

Izradio: INSTITUT IGH d.d.  
ZAVOD ZA PROJEKTIRANJE  
10 000 Zagreb, Janka Rakuše 1

Građevina: NADVOŽNJAK U ČVORU JANKOMIR – KRAK 2/1 u km  
14+573

Lokacija građevine: AUTOCESTA A3 BREGANA – ZAGREB – LIPOVAC,  
Dionica: Jankomir – Lučko  
Grad Zagreb  
k.o. 337021 Lučko, k.č.br. 492/8

Zajednička oznaka projekta: IZP – 136/21

Mapa projekta 1/1 Građevinski projekt sanacije oštećenog segmenta  
prijelazne naprave

Vrsta projekta (razina i struka): Izvedbeni projekt sanacije – IZMJENA I DOPUNA

Radni nalog: 62116584

Broj projekta: 72180-IZP-136-1/21

## I. TEHNIČKI DIO

Mjesto i datum: Zagreb, studeni 2021.

# 1 UVOD

## 1.1 OPĆENITO

Stanje prsnog zida zapadne prijelazne naprave nadvožnjaka u čvoru Jankomir KRAK 2/1 u km 14+573 na autocesti A3 BREGANA – ZAGREB – LIPOVAC, je u vrijeme izvođenja radova značajno drugačija nego što je bilo ocijenjeno pregledom provedenim 22.02.2021.g.

Naime, zatraženi žurni pregled je proveden sa jedino mogućeg mjesta za pregled na unutrašnjost upornjačke građevine: sa vrata na južnoj strani upornjačke komore koja je visoka 10,0 m, a vrata su na udaljenosti cca 10 m od oštećenog prsnog zida.

Prema fotografijama izrađenim tom prilikom ustanovljene su pukotine u okolini otvora na prsnom zidu, sa obje strane – u visini otvora. Pukotine su izgledale kao da se odvojio zaštitni sloj betona zida (vidi Očitanje o pregledu zapadne prijelazne naprave nadvožnjaka u čvoru Jankomir KRAK 2/1 u km 14+573 na autocesti A3 BREGANA – ZAGREB – LIPOVAC od 26.02.2021.g.

Nakon početka radova, već je sa istog mjesta ustanovljeno da pukotine obuhvaćaju veću površinu prsnog zida nego prije 8 mjeseci, a kada je podignuta cijevna skela u unutrašnjosti upornjačke građevine i omogućen detaljni pregled, ustanovljeno je i da se pukotine pružaju cijelom debljinom zida širine 60 cm.

Osim toga ustanovljeno je da se vidljiva armatura izvila – izbočila prema vani, da je ima prilično malo za element ovakve važnosti i mase, te da je ovakvo stanje gotovo na cijeloj širini središnjeg dijela prsnog zida širine 6-7 m i visine 2,5 m (izvan tog djela su površine betona sa glavama za utezanje koje su izvedene od puno boljeg betona koji nema nikakva oštećenja).

Pregledom iz blizine utvrđen je stvarni obim oštećenja, tj volumen betona koji je u mehanički razorenom stanju, koji sadrži pukotine po debljini zida, stvarnu površinu zone oštećenja betona i armature.

Uzrok ovakvim oštećenjima su očito dinamički udari od prometa teškim vozilima koji je bio povremeno puštan u duljim ili kraćim periodima po tom voznom traku (sa oštećenom prijelaznom napravom).

Za pretpostavku je da je dio oštećenja nastao i djelovanjem dvaju potresa tijekom 2020.g. jer zid upornjaka sadrži na oslonjenom mjestu (u zoni otvora) karakteristična oštećenja u obliku „X“ pukotina, a koje nisu bile u toj mjeri vidljive s već spomenutog mjesta. To objašnjava i kako su ta oštećenja tako duboka i intenzivna, što nije bilo predvidivo prvotnim vizualnim pregledom.

Na zahtjev predstavnika HAC-a uvršten je i popravak oštećenja u pogledu prijelazne ploče na drugim mjestima (izvan zone prsnog zida). Na dva mjesta su vidljive zone odvajanja i otpadanja betona zaštitnog sloja armature. Za pretpostaviti je da su područja na kojima je došlo do odvajanja, ali zaštitni sloj još nije otpao. Točna mjesta odvajanja sloja je potrebno odrediti prekucavanjem.



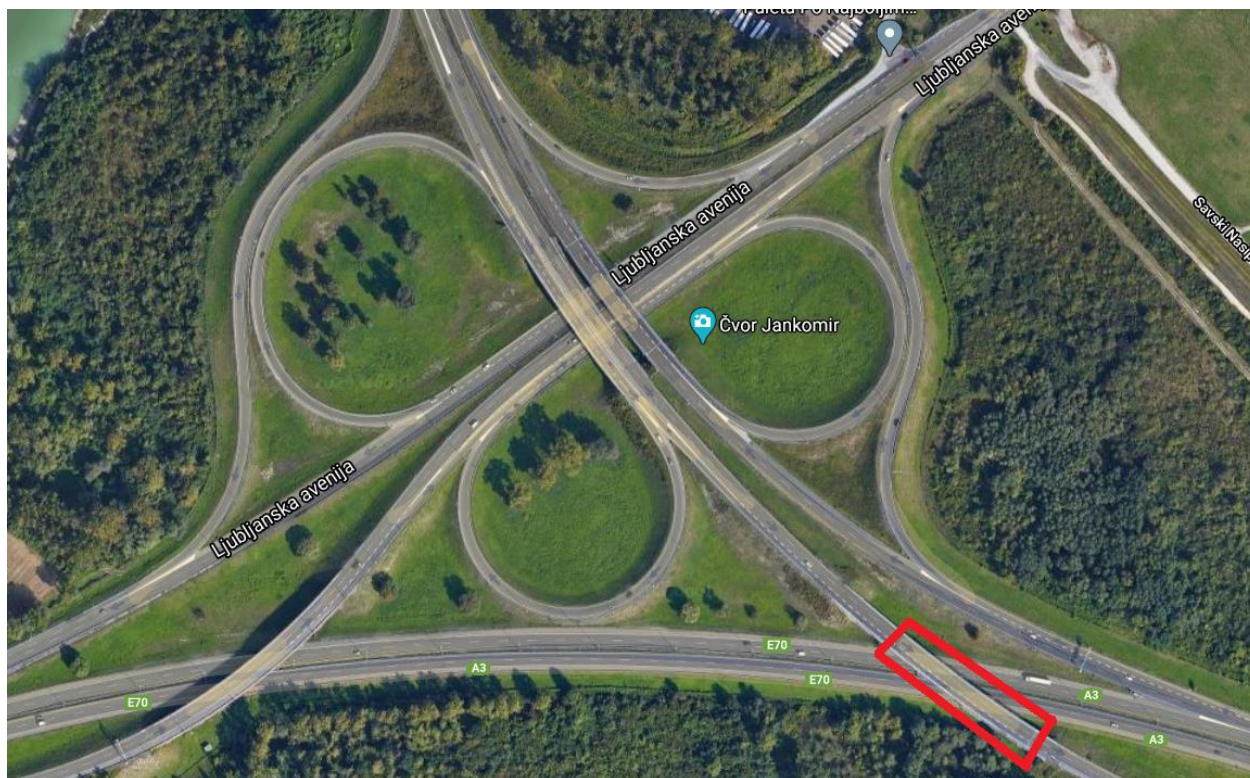
Slika 1.1-1 Upornjačka građevina – pogled

