerama sukladno Zakonu o zaštiti na radu.

#### **Popis normi:**

##### **A. Općenito**

###### **HRN EN 1090-1:2009**

Izvedba čeličnih i aluminijskih konstrukcija -- 1. dio: Zahtjevi za ocjenjivanje sukladnosti konstrukcijskih komponenata (EN 1090-1:2009)

###### **HRN EN 1090-2:2011**

Izvedba čeličnih i aluminijskih konstrukcija -- 2. dio: Tehnički zahtjevi za čelične konstrukcije (EN 1090-2:2011)

Tehnički propisi za održavanje čeličnih konstrukcija za vrijeme eksploatacije, SL 6/65 Tehnički propisi za pregled i ispitivanja nosivih čeličnih konstrukcija, SL 6/65

##### **B. Priprema**

###### **HRN EN ISO 9013:2003**

Toplinsko rezanje -- Razredba rezova -- Geometrijska specifikacija proizvoda i dozvoljena odstupanja kakvoće (ISO 9013:2002; EN ISO 9013:2002)

**HRN EN ISO 9013:2003/A1:2008**

Toplinsko rezanje -- Razredba rezova -- Geometrijska specifikacija proizvoda i dozvoljena odstupanja kakvoće (EN ISO 9013:2002/A1:2003)

**nHRN EN ISO 286-2**

Geometrical product specifications (GPS) -- ISO code system for tolerances on linear sizes -  
- Part 2: Tables of standard tolerance grades and limit deviations for holes and shafts  
(ISO/FDIS 286-2:2010; FprEN ISO 286-2)

**HRI CEN/TR 10347:2008**

Uputa za oblikovanje konstrukcijskih čelika u proizvodnji (CEN/TR 10347:2006)

**C. Zavarivanje**

**HRN EN 287-1/AC:2007**

Provjera osposobljenosti zavarivača -- Zavarivanje taljenjem -- 1. dio: Čelici (EN 287-1:2004/AC:2004)

**HRN EN 287-1:2004**

Provjera osposobljenosti zavarivača -- Zavarivanje taljenjem -- 1. dio: Čelici (EN 287-1:2004)

**HRN EN 287-1:2004/A2:2008**

Provjera osposobljenosti zavarivača -- Zavarivanje taljenjem -- 1. dio: Čelici (EN 287-1:2004/A2:2006)

**HRN EN 1011-1:2009**

Zavarivanje -- Preporuke za zavarivanje metalnih materijala -- 1. dio: Opće smjernice za elektrolučno zavarivanje (EN 1011-1:2009)

**HRN EN 1011-2:2002**

Zavarivanje -- Preporuke za zavarivanje metalnih materijala -- 2. dio: Elektrolučno zavarivanje feritnih čelika (EN 1011-2:2001)

**D. Ispitivanja**

**HRN EN 473:2008**

Nerazorno ispitivanje -- Kvalifikacija i potvrđivanje NDT-osoblja -- Opća načela (EN 473:2008)

**HRN EN 571-1:2002**

Nerazorno ispitivanje -- Ispitivanje penetrantima -- 1. dio: Opća načela (EN 571-1:1997)

**HRN EN 970:2000**

Nerazorno ispitivanje zavara nastalih taljenjem -- Vizualno ispitivanje (EN 970:1997)

**HRN EN ISO 17638:2010**

Nerazorno ispitivanje zavara -- Ispitivanje magnetnim česticama (ISO 17638:2003; EN ISO 17638:2009)

**E. Montaža**

**rpHRN ISO 4463-1**

Measurement methods for building -- Setting-out and measurement -- Part 1: Planning and organization, measuring procedures, acceptance criteria (ISO 4463-1:1989)

**rpHRN ISO 7976-1**

Tolerances for building - Methods of measurement of buildings and building products - Part 1: Methods and instruments (ISO 7976-1:1989)

**rpHRN ISO 7976-2**

Tolerances for building - Methods of measurement of buildings and building products -- Part 2: Position of measuring points (ISO 7976-2:1989)

**F. Zaštita od korozije**

**HRN EN 14616:2008**

Toplinsko naštrcavanje - Preporuke za toplinsko naštrcavanje (EN 14616:2004)

**HRN EN 15311:2008**

Toplinsko naštrcavanje - Sastavnice s toplinski naštrcanim prevlakama - Tehnički uvjeti isporuke (EN 15311:2007)

**HRN EN ISO 1461:2010**

Vruće pocinčane prevlake na željeznim i čeličnim predmetima - Specifikacije i ispitne metode (ISO 1461:2009; EN ISO 1461:2009)

**HRN EN ISO 2063:2007**

Toplinsko naštrcavanje - Metalne i druge anorganske prevlake - Cink, aluminij i njihove legure (ISO 2063:2005; EN ISO 2063:2005)

**HRN EN ISO 2808:2008**

Boje i lakovi -- Određivanje debljine filma (ISO 2808:2007; EN ISO 2808:2007)

**HRN EN ISO 8501-1:2007**

Priprema čeličnih podloga prije nanošenja boja i srodnih proizvoda - Vizualna procjena čistoće površine - 1. dio: Stupnjevi hrđanja i stupnjevi pripreme nezaštićenih čeličnih površina i čeličnih površina nakon potpunog uklanjanja prethodnih prevlaka (ISO 8501- 1:2007; EN ISO 8501-1:2007)

**HRN EN ISO 8501-2:2006**

Priprema čeličnih podloga prije nanošenja boja i srodnih proizvoda - Vizualna procjena čistoće površine - 2. dio: Stupnjevi pripreme prethodno zaštićenih čeličnih površina nakon mjestimičnog uklanjanja prethodnih prevlaka (ISO 8501-2:1994; EN ISO 8501-2:2001)

**HRN EN ISO 12944-1:1999**

Boje i lakovi - Zaštita od korozije čeličnih konstrukcija zaštitnim sustavom boja - 1. dio: Opći uvod (ISO 12944-1:1998; EN ISO 12944-1:1998)

**HRN EN ISO 12944-2:1999**

Boje i lakovi - Zaštita od korozije čeličnih konstrukcija zaštitnim sustavom boja - 2. dio: Razredba okoliša (ISO 12944-2:1998; EN ISO 12944-2:1998)

**HRN EN ISO 12944-3:1999**

Boje i lakovi - Zaštita od korozije čeličnih konstrukcija zaštitnim sustavom boja - 3. dio: Razmatranje oblikovanja (ISO 12944-3:1998; EN ISO 12944-3:1998)

**HRN EN ISO 12944-4:1999**

Boje i lakovi - Zaštita od korozije čeličnih konstrukcija zaštitnim sustavom boja - 4. dio: Vrste površina i priprema površina (ISO 12944-4:1998; EN ISO 12944-4:1998)

**HRN EN ISO 12944-5:2008**

Boje i lakovi - Zaštita od korozije čeličnih konstrukcija zaštitnim sustavima boja - 5. dio: Zaštitni sustavi boja (ISO 12944-5:2007; EN ISO 12944-5:2007)

**HRN EN ISO 12944-6:1999**

Boje i lakovi - Zaštita od korozije čeličnih konstrukcija zaštitnim sustavom boja - 6. dio: Metode laboratorijskih ispitivanja svojstava (ISO 12944-6:1998; EN ISO 12944-6:1998)

**HRN EN ISO 12944-7:1999**

Boje i lakovi - Zaštita od korozije čeličnih konstrukcija zaštitnim sustavom boja - 7. dio: Izvođenje i nadzor radova bojenja (ISO 12944-7:1998; EN ISO 12944-7:1998)

**HRN EN ISO 12944-8:1999**

Boje i lakovi - Zaštita od korozije čeličnih konstrukcija zaštitnim sustavom boja - 8. dio: Razvoj specifikacija za nove radove i održavanje (ISO 12944-8:1998; EN ISO 12944- 8:1998)

**G. Tolerancije**

**HRN EN ISO 13920:1999**, Zavarivanje - Opća dopuštena odstupanja za zavarene konstrukcije - Dimenzije za dužine i kutove - Oblik i položaj (ISO 13920:1996; EN ISO 13920:1996).

**UVJETI ZA RADIONICU I DOKAZI GOTOVE KONSTRUKCIJE**

Svi su radovi sukladni normi HRN EN 1090-2:2011 – Izvedba aluminijskih i čeličnih konstrukcija - 2. dio: Tehnički zahtjevi za čelične konstrukcije (EN 1090-2:2008+A1:2011).

U toku građenja izvođač osigurava postupke i dokumentaciju kako je navedeno u nastavku:

- Dokazi pri uvođenju izvođača u posao:
  - Rješenje o upisu Izvođača u Sudski registar
  - Rješenje o imenovanju odgovornih osoba (inženjer gradilišta, osiguranje kvalitete, ovlaštenik zaštite na radu, tehnolog zavarivačkih radova, osoba za nerazorna ispitivanja...)
  - Uvjerenje pogona za izvođenje zavarivačkih radova
- Dokazna dokumentacija tehnologije i sudionika:
  - Tehnološki postupci zavarivanja (podloge za tehnološku razradu, opće upute za zavarivanje, WPS-ovi, upute za vođenje dnevnika, obrazac za praćenje kontrole...)
  - Označavanje varova
  - Plan kontrole i ispitivanja
  - Popis zavarivača i certifikati zavarivača
  - Uvjerenje o osposobljenosti specijaliste za zavarivanje (tehnolog)
  - Uvjerenje operatera za izvođenje ispitivanja bez razaranja
  - Tehnološki postupak antikorozivne zaštite i obrade površina
- Dokazna dokumentacija materijala:
  - Popis ugrađenog osnovnog materijala i certifikati osnovnog materijala
  - Popis ugrađenog dodatnog materijala i certifikati dodatnog materijala
  - Lista ugrađenog osnovnog materijala
  - Popis vijčane robe i certifikati
  - Popis materijala za AKZ i certifikati
- Dokumentacija o tijeku radova:
  - Građevinski dnevnik
  - Dnevnik zavarivanja
  - Dnevnik antikorozivne zaštite
- Izvješća:
  - Izvješće o vizualnoj kontroli zavarivanja
  - Izvješće kontrole antikorozivne zaštite
  - Zapisnici o probnoj montaži
  - Izvješće o pritezanju i kontroli sile pritezanja vijaka
- Zapisnik o preuzimanju konstrukcije

## **RADIONIČKA IZRADA**

- **TOLERANCIJE GEOMETRIJSKIH MJERA I OBLIKA**

Obrada rubova mora zadovoljiti Područje 4, prema HRN EN 1090-2:2011 Izvedba čeličnih i aluminijskih konstrukcija -- 2. dio: Tehnički zahtjevi za čelične konstrukcije (EN 1090 -

2:2008+A1:2011) i HRN EN ISO 9013:2003 Toplinsko rezanje -- Razredba rezova -- Geometrijska specifikacija proizvoda i dozvoljena odstupanja kakvoće (ISO 9013:2002; EN ISO 9013:2002). Svi bridovi moraju se obraditi brušenjem, tako da se odbrusi jednakokraki pravokutni trokut s katetama od 1,0 – 1,5 mm. Nakon brušenja rubovi moraju biti glatki. Dopuštena odstupanja mjera i oblika moraju biti u skladu sa HRN EN ISO 13920:1999, Zavarivanje - Opća dopuštena odstupanja za zavarene konstrukcije - Dimenzije za dužine i kutove - Oblik i položaj (ISO 13920:1996; EN ISO 13920:1996). Prihvatljivim se smatraju klase tolerancije C za dužine i kutove i klase G za pravac, ravnost i paralelnost.