## 1.2 OSNOVNI PODACI O NADVOŽNJAKU

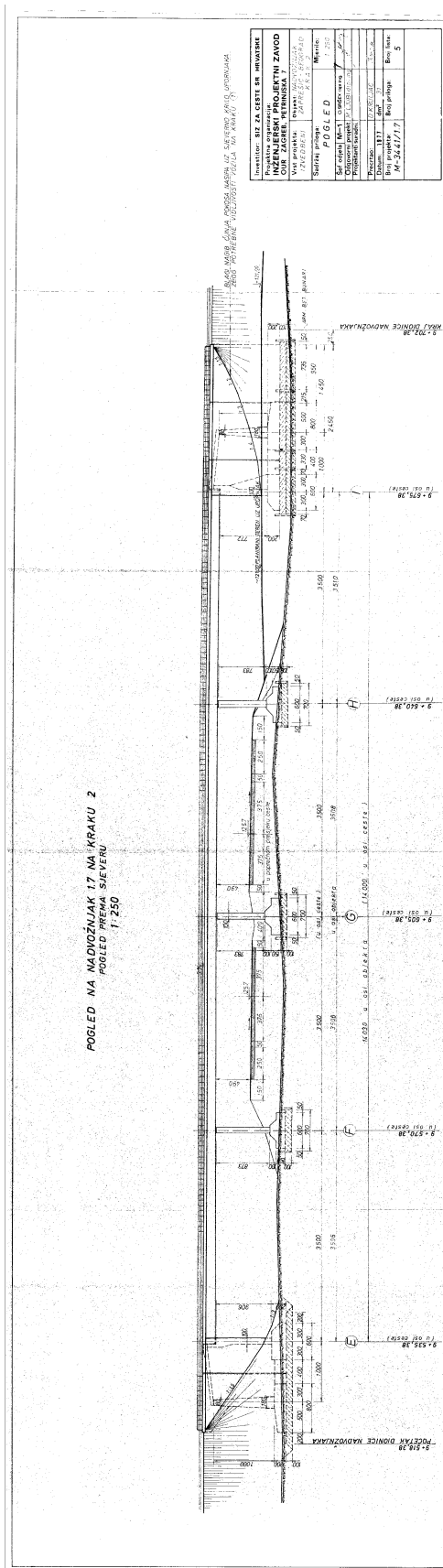
Nadvožnjak u čvoru Jankomir – krak 2/1 u km 14/573 se nalazi na autocesti A3 Bregana – Lipovac, dionica: čvor Jankomir – Čvor Lučko, izgrađen je 1981. godine. Ukupna dužina objekta iznosi 179,50 m, a dužina rasponskog sklopa iznosi 140 m. Ukupna širina objekta iznosi 15,35 m, od toga širina kolnika iznosi 12,35 m, širina rubnih hodnika 1,25 i 1,75 m, ukupno 3 m. Rasponski sklop objekta je izveden kao prednapeta sandučasta konstrukcija i sastoji se od četiri raspona: 35 m + 35 m + 35 m + 35 m.

Donji ustroj objekta čine stupišta – 4 komada i upornjaci izvedeni monolitnom izvedbom. Upornjaci na objektu su monolitne armirano-betonske sandučaste izvedbe te je temeljenje izvedeno na plitkim temeljima. Stupišta su također plitko temeljena.

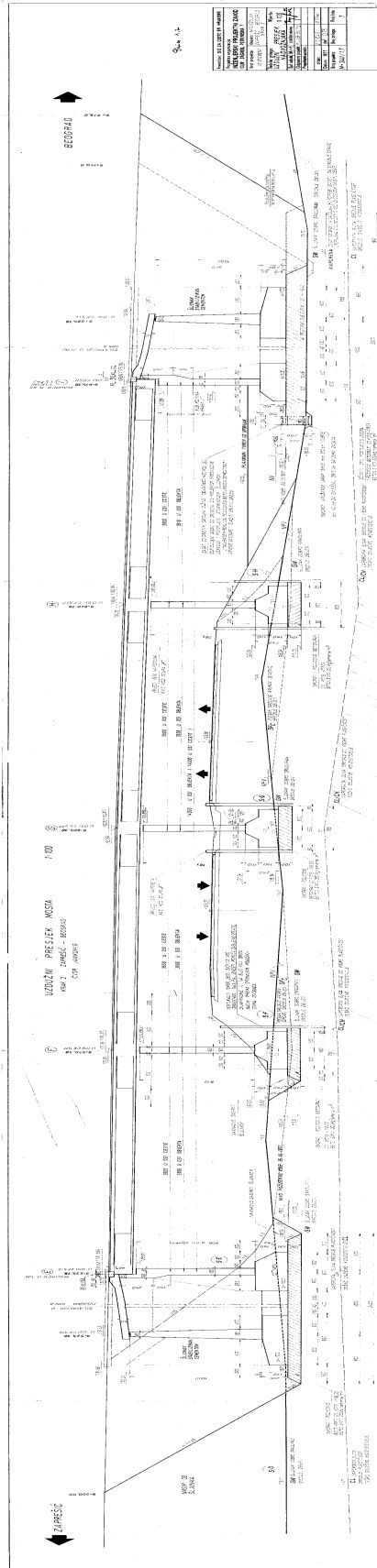
Na objektu se nalaze tri prometna traka te se na njima odvija promet u istom pravcu (prema Lipovcu). Prijelazne naprave su tipa Polifinger i isporučene su od tvrtke Mageba ukupnog pomaka 120 i 60 mm.



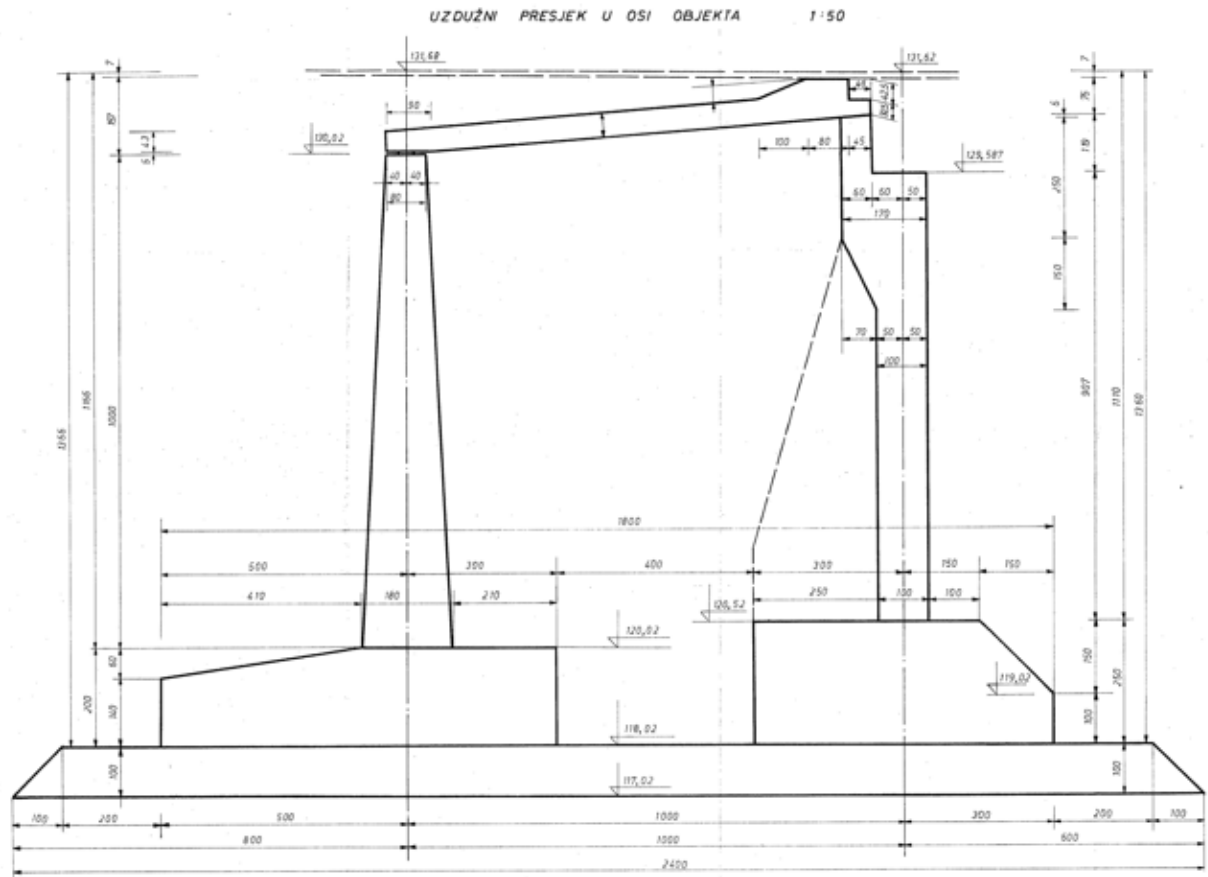
Slika 1.2-1 Prikaz Nadvožnjaka u čvoru Jankomir – krak 2/1 u km 14+573, Autocesta A3 – krupni prikaz



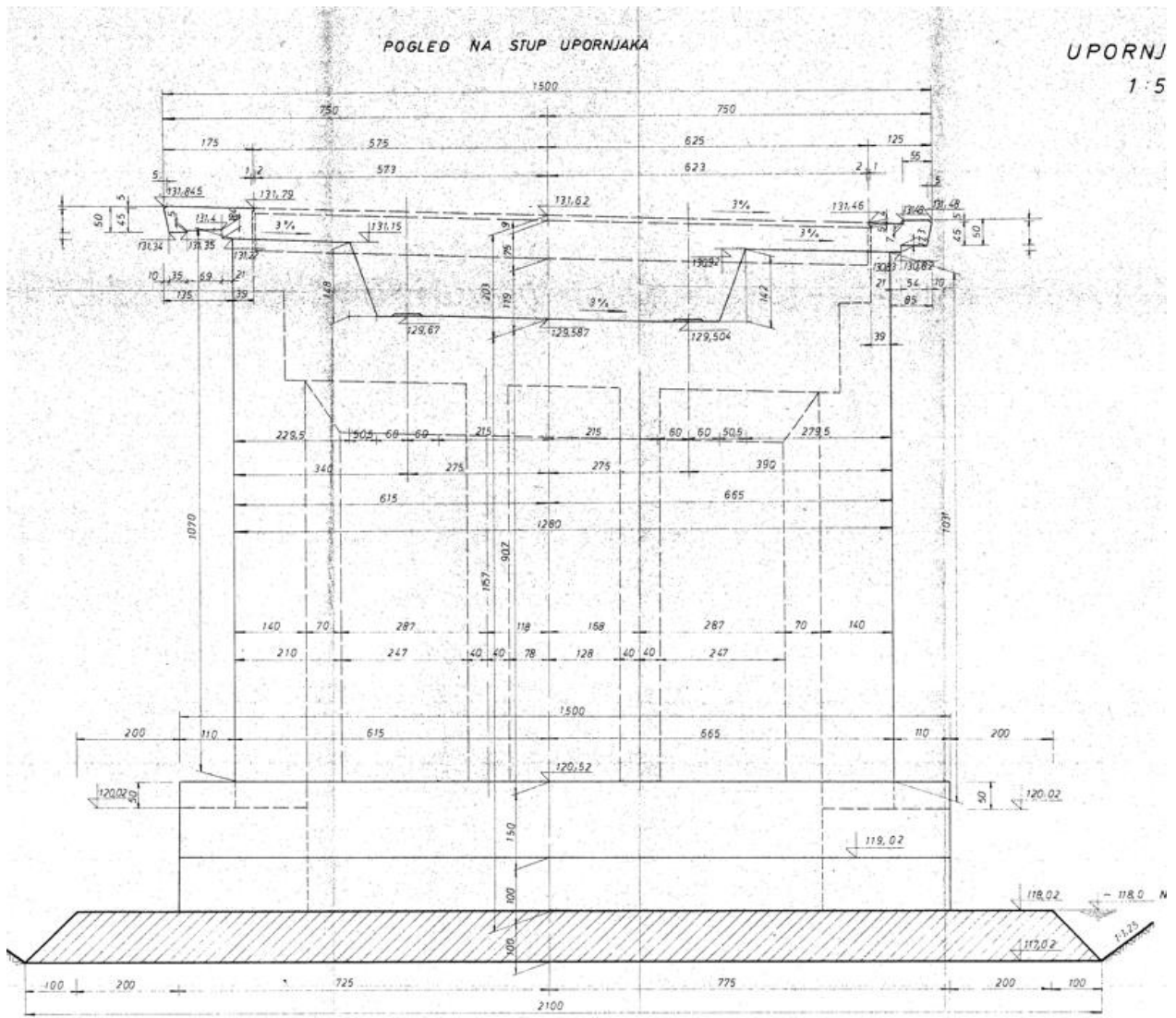
Slika 1.2-2 Pogled na nadvožnjak 1.7 na kraku 2