## **KONTROLE KVALITETE**

Kontrolne aktivnosti provoditi će se tijekom izrade i montaže u skladu sa ugovorom, zahtjevima projekta, važećim normama, planovima kontrole i pisanim procedurama.

Planovi kontrole obuhvatiti će sve faze izrade i montaže s opisom načina i postupka kontrole. Izvođač će predati detaljan plan kontrole naručitelju na prihvaćanje i odobrenje. Prilikom odobrenja plana naručitelj može upisati svoje zahtjeve za prisustvo pojedinim aktivnostima označivši ih kao točke svjedočenja ili točke zastoja. Naručitelj i njegovi predstavnici imati će nesmetani pristup prostorijama Izvođača i njegovih podizvođača u svim fazama izrade, montaže i ispitivanja u svrhu nadzora.

### **● KONTROLE PRIJE IZRADE U RADIONICI**

Prije početka izrade Izvođač i njegovi podizvođači provodit će:

- Kontrolu kompletnosti dokumentacije za izvođenje
- Prijemna kontrola nabavljenog materijala i opreme prema podacima iz crteža, normi i certifikata
- Limovi i profili (**HRN EN 10025:2007**)
- Dodatni materijal za zavarivanje (prema normama iz stavka C.6.1. Priloga "C" Tehničkog pravilnika za čelične konstrukcije)
- Vijci visoke klase čvrstoće specifikacija prema nacrtima (**HRN EN 15048- 1:2008**)
- Zaštitni premaz (norme niza **HRN EN ISO 12944**)
- Kontrola svjedočanstva o sposobnosti radionice za zavarivanje
- Kontrola certifikata zavarivača (norme niza **HRN EN 287-1**)
- Kontrola certifikata opreme za zavarivanje
- Kontrola atesta postupaka zavarivanja (**HRN EN ISO 16432:2008, 16433:2008, niz normi HRN EN ISO 15609-15614**)
- Kontrola kvalifikacija operatera za ispitivanje bez razaranja (**HRN EN 473:2008**)

### **● KONTROLA U TIJEKU RADIONIČKE IZRADE**

Tijekom radioničke izrade Izvođač u skladu s planovima kontrole i pripadajućim kontrolnim postupcima provodi sljedeće aktivnosti:

- Identifikacija i sljedivost kvalitete ulaznih materijala, kontrola prijenosa šarži
- Kontrola krojenja i obilježavanja pozicija
- Dimenzionalna kontrola prema odobrenim crtežima i normi za toleranciju mjera i oblika zavarenih konstrukcija (**HRN EN ISO 13920:1999**)
- Kontrola zavarivanja i pripreme za zavarivanje prema propisanim postupcima i

crtežima

- Kontrola kvalitete zavara (nerazorne metode) prema normi (**HRN EN 970:2000, HRN EN 1435, HRN EN ISO 23279:2010, HRN EN 1714, HRN EN 10160:2001**)
- Kontrola odstupanja od linearnosti tlačnih ploča i ukrućenja
- Kontrola čistoće površine prije zaštite i kakvoću izvedenih antikorozivnih premaza (**HRN EN ISO 8501, HRN EN ISO 8503, HRN EN ISO 12944**)
- Izdavanje odgovarajućih izvješća o izvršenim kontrolama
- Provjera načina i ispravnosti vođenja dnevnika izrade, zavarivanja i antikorozivne zaštite
- Probna montaža (izvodi se u pravilu) uz prisustvo ovlaštenih predstavnika proizvođača čelične konstrukcije, naručitelja, Izvođača montažnih radova i projekatnata
- Kontrola označavanja, pakiranja, skladištenja i otpreme

#### ● **KONTROLA KOMPLETNOSTI DOKUMENTACIJE NA GRADILIŠTU**

Za potrebe građenja i montaže čelične konstrukcije na gradilištu treba postojati:

- Dokazna dokumentacija o kakvoći materijala i opreme koja se ugrađuje
- Atesti zavarivača i postupci zavarivanja

#### ● **KONTROLA IZVRŠENIH RADOVA**

Kontrola izvršenih radova tijekom montaže čelične konstrukcije provodi se prema planovima kontrole i kontrolnim postupcima, a obuhvaća:

- Kontrolu tijekom montaže i centriranja
- Kontrolu pripreme spojeva za zavarivanje
- Kontrola mjera i oblika
- Kontrola parametara zavarivanja
- Vizualna, dimenzionalna i kontrola obilježavanja zavara
- Kontrolu kakvoće zavara (nerazorne metode)
- Kontrola izvršene antikorozivne zaštite
- Završnu vizualnu i dimenzionalnu kontrolu

#### ● **PRIMOPREDAJA ČELIČNIH KONSTRUKCIJA**

**A.** Izvođač radova će organizirati završna ispitivanja i kontrolu na gradilištu u prisustvu Naručitelja, pri čemu će se izvršiti sljedeće aktivnosti i nalaz zapisnički konstatirati:

- Provjera kompletnosti čeličnih konstrukcija
- Dimenzionalna kontrola ugradbenih mjera
- Pregled zategnutosti vijčanih spojeva
- Kontrola tehničkih zaštitnih mjera
- Vizualna kontrola ispravnosti ugrađene i montirane konstrukcije
- Pregled dokazne dokumentacije o kakvoći i pouzdanosti izvedbe

**B.** Evidencija primopredaje konstrukcija

Aktivnosti iz gornje točke izvršava Izvođač uz prisustvo podizvođača prema potrebi, Naručitelja i nadzornog inženjera. O izvršenim aktivnostima Izvođač će sastaviti zapisnik koji sadrži

- Datum završnog pregleda
- Predmet završnog pregleda
- Nalaz sa eventualno uočenim neusklađenostima i obavezom tko i do kada mora iste otkloniti
- Popis svih sudionika

C. Po uspješno obavljenom završnom pregledu, uz predočenje zapisnika o izvršenju istog, Izvođač predaje dokaznu dokumentaciju kakvoće i primopredaju ugovorenih radova.

## 5. RADOVI NA SANACIJI NOSAČA

### OPĆI UVJETI

Svi radovi na sanaciji nosača moraju se izvršiti prema važećim HRN normama i Tehničkom propisu za betonske konstrukcije (NN br. 139/09, 14/10, 125/10 i 136/12). Svi materijali koji se rabe u sanacijskim radovima podliježu primjeni Tehničkog propisa o građevnim proizvodima (NN br. 33/10, 87/10, 146/10, 81/11, 100/11, 130/12, 81/13, 136/14).

Svi radovi moraju se izvesti solidno i stručno prema važećim propisima i pravilima dobrog zanata.

Kao referentno tehničko i tehnološko rješenje sanacije nosača odabran je sustav za reprofilaciju presjeka nosača tipa kao SIKA AG. Ponuđač je dužan ponuditi isti ili proizvod jednake kvalitete.

Ukoliko se nudi sustav drugog proizvođača potrebno je navesti naziv, vrstu te način ugradbe. Svi proizvodi predloženi za sanaciju i zaštitu konstrukcije trebaju biti od istog proizvođača materijala.

Sustav za sanaciju armirano-betonske konstrukcije treba biti otporan na velika naprezanja (cikluse smrzavanja/odmrzavanja, soli za odleđivanje ili kloride zbog blizine mora), a ugrađuje se zamjenom, zapunjavanjem, reprofilacijom armirano-betonskih profila koristeći mikroarmirane polimer-cementne mortove koji zadovoljavaju zahtjeve (3, 4 i 7) prema HRN EN 1504-9.

Sustav za zaštitu betonskih elemenata prema zahtjevima (1, 2 i 8) prema HRN EN 1504-9. Sustav za statičko ojačanje treba ispunjavati zahtjev 4 prema HRN EN 1504-9.

### SUSTAV KONTROLE KVALITETE

#### Kvalifikacije proizvođača materijala

Svi materijali certificiranog sustava za reprofilaciju presjeka u daljnjem tekstu će se zvati proizvodi.

Proizvođač odabranog proizvoda treba imati certifikat ISO 9001 i mora imati važeći sustav kontrole kvalitete od strane nezavisne institucije.

Sanacijski materijali moraju imati valjanu potvrdu sukladnosti s uvjetovanim i deklariranim svojstvima ne stariju od 12 mjeseci.



### **Kvalifikacije izvođača**

Izvođač mora biti kvalificiran za radove na sanaciji i zaštiti betona, s iskustvom minimalno 5 godina ili više. Izvođač treba imati iskusne radnike koji imaju potvrdu o školovanju od strane proizvođača materijala.

Izvođač mora imati važeću potvrdu o školovanju za FRP (Fiber-reinforced Polymer) sustav od odabranog proizvođača materijala.

Proizvode treba skladištiti i ugrađivati prema svim sigurnosnim zahtjevima, uzimajući u obzir vremenske uvjete, kao što je specificirano od strane proizvođača materijala ili kako je propisano građevnim normama i pravilima ovjerenim od strane nadzornog inženjera. Za potpunu informaciju o rukovanju i ugradbi materijala treba pogledati Sigurnosno-tehnički list.