Slika 1.2-3 Uzdužni presjek mosta krak 2

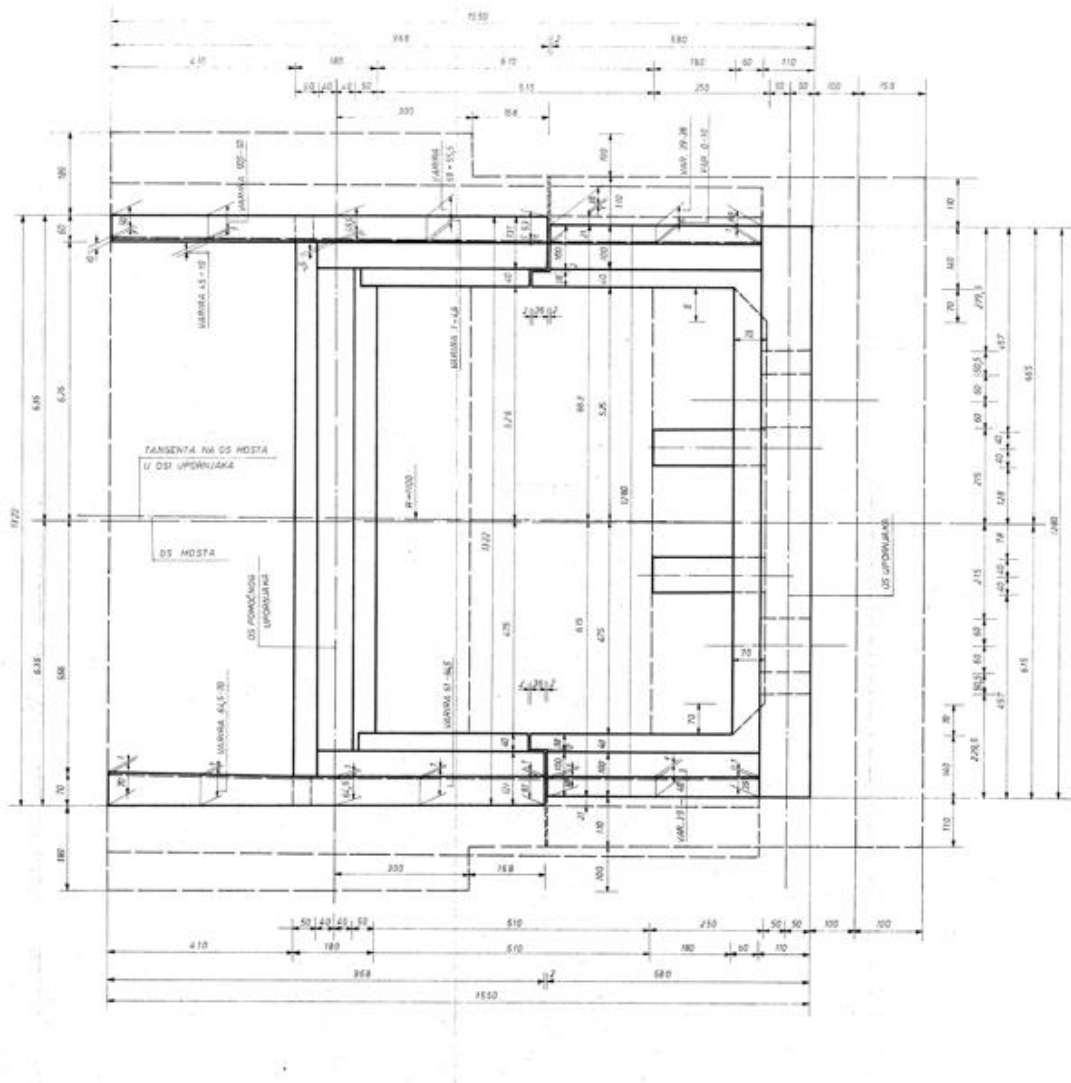


Slika 1.2-3 Uzdužni presjek u osi objekta



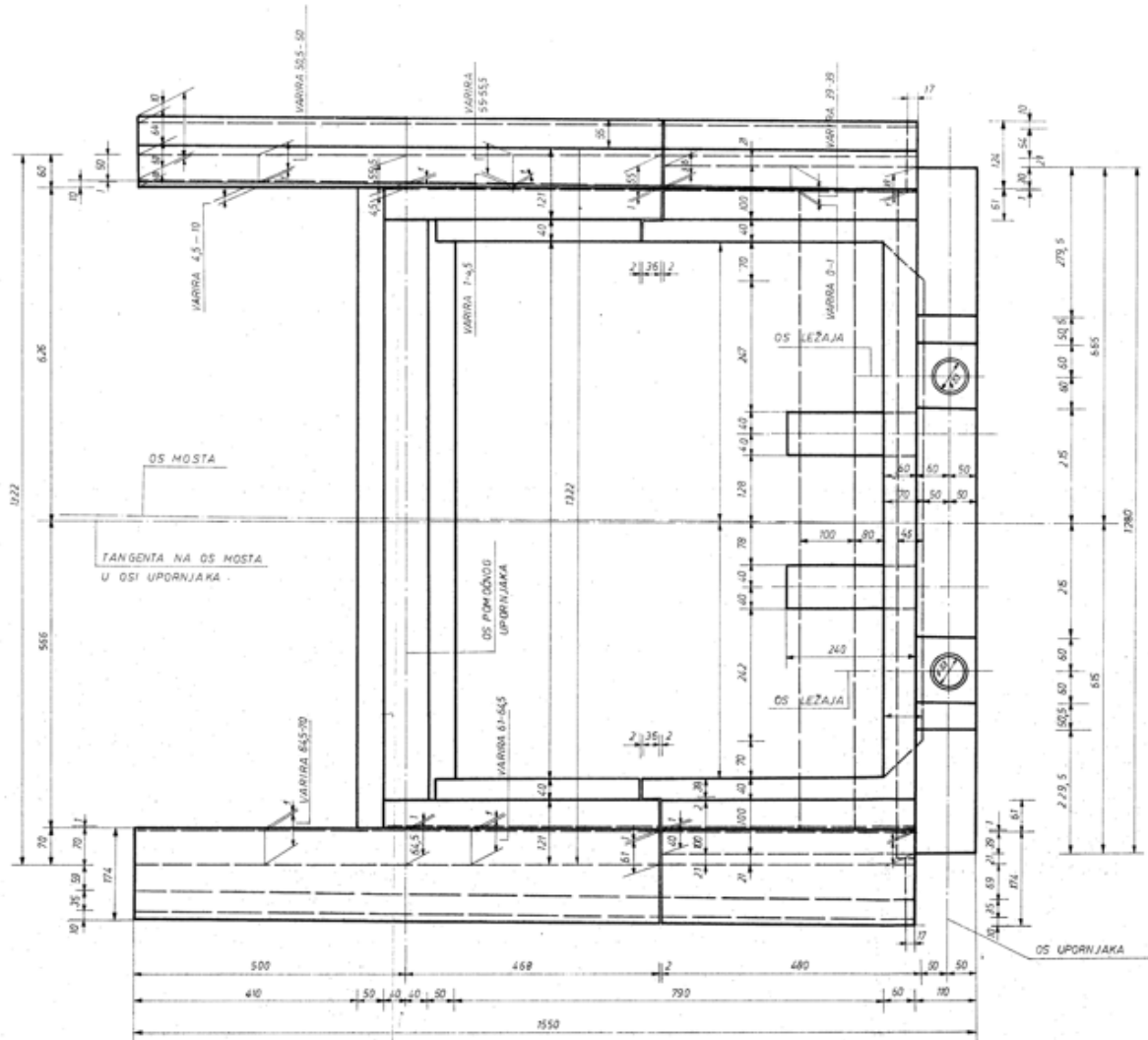
Slika 1.2-4 Pogled na stup upornjaka

U PORNJAK „E“  
TLOCRT ZIDOVA 1:50

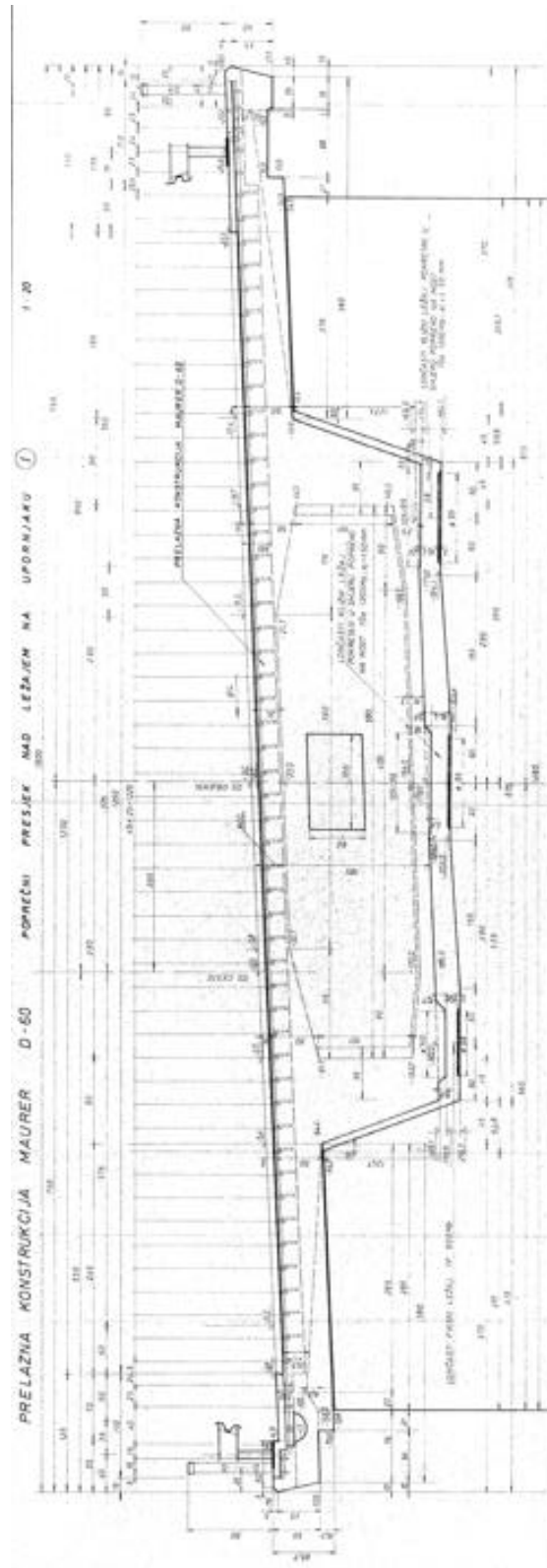


Slika 1.2-5 Upornjak „E“

TLOCRT UPORNJAKA 1:50



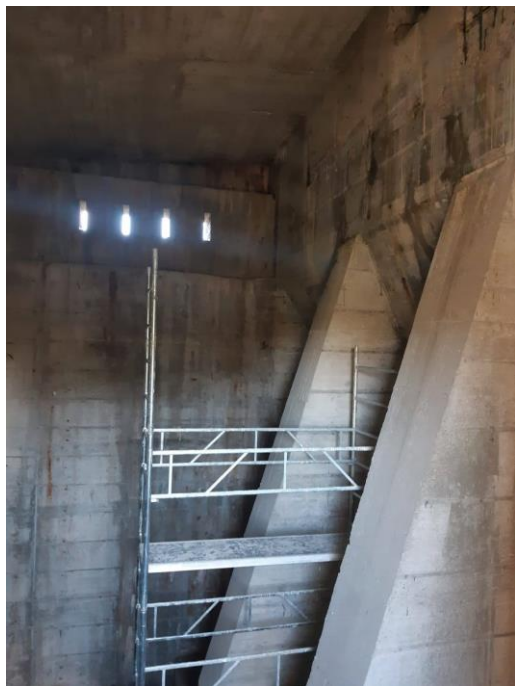
Slika 1.2-6 Tlocrt upornjaka



Slika 1.2-7 Poprečni presjek nad ležajem na upornjaku

### 1.3 FOTO-DOKUMENTACIJA ZATEČENOG OŠTEĆENJA

Obzirom na izvršen vizualni pregled 22.02.2021. godine, uočena su naknadna oštećenja upornjačke građevine („zapadna“).



Slika 1.3-1 Upornjačka građevina - pogled



Slika 1.3-2 Vlaženje, odlamanje betona te korozija armature



Slika 1.3-3 Odlamanje betona oko otvora



Slika 1.3-4 Odlamanje zaštitnog sloja betona te korozija armature oko otvora



Slika 1.3-5 Odlamanje betona oko otvora



Slika 1.3-6 Odlamanje zaštitnog sloja betona



Slika 1.3-7 Odlamanje betona oko otvora



Slika 1.3-8 Pukotine u betonu oko otvora



Slika 1.3-9 Raspucani beton oko otvora



Slika 1.3-10 Odvajanje i otpadanje betona



Slika 1.3-11 Vidljive zone odvajanje i otpadanja betona zaštitnog sloja armature u pogledu prijelazne ploče



Slika 1.3-12 Odvajanje i otpadanje betona u pogledu prijelazne ploče

Projektant:

HRVATSKA KONGREGACIJA INŽENJERSTVA I GRAĐEVINARSTVA  
mr.sc. Krunoslav Mavar  
dipl. ing. građ.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva  
G 595

mr.sc. Krunoslav Mavar, dipl.ing.građ.

## 2 TEHNIČKI OPIS SANACIJSKOG ZAHVATA

### 2.1 PROGRAM SANACIJSKIH RADOVA

Sanacijski radovi na prsnom zidu upornjačke građevine trebaju obuhvatiti uklanjanje svog mehanički oštećenog betona AB zida, dopuna armature i ugradnju novog betona u oplati.

Uklanjanje betona se izvodi hidrodinamički, uz pridržavanje velikih komada zida kako ne bi odlamanjem i pucanjem armature oštetili ostali dio konstrukcije upornjačke građevine, postavljene skele i ugrozile sigurnost radnika i instalacija.