### **Dobava, skladištenje i rukovanje**

Svi proizvodi trebaju biti dobavljeni u originalnom, neotvaranom pakiranju s imenom proizvođača, deklaracijom, svojstvima proizvoda i brojem šarže. Oštećeni proizvod mora se odmah ukloniti s gradilišta. Proizvode treba skladištiti iznad tla i zaštititi ih od kiše, smrzavanja ili prevelike topline dok ne budu ugrađeni. Skladištenje i rukovanje proizvodima isključivo prema uputama proizvođača.

### **Uvjeti na gradilištu**

Proizvodi se ne smiju ugrađivati ako pada kiša ili snijeg ili ako se uskoro očekuju takvi vremenski uvjeti. Izvođač treba uzeti u obzir uvjete vjetera u trenutku ugradbe proizvoda radi kvalitete ugradbe i sigurnosti radnika. Minimalna temperatura ugradbe je 5°C, ali pri ugradbi pojedinih komponenti sustava reprofilacije i zaštite betona treba poštovati temperaturne granice navedene u tehničkim listovima. Trebaju se poduzeti sve mjere opreza kako bi se izbjeglo oštećenje površine u zoni sanacijskih radova, a uslijed miješanja i rukovanja proizvodima.

### **Uvjeti izvedbe sanacije**

Tehnologiju izvedbe sanacijskih radova treba precizno opisati u ponudbenoj i ugovornoj dokumentaciji.

Ugovornom dokumentacijom treba organizacijski i dinamički programirati izvedbu radova po predviđenim prioritetima i prema tome planirati i izvršavati i sve pripreme radove.

Kontrolu izvršenja pripremljenih radova, naročito osiguranja potrebne opreme i odgovarajućih radnih skela, dopreme na gradilište predviđenih materijala certificirane kvalitete i angažiranja dovoljnog broja stručnih radnika, treba izvršiti nadzorni inženjer i na osnovu toga odobriti početak glavnih radova.

U izvođenju se izvođač mora pridržavati načina i tehnologije izvedbe koju propisuje proizvođač materijala.

Pri izvođenju radova sanacije konstrukcije izvođač se mora striktno pridržavati usvojenih i od strane projektanta ovjerenih detalja.

Rješenja načina izvedbe i svih detalja u vezi radova sanacije konstrukcije izvođač mora obavezno predočiti projektantu i tek nakon ovjere od strane projektanta može pristupiti izvedbi radova. Izrada rješenja neće se posebno platiti i predstavlja trošak i obavezu izvoditelja.

Sve radove u vezi izvedbe detalja, horizontalnih i vertikalnih slojeva sanacije konstrukcije koji se izvode po odabranom specifičnom proizvođaču, treba obavezno izvesti po detaljima i tehnološkim rješenjima istog. To se odnosi kako na korištenje materijala tako i na uporabu odgovarajućeg alata.

Radove treba izvoditi na čistu, odmašćenu i prema uputama proizvođača pripremljenu podlogu.

Za svaku isporučenu količinu treba prije upotrebe provjeriti propisana osnovna svojstva materijala (prionljivost, čvrstoću).

Nakon izvedbe svakog segmenta sanacije konstrukcije, isti treba pregledati nadzorni inženjer i tek nakon pozitivnog mišljenja i upisa u građevinski dnevnik izvođač može nastaviti s daljim radom. Nepravilno ili nekvalitetno izvedene slojeve izvođač mora na svoj trošak ukloniti i ponovno izvesti.

Na gradilištu izvođač radova, a u skladu sa Zakonom o građenju, mora imati glavnog inženjera gradilišta kvalificiranog za dotične vrste poslova, a koji će stalno boraviti na gradilištu.

Od ulaska na gradilište izvođač je obavezan voditi građevinski dnevnik i građevinsku knjigu. U građevinski dnevnik se unose svi bitni podaci i događaji tijekom građenja, upisuju primjedbe projektanta, nalozi nadzornog inženjera i inspekcije. U građevinsku knjigu bilježe se i dokumentiraju mjerenja i kalkulacije svih faza izvršenog posla i ostali podaci bitni za obračune prema stavkama troškovnika i projektu.

Radovi se izvode prema projektu, a u svim slučajevima potrebne izmjene ili dopune projekta ili njegovih dijelova, odluku o tome donosit će sporazumno projektant, nadzorni inženjer (kao i predstavnik investitora) i predstavnik izvođača radova, a tu svoju odluku unosit će u građevinski dnevnik. Da bi izmjena projekta bila pravovaljana mora je odobriti i potpisati projektant te se izmjena učinjena bez suglasnosti projektanta neće smatrati pravovaljanom i za sobom povlači narušavanje autorskog djela projektanta.

O ispitivanjima i pregledima se vodi posebna evidencija. Ako izvođač radova smatra da pojedinim gore navedenim zahtjevima dolazi do štetnih posljedica po stabilnost ili trajnost objekta ili su pak oni u protivnosti s ostalim podacima danim u projektu, dužan je pravodobno zatražiti odluku u vezi s tim.

Izvođač je dužan, u okviru ugovorene cijene, ugraditi propisani, adekvatan i prema Hrvatskim normama atestiran materijal. Izvođač je također dužan kod izrade sanacije konstrukcije, prema projektom određenom planu ispitivanja materijala, kontrolirati ugrađeni konstruktivni materijal.

Sva oštećenja nastala tijekom izvedbe otklonit će izvođač o svom trošku.

Nakon dovršenja gradnje izvođač je dužan predati investitoru posve uređeno gradilište i okolinu objekta uz obaveznu prisutnost projektanta. Primjedbe dane od strane projektanta imaju istu težinu kao i primjedbe dane od strane nadzornog inženjera investitora.

Za vrijeme trajanja radova izvođač će voditi detaljne zabilješke svih promjena u odnosu na izrađenu tehničku dokumentaciju (izvedbeni projekt) kako bi se omogućila lakša i točnija priprema nacrti "izvedenog stanja" i osiguralo da ti nacrti budu u svakom pogledu točan zapis svih izvedenih radova (građevinski, obrtnički, instalacije) na objektu.

## **Tehnologija izvedbe sanacije**

### Uklanjanje betona

Beton postojećih I – nosača, u zoni oštećenja, potrebno je osloboditi od labavih komada betona i oštećenog zaštitnog sloja do zdravog i čvrstog betona. Uklanjanje betona izvodi se štemanjem s lakim ručnim alatom i čišćenjem oštemane površine s mlazom vode pod visokim tlakom (do 500 bara). Potrebno je ukloniti sve labave komade betona kao i svu armaturu koja je u prekidu i nema funkciju. Čišćenje postojećeg betona oštećenih nosača obavlja se u prisustvu nadzornog inženjera. Nakon štemanja kojim treba ukloniti sve labave komade betona i zaštitnog sloja, kompletnu površinu betona I – nosača potrebno je očistiti mlazom vode pod visokim tlakom (do 500 bara) tako da se s betonske površine uklone svi

labavi djelovi agregata i betona. Armaturu koja ostaje potrebno je očistiti od hrđe, ljuskanja, morta, betona, prašine, masnoća i svih ostalih štetnih materijala koji oslabljuju vezu s reparaturnim mortovima ili pridonose koroziji.

Opseg uklanjanja betona treba biti optimalan za odabranu metodu uklanjanja. Uklanjanje treba biti minimalno uz uvjet da se ne naruši nosivost i stabilnost nosača. Gdje je moguće treba ukloniti vezane dijelove žice, čavle i ostale metalne otpatke ugrađene u beton. Pri uklanjanju betona treba voditi računa da postupak popravka bude što jednostavniji. Rubovi ukonjenog betona trebali bi biti u granicama nagiba u odnosu na površinu betona 90° - 135° kako bi se izbjeglo odlamanje rubova betona i kako bi se osigurala što bolja veza zdravog betona i slojeva reparaturnih mortova. Kada se pri uklanjanju betona armaturna šipka potpuno oslobodi betona minimalni razmak od šipke do očišćene betonske podloge mora biti veća od vrijednosti : 15 mm ili veličina najvećeg zrna agregata materijala za popravak uvećana za 5 mm.

Kriterij za izbor tehnologije uklanjanja betona je zdravo stanje podloge nakon uklanjanja betona. Odabrani postupak uklanjanja betona treba biti učinkovit, ekonomičan i siguran za radnu snagu i okoliš te treba minimalizirati oštećenje (mikropukotine) betona koji ostaje. Tehnološku metodu uklanjanja betona odabire izvođač u skladu s uvjetima, detaljima i rješenjima iz projekta, uvjetima koje propisuje proizvođač materijala sustava sanacije, uvjetima na samom mjestu izvedbe te referenci i iskustava samog izvođača.

#### Priprema površine (hrapavljenje i čišćenje)

Uspješnost sanacije u velikoj mjeri ovisi o stanju pripremljene površine betona. Priprema površine uključuje čišćenje i hrapavljenje površine betona u cilju poboljšanja veze između starog betona i novog sanacijskog sustava. Moguće je odabrati postupak uklanjanja betona koji će ujedno pripremiti površinu betona koja odgovara postupku sanacije. Ako to nije tako potrebna je dodatna priprema površine. Pripremljena betonska podloga za primjenu sanacijskog sustava mora biti slobodna od prašine, nevezanih zrna, površinskih nečistoća i materijala koji smanjuju prionljivost i sprečavaju upijanje. Tekstura ohrapavljene površine treba biti prikladna proizvodima i sustavima koji će se primijeniti i unaprijed se uvjetuje od strane proizvođača sanacijskog sustava. Čišćenje i priprema površine betona mora biti izvedena neposredno prije primjene sustava za zaštitu i popravak zbog postizanja puno bolje prionljivosti podloge i novih slojeva. Tehnološku metodu pripreme površine odabire izvođač u skladu s uvjetima koje propisuje proizvođač materijala sustava sanacije, uvjetima na samom mjestu izvedbe te referenci i iskustava samog izvođača.

Površinu betona koju nije potrebno reprofilirati sustavom reparaturnih mortova potrebno je očistiti mlazom vode pod visokim tlakom (do 500 bara).

#### Priprema armature

Nakon uklanjanja betona oko armature, sva izložena površina armature treba biti očišćena od svih korozijskih produkata (hrđa), masnoće, ostataka morta i betona, klorida te ostalih nečistoća koje smanjuju vezu ili pridonose koroziji. Cijeli opseg izložene armature mora biti jednoliko očišćen. Armatura mora biti očišćena bez oštećenja ili onečišćenja susjednog betona, te po mogućnosti neposredno prije ugradbe sanacijskog sustava. Nakon čišćenja, otvorena armatura se antikorozivno zaštićuje polimercementnim premazom kojim se premazuje i pripremljena površina betona i koji je ujedno i vezni sloj (SN veza) za reprofilijske mortove.