Osim toga zbog velike fronte uklanjanja betona prsnog zida, a u uvjetima odvijanja prometa na 1. i 3. Voznom traku potrebno je osigurati stabilnost upornjaka ispod tih trakova. Potrebno je osigurati stabilnost podupiranjem kolničke ploče ispod tih trakova pomoću dvije nosive skele postavljene uz prsni zid.

Na nosivoj skeli potrebno je ostvariti stupanj prednapona koji je u suglasnosti s projektom skele, korištenjem hidrauličkih preša.

Osim nosive skele potrebno je i radna skela za pristup mjestu sanacije prsnog zida.

Radna skela za pristup mjestu sanacije prsnog zida nakon završetka prsnog zida se može koristiti i za prekucavanje, reprofilaciju zaštitnog sloja betona u podgledu prijelazne ploče.

Svi ostali radovi izvode se prema postojećem izvedbenom projektu sanacije srednjeg segmenta prijelazne naprave mosta.

### 2.2 RADOVI NA AB KONSTRUKCIJI UPORNJAČKE GRAĐEVINE

Sanacija oštećenog segmenta prijelaznih naprava se sastoji od sljedećih koraka:

#### 2.2.1 MOBILIZACIJA GRADILIŠTA, MONTAŽA SKELE I DOVOZ POTREBNOG MATERIJALA I OPREME

Potrebno je osigurati stabilnost kolničke ploče podupiranjem ispod 1. i 3. prometnog traka pomoću dvije nosive skele postavljene uz prsni zid. Nosive skele trebaju biti postavljene na čvrstoj podlozi, što uključuje iskop tla u dnu upornjačke građevine i nalaženje temeljnih stopa ili izvedba novih privremenih temelja.

Skela mora biti dinenzionirana na vlastitu težinu AB kolničke ploče i opterećenje od prometa na svakom traku. Isto je tako potrebno poprečno ukrućivanje protiv izvijanja i za poprečnu ukrutu skele. Potrebno je izraditi statički proračun skele, te predložiti sve potrebne ateste.

Osim nosivih skela potrebna je i radna skela za pristup mjestu sanacije prsnog zida. Ova skela mora biti takva da se sa nje može pristupiti svim dijelovima prsnog zida upornjaka, da se može opsluživati uklanjanje odlomljenog betona i ugradnja nove armature i betona.

## 2.2.2 UKLANJANJE BETONA I ARMATURE

Vršit će se hidrodinamičko uklanjanje oštećenog betona prsnog zida upornjaka, ruba prijelazne ploče te odlomljenih dijelova betona oko i ispod otvora na prsnom zidu upornjaka te podgled prijelazne ploče.

Uz hidrodinamičko uklanjanje je potrebno voditi brigu o mogućem odvajanju većih dijelova betona (pridrzanje), nakon presijecanja ili odvajanja armaturnih šipaka, kako se ne bi desilo oštećenja skela i AB upornjaka.

Potrebno je ukloniti sav beton u zoni raspucavanja, i svu armaturu koja je deformirana, što će se utvrditi pregledom nakon uklanjanja betona.

## 2.2.3 UGRADNJA ARMATURE

Na mjestu uklonjenog betona potrebno je ugraditi armaturu potrebnu za armiranje prsnog zida.

Uz postojeću armaturu koja je preostala nakon uklanjanja betona potrebno je ugraditi dodatnu armaturu koja će zamijeniti uklonjenu oštećenu armaturu, te dodatnu armaturu za dopunu, ako se pokaže da originalno ugrađena armatura nije bila dovoljna.

U tu svrhu je potrebno provesti statički proračun i dimenzioniranje armature uzevši u obzir otvor na prsnom zidu.

Na mjestu povezivanja nove armature u stari beton izvodi se sidrenje nove armature:

Uz pomoć ručne bušilice potrebno je zabušiti rupe promjera 20 mm, duljine 210 mm (21 cm) u dva reda u betonskom zidu upornjaka. U rupe se ulijeva podljevni epoksidni mort, te se u stanju dok je još svježem (neočvrslom) stanju ugrađuje sidrena šipka promjera 14 mm, u duljine 400 mm (40 cm) vertikalno ili uzdužna šipka promjera 14 mm duljine 1400 mm (140cm) horizontalno. Sidrene šipke se ugrađuju pomoću šablone, na način da se poštuje vertikalnost sidrene šike i debljina podljevne mase u svim rupama.

## 2.2.4 MONTAŽA OPLATE, UGRADNJA BETONA I DEMONTAŽA OPLATE PRSNOG ZIDA

### 2.2.4.1 Prva faza – zid upornjaka

- Montaža dvostrane oplate na svim površinama uklonjenog betona zida upornjaka. Ugradnja oplate otvora u zidu upornjaka, sve prema prethodnom stanju.
- Ugradnja betona C35/45 uz pravilno vibriranje. Prije ugradnje betona potrebno je stare površine betona premazati SN vezom.
- Njegovanje betona.

### 2.2.4.2 Demontaža oplate

Prije ugradnje betona potrebno je premazati oplatu zaštitnim slojem radi kasnije lakše demontaže oplate. Oplatu je potrebno demontirati nakon 3 dana te zbrinuti na odgovarajući način.

### 2.2.5 INJEKTIRANJE PUKOTINA PO POTREBI

Na AB zidu upornjaka (iznutra), te na AB kolničkoj ploči (odozdo) potrebno je na površinama koje se ne uklanjaju, a sadrže pukotine širine veće od 0,25 mm izvršiti tlačno injektiranje. Injektiranje se izvodi prema postupku:

- Potrebno je prije svega očistiti površinu betona u širini od cca 20 cm oko traga pukotine (po 10 cm sa svake strane). Priprema površine se može izvoditi visokotlačnim pranjem (pod pritiskom između 400 i 800 bara) ili brušenjem, električnim alatima sa rotacionom žičanom četkom ili suhim pjeskarenjem.
- Nakon obavljenog pranja pristupa se bušenju rupa za *packere* (kao MC *packer* 10/110 mm ili jednakovrijedan). *Packeri* se buše s odmakom od 15 cm od traga pukotina, pod kutom od 45 stupnjeva, dubine 15 – 20 cm (gledajući vertikalno) s promjerom rupe 10 mm. Predviđeno je pet komada *packera* po metru pukotine (5 kom/m').
- Zatvaranje traga pukotina, u širini između 5 i 10 cm, vrši se epoksidnim mortom (kao npr. MC-Betosolid SX ili jednakovrijedan).
- Injektiranje se izvodi injekcionom duromernom epoksidnom smolom (kao MC Injekt 1264 Compact ili jednakovrijednom). Injekcijska smjesa mora biti minimalno razreda: *U(F1) W(2)(1)(8/30)(0)* prema HRN EN 1504-5;2013- *Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija-Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti - 5.dio*. Maksimalna dozvoljena vlažnost za injektiranje suhih pukotina iznosi 4%.
- Nakon obavljenog injektiranja potrebno je ručnim alatom odstraniti *packere*, te zapuniti rupe na mjestu uklonjenih *packera* pomoću morta za brzo vezivanje (kao Ombran R ili jednakovrijedan).

### 2.2.6 ZAVRŠNI RADOVI, DEMONTAŽA SKELE, DEMOBILIZACIJA GRADILIŠTA

Nakon starosti ugrađenog betona od 7 dana može se pristupiti demontaži oplata, a nakon 14 dana demontaža nosivih skela.

Nakon završetka radova, Izvođač je dužan očistiti gradilište, svu opremu i neugrađeni materijal odvesti s gradilišta te sav otpad deponirati na službeno odlagalište.

### 2.2.7 INSTALACIJE

Bez obzira na stanje ustanovljeno u vrijeme izrade ovog projekta (nisu uočene instalacije), izvoditelj radova dužan je u fazi pripremnih radova ponovo pregledati građevinu i provjeriti postojanje eventualnih novopostavljenih instalacija koje se prevode mostom ili ispod njega. Ukoliko ne postoje, potrebno ih je izmjestiti uz prethodnu obavijest vlasnicima, ako smetaju za izvođenje radova, a po završetku radova, i uz suglasnost investitora, ponovo vrate.

### 2.2.8 ZAŠTITA I POPRAVAK KONSTRUKCIJA – NORME

Tehnička svojstva proizvoda i sustava za sanaciju betona, a koja su dana ovim projektom, ispunjavaju opće i posebne zahtjeve bitne za zaštitu, izvođenje i/ili popravak betonske konstrukcije i specificirana su prema normama niza HRN EN 1504, normama na koje te norme upućuju i odredbama Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20), ovisno o vrsti proizvoda i sustava navedenih u projektu.

Potvrđivanje sukladnosti proizvoda i sustava za sanaciju betona provodi se, ovisno o vrsti proizvoda, prema odredbama normi niza HRN EN 1504-2 do HRN EN 1504-7, i norme HRN EN 1504-8 i odredbama Pravilnika o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (Narodne novine 103/08, 147/09, 87/10, 129/11). Ispitivanje svojstava

proizvoda i sustava, ovisno o vrsti proizvoda ili sustava, provodi se prema odgovarajućim normama iz niza HRN EN 1504 i normama na koje te norme upućuju.

Projektant:



HRVATSKA REPUBLIKA  
mr.sc. Krunoslav Mavar  
dipl. ing. građ.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva  
G 595

mr.sc. Krunoslav Mavar, dipl.ing.građ.

### 3 UVJETI KVALITETE ZA MATERIJALE

Projektom sanacije definirana su tehnička svojstva gradiva. Za njihov sastav odgovoran je proizvođač, a za ugradnju izvođač. Slijede osnovni i dodatni zahtjevi kvalitete.

#### 3.1 BETON C35/45

Beton s minimalnim skupljanjem.

Uvjeti okoliša:

- uzrokovanoj kloridima koji nisu iz mora: **XD3**
- uzrokovanoj smrzavanjem i odmrzavanjem sa soli za odmrzavanje ili bez nje: **XF4**
- Agregat otporan na smrzavanje, maksimalno zrno do  $d_{\max} = 32 \text{ mm}$
- Minimalna količina cementa  $= 320 \text{ kg/m}^3$
- Max v/c faktor  $< 0,45$
- Količina mikropora uvučenog zraka  $= 5-7\%$
- Razred sadržaja klorida  $\text{Cl}^-$   $0,40$
- Razred slijeganja S2  $= 50-90 \text{ mm}$
- Superplastifikator radi postizanja konzistencije prema potrebi
- Razred vodonepropusnosti **VDP 2**, dopušteni prosječni prodor vode prema HRN EN 12390-8:  $30 \text{ mm}$
- Otpornost na djelovanje mraza i soli za otapanje prema HRN CEN/TS 12390-9: razred MS56

#### 3.2 POLIMER-CEMENTNI REPARATURNI MORT ZA REPROFILACIJU R4 ( $f_c=45 \text{ N/mm}^2$ )

- maksimalno zrno  $d_{\max} = 4 \text{ mm}$
- tlačna čvrstoća prema HRN EN 12190:
  - nakon 3 sata (temperatura okoline  $15^\circ\text{C}$ )  $30 \text{ N/mm}^2$
  - nakon 3 dana  $50 \text{ N/mm}^2$
  - nakon 28 dana  $60 \text{ N/mm}^2$
- čvrstoća na savijanje nakon 28 dana  $> 5 \text{ N/mm}^2$
- prionljivost na podlogu nakon 28 dana  $\geq 2,0 \text{ MPa}$
- prionljivost na podlogu nakon 1 dan  $\geq 1,0 \text{ MPa}$
- termička kompatibilnost (smrzavanje – odmrzavanje)  
prionljivost nakon 50 ciklusa (EN 13687-1)  $> 2,0 \text{ N/mm}^2$
- modul elastičnosti (EN 13412)  $\geq 20 \text{ GPa}$

### 3.3 PODLJEVNI BETON

Podljevni mort se koristi za podlijevanje volumena uz prijelaznu napravu.

Koristiti gotovi podljevni mort deklariran prema normi *HRN EN 1504-6: Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija; dio 6: Sidrenje čelične armature.*

- Zrno agregata	$d_{\max} = 8 \text{ mm}$
- Tekuće konzistencije, samonivelirajući	Rasprostiranje = 700 mm
- Tlačna čvrstoća morta nakon 24 sata (HRN EN 12190)	$> 55 \text{ N/mm}^2$
- Tlačna čvrstoća morta nakon 28 dana (HRN EN 12190)	$> 95 \text{ N/mm}^2$
- Skupljanje	$< 0,6 \text{ mm/m'}$
- Prionjivost na beton ( <i>Pull Off Test</i> prema HRN EN 1542)	$\geq 2,0 \text{ N/mm}^2$
- otpornost na djelovanje mraza i soli (HRN EN 12390-9)	MS 56

Sastav i svojstva podljevno g morta s kompenziranim skupljanjem (kao na pr. „Emckrete 60 A“ ili jednakovrijedni).

### 3.4 POLIMERCEMENTNI VEZNI SLOJ

Za ostvarivanje dobre veze između starog i novog betona treba upotrebljavati vezni sloj koji je izrađen na bazi polimercementnog veziva.

Kontrolnim ispitivanjem potrebno je dokazati da je prionjivost za podlogu  $\geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ .

### 3.5 EPOKSIDNO LJEPILO

Mort za zalijevanje sidara izrađuje se na bazi epoksidne smole pripravljene s kvarcnim pijeskom ili cementom kao punilom.

Omjer miješanja smola: punilo je najčešće 1:3. Sastav je potrebno korigirati ovisno o karakteristikama sastojaka, kako bi se dobila konzistencija pogodna ugradnji u horizontalne rupe.

Miješanje morta se vrši strojno, u trajanju od 10 minuta, u količini koja se može ugraditi za 30 minuta.