#### Ugradba sanacijskih slojeva

Proizvodi i sustav sanacije trebaju biti prikladni podlozi i konstrukciji na koju se nanose i trebaju pružiti zaštitu i popravak. Izvođač je pri izvedbi dužan pridržavati se svih uputstava i

procedura propisanih od strane proizvođača sustava sanacije. Također, svi radovi moraju biti obavljani u skladu s normama niza HRN EN 1504 iz područja sanacije konstrukcija. Sve karakteristike te način uporabe i ugradbe materijala sustava zaštite i sanacije vidljive su u tehničkim listovima pojedinih proizvoda. Izvođač mora na gradilištu imati educiranu i iskusnu radnu snagu. Veza materijala za popravak s podlogom, kao i veza između njegovih slojeva, ne smije imati čvrstoću manju od zahtijevane što se kontrolira ispitivanjima.

Na pripremljenu površinu nanaša se adhezioni sloj morta (Sika MonoTop 910 N ili slično) za kvalitetnu vezu između starog betona i novih slojeva reparaturnog morta. Premazuje se betonska površina i sva vidljiva armatura. Adhezija na zdravu betonsku podlogu mora biti veća od 1,5 MPa, a priprema morta i način nanašanja u svemu prema uputama proizvođača sustava za reprofilaciju. Nakon adhezionog sloja nanaša se sloj reparaturnog morta (Sika MonoTop 412 N ili slično) kojim se reprofilira presjek do potpune obnove oštećenog profila. Reparaturni mort se na adhezioni sloj obavezno nanaša postupkom "mokro na mokro" zbog osiguranja odgovarajućeg vezanja slojeva.

Nanašanje reparaturnih slojeva može se izvesti :

- tehnologijom utiskivanja i gletanja
- tehnologijom prskanja (mlazni mort)

Ručna ugradba morta primjenjuje se za popravak plitkih i manjih područja na vertikalnim površinama i površinama iznad glave koja su teže dostupna. Ovaj način ugradbe nije pogodan u slučajevima kada je armatura potpuno oslobođena od betona. Pri nanašanju reparaturnih slojeva morta strojnom tehnikom prskanja nešto je veći utrošak materijala zbog „odskoka“. Mlazni beton ili mort nanosi se na površinu pomoću mlaznice pod velikim tlakom. Postupak je pogodan za sanaciju vertikalnih površina i površina iznad glave na teško pristupačnim mjestima. Ako se zahtijeva obrada konstrukcijskog mlaznog morta ili betona, treba je primijeniti na završnom sloju koji nije ugrađen postupkom "mokro na mokro" na konstrukcijski materijal. Mlazni beton ili mort treba ugraditi pod kutom što je moguće bližim 90° u odnosu na plohu podloge i s udaljenosti od 0,5 do 1,0 m između mlaznice i podloge. Reprofiliranje i zaglađivanje površine te zatvaranje pora izvršiti finim mortom za zaglađivanje obogaćenim umjetnim smolama (Sika MonoTop 723 N ili slično) u debljini 1-5 mm. Priprema mortova i način nanašanja u svemu prema uputama proizvođača sustava za reprofilaciju.

### Ojačanje konstrukcije

Nakon izvedbe reprofilacije presjeka nosača pristupa se postupku statičkog ojačanja konstrukcije lijepljenjem lamela i tkanine od karbonskih vlakana (CFRP).

Pretpostavka uspješne sanacije je velika prionljivost između podloge i lamela. To se postiže lijepljenjem lamela pomoću adheziva na osnovi epoksidnih smola. Vrsta i način nanošenja adheziva dio su certificiranog sustava za ojačanje konstrukcija od odabranog proizvođača.

Izvođač je pri izvedbi dužan pridržavati se svih uputstava i procedura propisanih od strane proizvođača sustava za strukturno ojačanje konstrukcije. Sve karakteristike te način ugradbe proizvoda za strukturno ojačanje konstrukcije vidljive su u tehničkim listovima pojedinih proizvoda koji će se uporabiti.

Lamele od karbonskih vlakana lijepe se direktno na saniranu betonsku površinu u podgledu nosača i ojačavaju nosač za djelovanje momenta savijanja. Tkanina od karbonskih vlakana lijepi se na očišćenu betonsku površinu po konturi poprečnog presjeka nosača, a ojačava nosač za djelovanje poprečne sile. Površina na koju se lijepe lamele i tkanina mora biti očišćena od prašine, masnoće, cementnog mlijeka i svih zagađivača te poravnana do tražene ravnosti. Bridovi nosača preko kojih prelazi tkanina od karbonskih vlakana moraju

biti zaobljeni u radijusu minimalno 2,0 cm. Završni sloj reparaturnih mortova (Sika MonoTop 723 N ili slično) treba uporabiti ujedno i kao sloj za izravnanje (kako bi se dobila što ravnija površina za lijepljenje lamela) kao dio istog sustava sanacije, ojačanja i zaštite konstrukcije, od odabranog proizvođača.

Površina koja će se ojačavati karbonskim lamelama mora se izravnati, s varijacijama i tragovima oplata ne većim od 0,5 mm. Ravnost i ujednačenost podloge treba provjeriti metalnom letvicom. Tolerancija za duljinu od 2,0 m je max. 5 mm, a za 0,3 m duljine max. 2 mm.

Čvrstoća podloge mora se provjeriti u svakom slučaju. Srednja vlačna čvrstoća pripremljene betonske podloge trebala bi biti  $2,0 \text{ N/mm}^2$ , a min.  $1,5 \text{ N/mm}^2$ .

Beton mora biti stariji od 28 dana (ovisi o okolini i čvrstoćama).

Lamele od karbonskih vlakana (Sika CarboDur ili slično) lijepe se ljepilom za statička ojačanja (Sikadur-30 ili slično). Prije nanošenja ljepila, očistiti prijanjajuću površinu (Sika Colma Cleaner-om ili slično) da se odstrane zagađivači. Pričekati da se površina osuši prije nanošenja ljepila (> 10 minuta).

Tkanina od karbonskih vlakana u jednom smjeru (SikaWrap-231C ili slično) lijepi se impregnirajućom epoksidnom smolom (Sikadur-330 ili slično). Podloga na koju se lijepi tkanina mora biti suha i čista od ulja, nafte, masnoća i premaza, slobodna od labavih komada i mora imati površinu otvorene teksture. Vlačna čvrstoća pripremljene betonske podloge mora biti minimalno  $1,0 \text{ N/mm}^2$ . Površina na koju će se lijepiti mora biti ravna (max. devijacija 2 mm na 0,3 m duljine), s neravninama i tragovima oplata ne većim od 0,5 mm.

Tkaninu koja se lijepi po konturi nosača potrebno je usidriti u beton nosača na mjestima gdje pod djelovanjem opterećenja sila pokušava tkaninu odlijepiti od betona. Tkanina se sidri s užadi od karbonskih vlakana (SikaWrap Anchor C ili slično). Da bi se karbonska užad mogla ugraditi, u betonu nosača je potrebno izbušiti rupe promjera minimalno 16 mm. Dubina i raster bušenja rupa detaljno su prikazani na nacrtima u projektu. Priprema podloge i postupak ugradbe karbonskih sidara u svemu prema uputstvima, postupku i uvjetima propisanim od strane proizvođača.

Lamele i tkanina od karbonskih vlakana (Carbon-fiber-reinforced polymer) se lijepe na nosače prema detaljnim nacrtima iz projekta. U nacrtima su prikazani tipovi, količina i točne pozicije lijepljenja lamela i tkanine.

### Zaštita površine

Površina betona će se zaštititi viskoelastičnim sustavom premaza za beton sa svojstvom zaštite od karbonatizacije i premoštenja pukotina te otpornosti na starenje, utjecaj soli i atmosferilije. Nanošenjem premaza stvara se kontinuirani zaštitni sloj na površini betona.

Podloga mora biti zdrava, gusta i očišćena od nevezanih dijelova. Vlačna čvrstoća podloge mora biti veća od  $1,0 \text{ N/mm}^2$ .

Zaštitni premaz može se nanijeti na površinu saniranu reparaturnim mortovima kao dio cjelovitog sustava sanacije i zaštite betona, kao i na očišćenu i pripremljenu površinu starog betona.

Priprema površine u svemu prema uputama proizvođača odabranog sustava zaštitnih premaza.

Sustav premaza za zaštitu površine betona sastoji se od dva premaza. Temeljni premaz za poboljšanje prionljivosti (Sikagard-552W Aquaprimer (M) ili slično) i završni elastični premaz sa svojstvom premoštenja pukotina (Sikagard-550W Elastic (M) ili slično). Završni premaz treba nanijeti u 2 sloja ukupne debljine 300  $\mu\text{m}$ .

Način i postupak nanošenja zaštitnog premaza u svemu prema specifikacijama i uputama proizvođača navedenim u tehničkim listovima proizvoda.

Trajnost i kvaliteta zaštite površine betona ovisi o sastavu i debljini nanosenog sloja zaštite koja mora biti u skladu s normom HRN EN ISO 2808:2008.

Sustav zaštitnih premaza kojima se premazuju lamele od karbonskih vlakana (Sika CarboDur ili slično) i tkanina od karbonskih vlakana (SikaWrap-231C ili slično) također ima funkciju zaštite lamela i tkanine od direktnog izlaganja sunčevoj svjetlosti (UV zaštita). Zaštitu od visokih ljetnih temperatura površine betona postići izborom svjetlije boje završnog premaza zaštite (svijetli ton boje betona).

#### **Popis normi:**

**HRN EN 1504-1:2005** Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 1. dio: Definicije (EN 1504-1:2005)

**HRN EN 1504-2:2004** Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 2. dio: Sustavi površinske zaštite (EN 1504-2:2004)

**HRN EN 1504-3:2005** Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 3. dio: Konstrukcijski i nekonstrukcijski popravak (EN 1504-3:2005)

**HRN EN 1504-4:2004** Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 4. dio: Konstrukcijsko lijepljenje (EN 1504-4:2004)

**HRN EN 1504-5:2013** Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 5. dio: Injektiranje betona (EN 1504-5:2013)

**HRN EN 1504-6:2007** Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 6. dio: Sidrenje čelične armature (EN 1504-6:2006)

**HRN EN 1504-7:2007** Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 7. dio: Zaštita armature od korozije (EN 1504-7:2006)

**HRN EN 1504-8:2005** Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 8. dio: Kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti (EN 1504-8:2004)

**HRN EN 1504-9:2008** Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 9. dio: Opća načela za uporabu proizvoda i sustava (EN 1504-9:2008)

**HRN EN 1504-10:2004**

**HRN EN 1504-10/AC:2007** Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -  
- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 10. dio: Primjena  
proizvoda i sustava na gradilištu i kontrola kvalitete radova (EN 1504-10:2003 + EN 1504-  
10:2003/AC:2005)

**HRN EN 206-1:2006** Beton -- 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost  
(uključuje amandmane A1:2004 i A2:2005) (EN 206-1:2000+A1:2004+A2:2005)

**HRN 1128:2007** Beton – Smjernice za primjenu norme HRN EN 206-1

**HRN EN 13670-1:2002** Izvođenje betonskih konstrukcija – 1. dio: Općenito

**HRN EN 14487-1:2005** Mlazni beton -- 1. dio: Definicije, specifikacije i sukladnost (EN  
14487-1:2005)

**HRN EN 14487-2:2007** Mlazni beton -- 2. dio: Izvedba (EN 14487-2:2006)

**HRN EN ISO 2808:2008** Boje i lakovi -- Određivanje debljine filma (ISO 2808:2007; EN ISO  
2808:2007)

## 2.3. TROŠKOVNIK

### OPĆENITO

Tehnički opis, te program kontrole i osiguranja kakvoće, smatraju se sastavnim dijelovima ovog troškovnika. Isto vrijedi i za sve detaljne upute i upozorenja na nacrtima.

Glede navedenih kvaliteta materijala sustava za sanaciju navedenih troškovnikom, ponuđači mogu ponuditi i druge vrste materijala i radova prema svojoj tehnologiji i mogućnostima, ali samo uz suglasnost projektanta i ako zadovoljavaju odredbe HRN-i.

Cijenom izvedbe radova treba obavezno uključiti sve materijale koji se ugrađuju i koriste (osnovne i pomoćne materijale), sav potreban rad na izvedbi radova do potpune gotovosti i funkcionalnosti istih, sve transporte i prijenose do i na gradilištu sve do mjesta ugradbe, sva potrebna uskladištenja i zaštite, sve potrebne zaštitne konstrukcije i skele, kao i sve drugo predviđeno mjerama zaštite na radu i pravilima struke.

U cijenu treba također uključiti izvedbu i obradu slojeva sanacije konstrukcije po detaljima kod prelaza, lomova i sudara ploha, završetaka slojeva, sve do potpune gotovosti i funkcionalnosti.

Glede specifičnosti gore navedenih radova, izvođač je dužan prije davanja ponude obavezno se upoznati s načinom i detaljima izvođenja sanacijskih radova koji su opisani u ovom troškovniku te s tehnologijom i specifičnostima izvođenja radova odabranog proizvođača. Prije uporabe materijala certificiranog sustava za reprofilaciju betonskog presjeka i zaštitu površine betona obavezno pročitati najnovije tehničke listove. Radnici za izvođenje ovih radova moraju biti obučeni za izvođenje istih. Sve eventualne nejasnoće i nedoumice izvođač je dužan dogovoriti i uskladiti s projektantom prije davanja ponude. Nikakvi naknadni zahtjevi neće se uvažiti.

Količine u pojedinim stavkama troškovnika dobivene su na bazi procjene projektanta. Stvarno potrebnu količinu pojedinih vrsta radova odrediti će nadzorni inženjer na gradilištu u konzultaciji s projektantom nakon detaljnih pregleda pojedinih oštećenja (nakon štemanja). Obračun količina potrebno je vršiti neposrednom kontrolom ugrađenog materijala.

Obaveza izvođača je na propisan način zbrinuti otpadni materijal i višak materijala, što je obuhvaćeno jediničnim cijenama troškovnika. Jedinične cijene ovog troškovnika uključuju sve troškove za zbrinjavanje otpada i višak materijala. Također treba ukalkulirati troškove sukcesivnog odvoza materijala na deponiju, kako bi se omogućio nesmetan tok radova sanacije po terminskom planu.

NAPOMENA: Gabariti postojeće konstrukcije preuzeti su iz starijih projekata iste, pa je potrebno, prije izrade čelične oplata i armature, sve mjere elemenata konstrukcije vezane za sanaciju provjeriti na licu mjesta.

### 1. PRIPREMNI RADOVI

#### 1.1. Demontaža čeličnih nosača i cjevovoda na krajnjem (rubnom) glavnom poprečnom I-nosaču u osi 36.

Čelični nosači cjevovoda pričvršćeni su ankerima na beton iznad glavnog poprečnog nosača.



Demontaža se izvodi skidanjem navrtki sa sidara, odnosno rezanjem sidara u razini lica betonske površine. Pri demontaži paziti da se u zonama usidrenja, jače ne ošteti beton podloge. Konstrukciju cjevovoda potrebno je deponirati prema zahtjevu Investitora.

U jediničnoj cijeni obračunat je sav potreban materijal i rad na demontaži i deponiranju čeličnih nosača i cjevovoda prema odredbi nadzornog inženjera.

Obračun paušalno.

paušalno po Kn

#### **1.2. Demontaža konstrukcije transportnih traka 1 i 2 u zoni glavnog poprečnog I- nosača u osi 33.**

Konstrukciju transportnih traka 1 i 2 treba demontirati u dužini (cca 12,0 m) potrebnoj za neometano izvođenje radova sanacije poprečnog nosača u osi 33. Demontiranje treba izvesti tako da se konstrukcija transportnih traka ne ošteti zbog ponovne ugradbe iste. Demontirane dijelove deponirati na plato obale i pripremiti za ponovnu ugradbu.

U jediničnoj cijeni obračunat je sav potreban materijal i rad na demontaži transportnih traka i čelične konstrukcije, deponiranju na obalni plato i pripremi za ponovnu ugradbu.

Obračun paušalno.

paušalno po Kn

#### **1.3. Demontaža poklopnih ploča između uzdužnih betonskih pločastih $\pi$ -nosača konstrukcije transportnih traka 1 i 2 u zoni glavnog poprečnog nosača u osi 33.**

Ploče koje zatvaraju prostor između uzdužnih pločastih  $\pi$ -nosača potrebno je ukloniti kako bi se oslobodio pristup za montažu oplata i betoniranje nove obloge. Ploče treba ukloniti bez oštećivanja istih, kako bi se mogle nakon sanacije ponovo ugraditi. Zonu uklanjanja ploča (dužina cca 12,0 m) odrediti će izvođač i nadzorni inženjer na licu mjesta neposredno prije početka radova. Demontirane ploče deponirati na plato obale i pripremiti za ponovnu ugradbu.

U jediničnoj cijeni obračunat je sav potreban materijal i rad na demontaži poklopnih ploča, deponiranju na obalni plato i pripremi za ponovnu ugradbu.

Obračun paušalno.

paušalno po Kn

#### **1.4. Demontaža sve ugrađene opreme (vodilice, ograda i slično) u zoni sanacije glavnog poprečnog I-nosača u osi 33.**

Svu ugrađenu opremu koja može smetati pri izvedbi sanacijskih radova, potrebno je ukloniti i pripremiti za ponovnu ugradbu nakon završene sanacije. Opremu je potrebno demontirati u

dužini potrebnoj za neometano izvođenje radova sanacije. Demontiranu opremu deponirati na plato obale i pripremiti za ponovnu ugradbu.

U jediničnoj cijeni obračunat je sav potreban materijal i rad na demontaži opreme, deponiranju na obalni plato i pripremi za ponovnu ugradbu.  
Obračun paušalno.

paušalno po Kn

<b>1. PRIPREMNI RADOVI -</b>	<b>UKUPNO</b>	<b>Kn</b>
------------------------------	---------------	-----------

## 2. PRIPREMA POVRŠINA

### 2.1. Uklanjanje betona debljine do 60 cm iznad poprečnog I-nosača u osi 33.

Beton je potrebno ukloniti do gornjeg ruba poprečnog I-nosača koji se sanira, a na mjestu oštećenja i gornja zona betona I-nosača koja je od udarca potpuno razmrmljena. Uklanja se i beton u zonama između uzdužnih pločastih  $\pi$ -nosača. Beton se uklanja štemanjem s ručnim pneumatskim alatom.

Štemanje betona treba izvesti s točnosti  $\pm 2,0$  cm od idealne linije prema projektu. Prilaz površini koja se štema je s gornje strane I-nosača. Posebnu pažnju posvetiti štemanju na kontaktu s betonom uzdužnih  $\pi$ -nosača. Pri štemanju razmrmljenog betona gornje zone I-nosača potrebno je odstraniti sve ispucale, oštećene i slabo vezane dijelove betona. Postojeću oštećenu, deformiranu i korodiralu armaturu na mjestima odštemanih dijelova potrebno je odrezati.

Štemanje se izvodi izuzetno pažljivo sve do zdravog i kompaktnog betona uz stalno prisustvo i kontrolu nadzornog inženjera. Posebna pažnja treba biti posvećena zonama uz armaturu.

U jediničnoj cijeni obračunat je sav potreban materijal i rad na štemanju, rezanju armature i uređivanju betonske površine.

Obračun po  $m^3$  odštemanog betona.

$m^3$  5,00 po Kn

### 2.2. Čišćenje nosača i betonskih površina u kontaktu, od raspucalih i labavih komada betona i zaštitnog sloja štemanjem.

Beton se čisti štemanjem s ručnom električnom štemalicom. Alat mora biti prilagođen za rad neposredno uz morsku površinu. Potrebno je ukloniti sve raspucale, oštećene i slabo vezane dijelove betona. Očišćena betonska podloga mora biti zdrava, čvrsta i bez loših dijelova. Štemanje se izvodi vrlo pažljivo uz stalno prisustvo nadzornog inženjera. Kada se čišćenjem betona potpuno oslobode armaturne šipke, iz prostora između šipki i površine

betona treba ukloniti sve nevezane dijelove betona i zrna agregata. Armaturne šipke koje su u prekidu treba ukloniti.

U jediničnoj cijeni obračunat je sav materijal i rad na čišćenju betona nosača štemanjem. Obračun po m<sup>3</sup> odštemanog betona.

m <sup>3</sup>	4,00	po	Kn
----------------	------	----	----

**2.3. Čišćenje površine nosača i betonskih površina u kontaktu, od labavih zrna agregata i dijelova betona te svih nečistoća, mlazom vode pod visokim tlakom (do 500 bara)**

Kompletna površina nosača i površina u kontaktu čisti se mlazom vode pod visokim tlakom (do 500 bara) od labavih zrna agregata i slabo vezanih dijelova betona.

Alat mora biti prilagođen za rad neposredno uz morsku površinu.

Čišćenje se izvodi vrlo pažljivo uz stalno prisustvo nadzornog inženjera.

Također, betonsku površinu je potrebno očistiti od prljavštine, masnoće i klorida. Mlazom vode čiste se i od betona oslobođene armaturne šipke. Armaturu je potrebno očistiti od hrđe, ljuskanja, morta, betona, prašine, masnoća, klorida i svih ostalih štetnih materijala koji oslabljuju vezu s reparaturnim mortovima ili pridonose koroziji.

Pri čišćenju betonske površine treba postići hrapavost koja odgovara slojevima reparaturnih mortova koji će se rabiti pri reprofilaciji betona (hrapavost površine  $\geq 3$  mm, vlačna čvrstoća  $\geq 1,5$  N/mm<sup>2</sup>).

U jediničnoj cijeni obračunat je sav materijal i rad na čišćenju betona mlazom vode pod visokim tlakom.

Obračun po m<sup>2</sup> očišćene betonske površine.

m <sup>2</sup>	175,00	po	Kn
----------------	--------	----	----

**2.4. Čišćenje površine nosača i betonskih površina u kontaktu, od klorida, mlazom vode pod visokim tlakom (do 50 bara).**

U slučaju ponovnog nanašanja klorida na pripremljenu betonsku površinu, uslijed vjetra i valovanja ili plime potrebno je ponovno na isti način isprati betonsku površinu i armaturne šipke prije nanašanja adhezionog sloja morta za kvalitetnu vezu starog betona i novih slojeva reparaturnog morta.

U jediničnoj cijeni obračunat je sav materijal i rad na čišćenju površine betona mlazom vode pod visokim tlakom.

Obračun po m<sup>2</sup> očišćene betonske površine.

m <sup>2</sup>	175,00	po	Kn
----------------	--------	----	----

<b>2. PRIPREMA POVRŠINA -</b>	<b>UKUPNO</b>	<b>Kn</b>
-------------------------------	---------------	-----------

### 3. ČELIČNA KONSTRUKCIJA (BRAVARSKI RADOVI)

#### 3.1. Izrada, dobava i doprema čelične konstrukcije izgubljene oplata za glavni poprečni nosač u osi 33.

Konstrukcija oplata se sastoji od čeličnih limova debljine  $d=6$  mm, valjanih L- profila L150x100x12 mm i L60x60x6 mm te vijaka s maticama i podloškama M20. Čelična oplata se izrađuje, zbog lakše ugradbe, od dva dijela – dvije polovine u uzdužnom smislu koje se nakon montaže na ležajevе međusobno spajaju vijcima i zategama prema mjerama i detaljima prikazanim na radioničkim nacrtima. Limovi i L- profili međusobno se spajaju kutnim varovima  $a=4$ mm. Kvaliteta svih varova je razine C prema HRN EN 5817:2014. Kvaliteta čelika konstrukcije oplata je S235, a vijci su klase 8.8. U oplatu se prije montaže ugrađuje sva armatura koja se preko distancera vari za konstrukciju oplata. Poprečna armatura jedne strane oplata mora biti ugrađena tako da je zamaknuta za širinu profila (cca 15 mm) od poprečne armature druge polovice oplata.

Prije izrade oplata potrebno je detaljno, na licu mjesta provjeriti sve mjere iz nacrtа. Ukupna težina čelične oplata je 5.315,94 kg. Predviđeno je da se dvije polovice čelične oplata kompletno izrade u radionici i transportiraju do mjesta montaže.

U jediničnoj cijeni obuhvaćena je dobava materijala, izrada oplata u radionici prema radioničkim nacrtima, transport na gradilište, izrada i spajanje pojedinih elemenata prema armaturnim nacrtima, svo potrebno zavarivanje u radionici i na licu mjesta kao i sva priprema za ugradbu.

Obračun po kg ugrađenog čelika.

kg	5.316,00	po	Kn
----	----------	----	----

#### 3.2. Izrada, dobava i doprema čeličnih ležajeva izgubljene oplata za glavni poprečni nosač u osi 33.

Ležajevi oplata će se izraditi od čeličnih limova debljine  $d=20$  mm i  $d=10$  mm, a prema mjerama i detaljima prikazanim na radioničkim nacrtima. Limovi se međusobno spajaju kutnim varovima  $a=7$  mm. Kvaliteta svih varova je razine C prema HRN EN 5817:2014. Kvaliteta čelika konstrukcije ležajeva je S235. Ležajevi će se učvrstiti maticama M30 za sidra od armaturnog čelika  $\varnothing 32$  mm. Za svaki ležaj je potrebno ukupno po 9 sidara, 6 u gornjoj zoni i 3 u donjoj zoni, a prema mjerama iz radioničkih nacrtа. Dužina sidrenja je minimalno 160 cm. Sidra se ugrađuju u beton masivnog obalnog zida i beton naglavnice pilota. Površina ležaja (oslanjanja) mora biti horizontalna i na apsolutnoj koti +0,694 m, odnosno 2,306 m ispod vrha betona obalne konstrukcije. Matice M30 su klase 8.8, a sidra  $\varnothing 32$  mm su od armaturnog čelika kvalitete B500B.

Prije montaže ležajeva potrebno je detaljno, na licu mjesta provjeriti mjere iz nacрта. Ukupna težina čelika ležajeva zajedno s usidrenjem je 956,13 kg. Predviđeno je da se čelični ležajevi kompletno izrade u radionici i transportiraju do mjesta ugradbe.

U jediničnoj cijeni obuhvaćena je dobava materijala, izrada ležajeva u radionici prema radioničkim nacrtima, transport na gradilište, svo potrebno zavarivanje u radionici i na licu mjesta kao i sva priprema za ugradbu.

Obračun po kg ugrađenog čelika.

kg	956,00	po	Kn
----	--------	----	----

### 3.3. Antikorozivna zaštita čelične konstrukcije ležaja i izgubljene oplata nosača.

Sva površina čelika koja se antikorozivno zaštićuje mora biti pjeskarena do kvalitete Sa 2 ½ prema HRN ISO 8501-1:2007 te očišćena od prljavštine, ulja i masti. Sekundarna priprema površine na gradilištu na mjestima eventualno potrebnih gradilišnih zavara izvodi se na kvalitetu ST 3 prema HRN ISO 8501-1:2007. Površine čeličnih limova koje su u kontaktu s novim betonom obloge moraju se očistiti od kovarine, hrđe i nečistoća, ali nije ih potrebno antikorozivno zaštititi. Djelomično ubetonirani dijelovi čelične konstrukcije zaštićuju se antikorozivnim sredstvom cca 10 cm ispod ruba betona. Na pripremljenu površinu čelika direktno se nanosi (bez primera) robusni epoksidni 2-komponentni zaštitni premaz SikaCor SW500 (ili slično) u debljini od 500 µm suhog sloja (proizvođač Sika AG ili slično). Priprema premaza te način nanašanja u svemu prema uputama proizvođača zaštite. Radovi na premazivanju se ne izvode ako je čelična površina vlažna, ako je relativna vlažnost zraka veća od 85%, ako na pripremljenu površinu pada prašina ili pijesak, ako je temperatura zraka ispod 0°C ili iznad 40°C. Čelične konstrukcije se ne transportiraju dok se premazni sloj ne osuši.

U jediničnoj cijeni sadržan je sav potreban materijal i rad na pripremi površina, te nanašanju antikorozivne zaštite elemenata u radionici ili na gradilištu.

Obračun po m<sup>2</sup> zaštićene površine čelične konstrukcije.

m <sup>2</sup>	103,00	po	Kn
----------------	--------	----	----

<b>3. ČELIČNA KONSTRUKCIJA -</b>	<b>UKUPNO</b>	<b>Kn</b>
----------------------------------	---------------	-----------

## 4. BETONSKI I ARMIRANO BETONSKI RADOVI

### 4.1. Betoniranje armirano betonske obloge glavnog poprečnog nosača u osi 33.

Armirano betonska obloga nosača izvesti će se od betona razreda čvrstoće C30/37 i klase izloženosti XC4 i XS1, betoniranjem na licu mjesta u izgubljenoj oplati od čeličnog lima debljine d = 6 mm. Presjek nosača s oblogom ima širinu 140 cm i visinu 230 cm cijelom dužinom osim na mjestima uzdužnih π – nosača gdje ima visinu 170 cm što je prikazano u nacrtima.

Beton postojećeg očišćenog i pripremljenog l-nosača potrebno je prije betoniranja obloge navlažiti radi bolje veze starog i novog betona. Betoniranje izvesti betonskom pumpom bez prekida. Obzirom na uzak prostor za pristup betonske pumpe, betoniranje treba izvesti pažljivo i uz pomoć pervibratora kako bi se postigla što bolja kompaktnost svježeg betona i spriječila segregacija i gnijezda u betonu. Sva armatura obloge je ugrađena u izgubljenu čeličnu oplatu privarivanjem za distancere i samom montažom i spajanjem čelične oplata dovedena je u konačni položaj. Pri ugradbi u čeličnu oplatu voditi računa da su armaturne šipke u projektiranom položaju i dobro fiksirane kako se ne bi pomakle pri ugradbi svježe betonske mješavine. Sve otvore i razmake (procijepe) između montirane čelične oplata i betonskih ploha do kojih se betonira obloga, potrebno je zatvoriti daščanom oplatom ili tvrdim stiroporom kako bi se zabrtvio prostor u koji se ugrađuje sveži beton obloge.

U jediničnoj cijeni sadržan je sav materijal i rad na izradi, dopremi, ugradbi i njezi betona nakon ugradbe.

Obračun po m<sup>3</sup> ugrađenog betona.

m <sup>3</sup>	27,00	po	Kn
----------------	-------	----	----

#### 4.2. Dobava, čišćenje, ravnanje, savijanje, postavljanje i povezivanje te privarivanje na distancere rebrastog betonskog čelika kvalitete B500 B.

Količina čelika dana je u planovima armature.

U jediničnoj cijeni sadržana je potrebna paljena žica s povezivanjem, nosači armature (distanceri) te sav potreban transport i rad na postavljanju i fiksiranju armature u projektirani položaj.

Obračun po kg ugrađenog armaturnog čelika.

kg	1.430,00	po	Kn
----	----------	----	----

<b>4. BETONSKI I ARM.BET. RADOVI - UKUPNO</b>	<b>Kn</b>
---	-----------

## 5. SANACIJSKI RADOVI

### 5.1. Dobava i nanašanje adhezijskog sloja za ostvarivanja kvalitetne veze između starog betona nosača i novih slojeva reparaturnog morta.

Nakon čišćenja, na pripremljenu površinu betona i sve vidljive armaturne šipke nanosi se adhezioni, polimercementni premaz. Adhezioni sloj morta nanosi se zbog kvalitetne veze prijanjanja između starog betona i novih slojeva reparaturnog morta, kao i radi antikorozivne zaštite otvorene armature. Za navedeni premaz predviđen je Sika MonoTop 910 N, jednokomponentni mort na bazi cementa, s dodatkom mikrosilike i modificiranim polimerima proizvođača Sika AG ili drugog proizvođača istovjetne kvalitete materijala.

Adhezijski sloj se nanosi četkom, valjkom ili prskanjem na predhodno očišćenu i pripremljenu (navlaženu) površinu verificiranu od strane nadzornog inženjera. Kod zaštite armaturnog željeza, šipke je potrebno premazati s min. 2 sloja debljine po 1,0 mm. Priprema i nanašanje adhezijskog sloja u svemu prema uputama proizvođača, uz poštivanje svih mjera zaštite na radu.

Adhezija na zdravu betonsku podlogu mora biti, u sustavu s reparaturnim mortovima, najmanje 1,5 MPa. Karakteristike i uvjeti za materijal adhezijskog sloja dati su u dijelu elaborata pod nazivom “Program kontrole i osiguranja kakvoće”. Preporuča se izrada privremene, prenosive platforme (skele) ili plovnog platoa s kojeg će biti omogućen pristup i rad na apliciranju adhezijskog sloja.

U jediničnoj cijeni sadržan je sav potreban materijal i rad na dobavi, dopremi, pripremi i nanašanju adhezijskog sloja na pripremljenu betonsku površinu.

Obračun po m<sup>2</sup> premazane betonske površine nosača.

m<sup>2</sup>    46,00    po    Kn

### **5.2. Dobava i ugradba strukturnog reparaturnog morta na oštećenu betonsku površinu nosača koju je potrebno reprofilirati.**

Predviđena je uporaba “Sika MonoTop – 412 N”, jednokomponentnog, strukturnog reparaturnog morta, ojačanog vlaknima, niskog skupljanja, proizvođača Sika AG ili drugog proizvođača istovjetne kvalitete materijala, koji se aplicira na adhezijski sloj samo i jedino dok adhezijski sloj nije stvrdnuo, odnosno po načelu mokro na mokro. U slučaju da dođe do stvrdnjavanja adhezijskog sloja prije nego se nanese sloj reparaturnog morta, mora se adhezijski sloj nanijeti ponovno! Prionljivost na podlogu predviđenog morta je ≥ 2,0 MPa. Maksimalna debljina 1 sloja izvodi se do 50 mm. Na oštećenim nosačima potrebna dubina reprofiliacije kreće se do max. 16,0 cm.

Strukturni reparaturni mort mora biti prikladan za izravnavanje oštećenja površina betona i njihovo obnavljanje do potpune obnove oštećenog profila. Tim mortom se prekriva i sva vidljiva armatura. Može se nanašati tehnologijom utiskivanja ili gletanja ili tehnologijom prskanja (strojevi za mokro prskanje). Adhezijski i reparaturni mort moraju biti dio istog sustava zaštite (od istog proizvođača). Karakteristike i uvjeti za materijal reparaturnog morta dati su u dijelu elaborata pod nazivom “Program kontrole i osiguranja kakvoće”. Priprema i ugradba slojeva strukturnog reparaturnog morta u svemu prema uputama proizvođača. Preporuča se izrada privremene, prenosive platforme (skele) ili plovnog platoa s kojeg će biti omogućen pristup i rad na ugradbi slojeva reparaturnog morta.

U jediničnoj cijeni sadržan je sav potreban materijal i rad na dobavi, dopremi, pripremi i ugradbi (nanašanju) sloja strukturnog reparaturnog morta na betonsku površinu. Obračunska debljina za formiranje jedinične cijene iznosi 60 mm.

Obračun po m<sup>2</sup> reprofilirane betonske površine.

m<sup>2</sup>    46,00    po    Kn

### **5.3. Dobava i nanašanje završnog sloja morta za zapunjavanje pora i zaglađivanje površine sanirane strukturnim reparaturnim mortom.**

Predviđena je uporaba “Sika MonoTop – 723 N”, polimer modificirani površinski / završni mort proizvođača Sika AG ili drugog proizvođača istovjetne kvalitete materijala. Zahtjevana prionljivost na podlogu iznosi  $\geq 1,50$  MPa. Debljina izvedenog sloja je 1,0 – 5,0 mm. Površinu na koju se nanaša je potrebno unaprijed dobro navlažiti. Završni sloj morta mora biti takvih karakteristika da na efikasan način zaštiti tretiranu površinu betona od prodora agresivnih tvari. Isto tako mora povećati žilavost i otpornost prema pojavi pukotina na površini betona. Može se nanašati ručno upotrebom tradicionalnih tehnika ili strojno pomoću strojeva za mokro prskanje. Završni sloj zajedno s adhezijskim slojem i reparaturnim strukturnim mortom mora biti dio istog sustava (od istog proizvođača) sanacije i zaštite betonske površine. Posebnu pažnju posvetiti što kvalitetnijem zaglađivanju i ravnanju površine nosača zbog naknadnog ljepljenja karbonskih lamela za strukturno ojačavanje.

Karakteristike i uvjeti za materijal završnog sloja morta dati su u dijelu elaborata pod nazivom “Program kontrole i osiguranja kakvoće”. Priprema i nanašanje završnog sloja morta u svemu prema uputama proizvođača. Preporuča se izrada privremene, prenosive platforme (skele) ili plovnog platoa s kojeg će biti omogućen pristup i rad na ugradbi završnog sloja morta.

U jediničnoj cijeni sadržan je sav potreban materijal i rad na dobavi, dopremi, pripremi i nanašanju završnog sloja morta na betonsku površinu.

Obračun po  $m^2$  nanesenog završnog sloja morta.

$m^2$  85,00 po Kn

#### 5.4. Dobava i nanašanje elastičnog završnog zaštitnog premaza na akrilnoj bazi sa svojstvom zaštite od karbonatizacije i premoštenja pukotina.

Premaz također daje betonu izvrsnu otpornost na starenje, atmosferilije i UV zračenje. Zaštitni premaz sastoji se od 1 temeljnog sloja za poboljšanje prionljivosti na vodenoj bazi “Sikagard – 552W Aquaprimer (M)”, te 2 sloja za zaštitu “Sikagard – 550W Elastic (M)” proizvođača Sika AG ili drugog proizvođača istovjetne kvalitete materijala. Prilikom nanašanja zaštitnih premaza obavezno je pridržavati se uputa proizvođača. Zaštitni premaz nanaša se preko svega (preko slojeva reparaturnog morta i zalijepljenih karbonskih lamela). Premaz zajedno s reparaturnim mortovima i adhezionim slojem mora biti dio istog sustava (od istog proizvođača) sanacije i zaštite betonske površine. Nanašanje izvesti četkom ili valjkom. Karakteristike i uvjeti za materijal zaštitnih premaza dati su u dijelu elaborata pod nazivom “Program kontrole i osiguranja kakvoće”.

U jediničnoj cijeni sadržan je sav potreban materijal i rad na dobavi, dopremi, pripremi i nanašanju slojeva završnog zaštitnog premaza.

Obračun po  $m^2$  zaštićene betonske površine.

$m^2$  123,00 po Kn

<b>5. SANACIJSKI RADOVI - UKUPNO Kn</b>
---



## 6. LJEPLJENJE KARBONSKIH LAMELA

### 6.1. Dobava i ugradba lamela od karbonskih vlakana za strukturno ojačavanje tipa “Sika CarboDur S1213/200” proizvođača Sika AG ili drugog proizvođača istovjetne kvalitete materijala.

Adhezijski sloj, reparaturni mortovi, ljepilo za karbonske lamele i završni zaštitni premaz moraju biti dio istog sustava (od istog proizvođača) zaštite i ojačanja konstrukcije. Podloga na koju se lijepe lamele mora imati potrebnu čvrstoću i zahtijevanu ravnost. Završni sloj morta je “Sika MonoTop – 723 N”, polimer modificirani površinski / završni mort proizvođača Sika AG ili drugog proizvođača istovjetne kvalitete materijala. Površina završnog sloja morta mora imati zahtijevanu ravnost, što se kontrolira. Na betonsku podlogu i na karbonsku lamelu nanaša se tanki sloj ljepila za statička ojačanja tipa “Sikadur-30” proizvođača Sika AG ili drugog proizvođača istovjetne kvalitete materijala. Nanašanje ljepila te priprema i ugradba (ljepljenje) karbonskih lamela u svemu prema zahtjevima i uputama proizvođača. Broj, dimenzije (poprečni presjek i dužina) i raspored karbonskih lamela na nosačima detaljno su prikazani na nacrtima u projektu. Preporuča se izrada privremene, prenosive platforme (skele) ili plovnog platoa s kojeg će biti omogućen pristup i rad na ljepljenju karbonskih lamela na nosače.

U jediničnoj cijeni sadržan je sav potreban materijal i rad na dobavi, dopremi, pripremi i ljepljenju karbonskih lamela na pripremljenu betonsku podlogu.  
Obračun po m' ugrađenih karbonskih lamela.

m'	114,20	po	Kn
----	--------	----	----

### 6.2. Bušenje rupa, dobava i ugradba užadi od karbonskih vlakana za konstruktivno povezivanje i sidrenje CFRP tkanina, tipa “SikaWrap Anchor C” proizvođača Sika AG ili drugog proizvođača istovjetne kvalitete materijala.

U betonu nosača, kroz rebro, potrebno je izbušiti rupe dijametra minimalno 16 mm po rasporedu prikazanom na nacrtima. Nakon bušenja, rupe treba ispuhati, a rubove rupe zaobliti brušenjem. Sidra od karbonskih vlakana ugrađuju se u rupe u svemu prema uputama, postupku i uvjetima propisanim od strane proizvođača. Preporuča se izrada privremene, prenosive platforme (skele) ili plovnog platoa s kojeg će biti omogućen pristup i rad na bušenju rupa za ugradbu sidara.

U jediničnoj cijeni sadržan je sav potreban materijal i rad na bušenju rupa, obradi betona oko rupe, dobavi, dopremi i ugradbi užadi od karbonskih vlakana.

Obračun po komadu ugrađenog sidra od karbonskih vlakana.

kom	22	po	Kn
-----	----	----	----

### 6.3. Dobava i ugradba tkanine od karbonskih vlakana za ojačanja konstrukcija, tipa “SikaWrap-231C” proizvođača Sika AG ili drugog proizvođača istovjetne kvalitete materijala.

Adhezijski sloj, reparaturni mortovi, ljepilo za tkaninu od karbonskih vlakana i završni zaštitni premaz moraju biti dio istog sustava (od istog proizvođača) zaštite i ojačanja konstrukcije. Podloga na koju se lijepi tkanina mora imati potrebnu čvrstoću i zahtijevanu ravnost. Završni sloj morta je "Sika MonoTop – 723 N", polimer modificirani površinski / završni mort proizvođača Sika AG ili drugog proizvođača istovjetne kvalitete materijala. Površina završnog sloja morta mora imati zahtijevanu ravnost, što se kontrolira. Na pripremljenu betonsku površinu nanaša se sloj epoksidne smole (ljepila) tipa "Sikadur-330" proizvođača Sika AG ili drugog proizvođača istovjetne kvalitete materijala. Nanašanje ljepila te priprema i ugradba (ljepljenje) tkanine od karbonskih vlakana u svemu prema zahtjevima i uputama proizvođača. Dimenzije i raspored traka od karbonske tkanine na nosaču detaljno su prikazani na nacrtima u projektu. Preporuča se izrada privremene, prenosive platforme (skele) ili plovnog platoa s kojeg će biti omogućen pristup i rad na ljepljenju tkanine na nosače.

U jediničnoj cijeni sadržan je sav potreban materijal i rad na dobavi, dopremi, pripremi i ljepljenju tkanine od karbonskih vlakana na pripremljenu betonsku podlogu.

Obračun po m' ugrađenih traka od karbonske tkanine.

m' 31,90 po Kn

<b>6. LJEPLJENJE KARBONSKIH LAMELA - UKUPNO Kn</b>
--

## 7. MONTAŽE

### 7.1. Montaža čelične izgubljene oplata betonske obloge poprečnog nosača u osi 33.

Oplata se sastoji od dva dijela (dvije polovice u uzdužnom smjeru).

Prije montaže polovice čelične oplata u nju se ugrađuje sva pripadajuća armatura.

Ukupna težina polovice oplata s ugrađenom armaturom je približno 3300 kg.

Način montaže grafički je prikazan u jednom od nacrtu.

Jedna polovica oplata s ugrađenom armaturom se pomoću dvije autodizalice spusti u prostor između glavnog poprečnog nosača i dijagonale. Maksimalni krak dizalice je cca 15,0 m. Obzirom na ograničeni prostor, potrebno je manevriranjem postaviti polovicu oplata na već montirane ležajeve. Na isti način, ali s druge strane montira se druga polovica oplata. Pri postupku manevriranja i dovođenja oplata u konačni položaj na ležajevima neophodna je pomoć ronioca u moru. Kada se polovice dovedu u projektirani položaj, vijcima i poprečnim zategama oplata se spaja i ukrućuje. Raspored vijaka i zatega detaljno je prikazan u nacrtima.

U jediničnoj cijeni obračunat je sav potreban materijal i rad na montaži kompletne oplata, svi troškovi dizalice, ronioca i eventualnog plovnog objekta kao i svi troškovi potrebni za potpuno dovršenje navedenog rada.

Obračun paušalno.

paušalno po Kn

**7.2. Montaža transportnih traka 1 i 2 zajedno s nosivom čeličnom konstrukcijom.**

Transportne trake zajedno s nosivom čeličnom konstrukcijom potrebno je dovesti u stanje prije radova na sanaciji. Sva eventualna oštećenja nastala prilikom demontaže i montaže potrebno je sanirati kako bi transportne trake mogle ispravno funkcionirati.

U jediničnoj cijeni obračunat je sav potreban materijal i rad na montaži kao i svi eventualni troškovi popravka ili zamjene oštećenih dijelova.

Obračun paušalno.

paušalno po Kn

**7.3. Montaža ograde, vodilica i sve opreme koja je bila demotirana.**

Svu opremu ugrađenu u obalnu konstrukciju, a koja je za potrebe radova sanacije bila demontirana potrebno je montirati i vratiti u stanje prije sanacije.

U jediničnoj cijeni obračunat je sav potreban materijal i rad na montaži kao i svi eventualni troškovi popravka ili zamjene oštećenih dijelova.

Obračun paušalno.

paušalno po Kn

**7.4. Montaža čeličnih nosača i cjevovoda na krajnjem (rubnom) glavnom poprečnom I-nosaču u osi 36.**

Čelične nosače cjevovoda potrebno je pričvrstiti na beton iznad krajnjeg glavnog poprečnog nosača. Pri montaži paziti da se u zonama usidrenja ne ošteti beton podloge. Konstrukciju cjevovoda potrebno je montirati i dovesti u funkciju. U jediničnoj cijeni obračunat je sav potreban materijal i rad na montaži, trošak novih čeličnih nosača i antikorozivna zaštita nosača i cijevi, kao i svi eventualni troškovi popravka oštećenih dijelova.

Obračun paušalno.

paušalno po Kn

<b>7. MONTAŽE -</b>	<b>UKUPNO</b>	<b>Kn</b>
---------------------	---------------	-----------

**8. OSTALI RADOVI**

**8.1. Bušenje horizontalnih rupa promjera Ø60 mm i dubine 165 cm.**

Rupe za smještaj čeličnih sidara (Ø32 mm) ležajeva, buše se u betonu masivnog obalnog zida i u betonu naglavnice pilota. Nakon bušenja rupe se ispuhuju komprimiranim zrakom. Točan raspored rupa prikazan je u radioničkom nacrtu ležaja. Izvođač radova treba predložiti metodu pozicioniranja rupa, koju treba dostaviti na ovjeru projektantu. Preporuča se izrada privremene, prenosive platforme (skele) ili plovnog platoa s kojeg će biti omogućen

pristup i rad na bušenju rupa. Rad je potrebno izvesti za vrijeme oseke zbog neposredne blizine morske površine mjestu bušenja rupa.

U jediničnoj cijeni obračunat je sav rad i materijal na bušenju rupa i njihovom čišćenju, troškovi opreme te eventualno potrebne skele s koje se vrši bušenje.

Obračun po kom izrađene rupe.

kom	18	po	Kn
-----	----	----	----

### 8.2. Injektiranje rupa Ø60 mm i dubine 165 cm.

Rupe za smještaj čeličnih sidara (Ø32 mm) ležajeva, injektiraju se dvokomponentnom epoksidnom smolom "Sikadur-52 Injection tip N" proizvođača Sika AG ili drugog proizvođača istovjetne kvalitete materijala, kojoj se dodaje suhi kvarcni pijesak u omjeru 1:3 na težinu smole.

Injektiranje se izvodi pod pritiskom kako bi obavljanje sidara i ispunjavanje rupa bilo potpuno. Priprema i ugradba epoksidne smole u svemu prema uputama proizvođača. Preporuča se izrada privremene, prenosive platforme (skele) ili plovnog platoa s kojeg će biti omogućen pristup i rad na injektiranju rupa i ugradbi sidara. Rad je potrebno izvesti za vrijeme oseke zbog neposredne blizine morske površine mjestu injektiranja rupa.

U jediničnoj cijeni obračunat je sav materijal i rad na injektiranju rupa te točnom pozicioniranju sidara, troškovi opreme te eventualno potrebne skele s koje se vrši injektiranje.

Obračun po m' zainjektirane rupe.

m'	29,70	po	Kn
----	-------	----	----

### 8.3. Zatvaranje i brtvljenje razmaka između montirane čelične oplata i betona do kojeg se betonira obloga.

Sve otvore i razmake (procijepe) između montirane čelične oplata i betonskih ploha do kojih se betonira obloga, potrebno je zatvoriti daščanom oplatom ili tvrdim stiroporom kako bi se zabrtvio prostor u koji se ugrađuje sveži beton obloge. Nakon što beton postigne dovoljnu čvrstoću, komadi daščane oplata ili tvrdog stiropora se uklanjaju.

U jediničnoj cijeni sadržan je sav materijal i rad na zatvaranju i brtvljenju otvora između čelične oplata i betona do kojeg se betonira obloga.

Obračun po m' izrađene oplata.

m'	22,00	po	Kn
----	-------	----	----

**8.4. Izrada privremene, prenosive platforme (skele) ili plovnog platoa s kojeg će biti omogućen rad u blizini morske površine u podgledu obalne konstrukcije.**

U jediničnoj cijeni obračunat sav rad i materijal na izradi, postavljanju, premještanju i demontaži privremene prenosive platforme ili plovnog platoa.

Obračun paušalno.

paušalno po Kn

<b>8. OSTALI RADOVI -</b>	<b>UKUPNO</b>	<b>Kn</b>
---------------------------	---------------	-----------

**REKAPITULACIJA**

1. PRIPREMNI RADOVI	Kn
2. PRIPREMA POVRŠINA	Kn
3. ČELIČNA KONSTRUKCIJA (BRAVARSKI RADOVI)	Kn
4. BETONSKI i ARMIRANO BETONSKI RADOVI	Kn
5. SANACIJSKI RADOVI	Kn
6. LJEPLJENJE KARBONSKIH LAMELA	Kn
7. MONTAŽE	Kn
8. OSTALI RADOVI	Kn

---

**UKUPNO ZA SANACIJU NOSAČA** Kn