Uvjet prionljivosti na beton  $> 2,0 \text{ N/mm}^2$

### 3.6 ČELIK ZA ARMIRANJE BETONA

Betonski čelik, čelična sidra i armaturne mreže mogu se koristiti ukoliko u pogledu tehničkih karakteristika zadovoljavaju uvjete Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN 17/17) i normama HRN EN 10080 -1 do 6. Označavanje izvršiti prema HRN EN 1027-1 i 2 i HRN CR 10260.

Koristiti čelike oznake B500 sa dokazanom kvalitetom.

### 3.7 ANTIKOROZIVNA ZAŠTITA ARMATURE

Polimercementni premaz za zaštitu „otvorene“ armature od elektrokemijskih utjecaja i procesa koji se mogu odvijati u betonu, izloženom eksploatacijskim i uvjetima okoline.

Prionljivost na čelik  $\geq 2,0$  N/mm<sup>2</sup>

### 3.8 MASA ZA INJEKTIRANJE PUKOTINA

Masa za injektiranje pukotina treba biti na bazi dvokomponentne epoksidne smole, u skladu s normom HRN EN 1504-5: *Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija-Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti-5. dio: Injektiranje betona*; tj. minimalnog razreda: *U(F1) W(2)(1)(8/30)(0)*, treba imati sljedeća svojstva:

Viskozitet	280-350 mPa s
Gustoća	1,04-1,09 kg/l
Tlačna čvrstoća	$\geq 60$ MPa
Vlačna čvrstoća savijanjem	$\geq 40$ MPa
Modul elastičnosti	$\geq 2,0$ GPa
Temperatura obrade	+8°C do +30°C

\* Sva propisana svojstva određena su na 20°C i 50 % relativne vlažnosti zraka.

Koristi se dvokomponentna epoksidana smola za injektiranje niske viskoznosti, certificiran i sa navedenom namjenom (kao na pr. MC Injekt 1264 Compact ili jednakovrijedni).

Projektant:



mr.sc. Krunoslav Mavar, dipl.ing.građ.

## 4 TEHNIČKI UVJETI ZA RADOVE I MATERIJALE

### 4.1 OPĆE ODREDBE ZA RADOVE

Tijekom sanacijskih zahvata, ugrađene materijale efikasno zaštititi od pojačanog strujanja vjetra, i zaštititi od temperature  $<+5^{\circ}\text{C}$  i  $>+25^{\circ}\text{C}$ .

Izvoditelj radova mora organizirati i izvoditi sve radove na sanaciji betonske konstrukcije, najprikladnije primjeni i sukladno Projektu uz primjenu svih propisanih mjera zaštite i važećih propisa struke i prakse.

Svi radovi na sanaciji moraju biti koordinirani i po dinamičkom planu od strane nadležne službe odobreni.

Kod pripreme, izvedbe i kontrole kvalitete treba se pridržavati uvjeta iz projekta, a za odredbe koje nisu specificirane treba se pridržavati važećih normativa i propisa.

Sve radove treba izvoditi iz prethodno ispitanih i tijekom radova kontroliranih materijala.

Uzimanje uzoraka u svrhu kontrolnih ispitivanja obavlja ovlaštena organizacija ili izvoditelj, pod kontrolom nadzornog inženjera. O uzimanju uzoraka treba sastaviti zapisnik s potpunim podacima.

### 4.2 ČUVANJE I NJEGOVANJE IZVEDENIH ELEMENATA SLOJEVA

Njegovanje i zaštita počinju još u fazi nabave, prijevoza i uskladištenja osnovnih materijala na bazi polimercementnog veziva, akrilata i epoksida, koji ne smije biti izložen vlazi, a naročito temperaturama  $<+5^{\circ}\text{C}$  i  $>+30^{\circ}\text{C}$ .

Spravljanje reparaturnih mortova kao i izvedeni radovi (slojevi) moraju biti efikasno zaštićeni od negativnih utjecaja naglog sušenja, a naročito niskih i visokih temperatura. Predviđeno vrijeme za njegovanje je minimalno 7 dana.

Slojevi na bazi epoksida i akrilata moraju biti efikasno zaštićeni od mogućeg vlaženja, niskih i visokih temperatura tijekom spravljanja i ugradnje, prljanja prašinom i mehaničkih oštećenja.

### 4.3 SPRAVLJANJE MATERIJALA ZA UGRADNJU PRI SANACIJI

Spravljanje je dozvoljeno samo strojno sa prisilnim miješanjem uz maseno doziranje komponenata.

Svi materijali moraju biti zaštićeni od oborina, niskih i visokih temperatura.

Kapacitet spravljanja mora biti prilagođen vremenu obrade materijala koji se primjenjuje.

Transport treba organizirati tako da se izbjegne svaka mogućnost gubitka materijala, moguća segregacija i onečišćenje.

### 4.4 HIDRODEMOLIRANJE

Uklanjanje betona vrši se hidrodemoliranjem u debljinama predviđenim projektom upotrebom vodenih topova s prilagodljivim tlakom na mlaznici promjenljivim do 2500 bara ili na način da se na sapnici uređaja postavi konstantan pritisak (npr. 1500 bara) koji automatskim navođenjem vrši uklanjanje betona iste ili slabije kvalitete, kojem je struktura degradirana (npr. djelovanjem soli i smrzavanja, ...).

Postupak razbijanja betona ručnim alatima nije moguće koristiti, jer bi se tako u zoni sidara razmrvila struktura preostalih betona a nastale mikropukotine bi kasnije onemogućavale dobru prionjivost novog sanacijskog betona, i u zoni armature predstavljale porozan i propusan sloj. Također, ovakvim načinom bi se djelomično oštetila i armatura (točkasta oštećenja koja su prva

mjesta za početak eventualne korozije tijekom eksploatacije), a udaranje o šipke armature prenosilo bi se i na dijelove mladog sanacijskog betona i morta, te u zaštitnom sloju na mjestima šipki vjerojatno uzrokovalo mikropukotine, što za konstrukciju u ovakvim uvjetima i s ovakvim zahtjevima nije dopušteno.

#### **4.5 POPRAVAK, DOPUNA I ZAMJENA ARMATURE**

Nakon otvaranja dijela armirano betonskih elemenata potrebno je pregledati svu armaturu u prisustvu nadzornog inženjera i ustanoviti stanje ugrađene armature, te obim eventualnih oštećenja.

Na temelju snimljenog stanja treba donijeti odluku o potrebi dopune ili zamjene pojedine šipke armature prema kriterijima:

- dodavanje armature za šipke koje su oštećene za više od 10 % presjeka (korozija s jedne strane);
- zamjena armature u grupi šipaka glavne armature od kojih je 1/3 broja šipaka oštećena za više od 20 % presjeka (korozija po cijelom opsegu)

Korodiranu armaturu treba očistiti do zdravoga kontakta s betonom i do stupnja čistoće Sa 2 ½ prema HRN EN ISO 8501-1

Sve oštećene šipke se mogu dopuniti ili zamijeniti ugradnjom šipke istog profila vezanjem uz korodiranu šipku ili projektom navedenim profilima šipki s propisanim preklopom. Ako je potrebno provesti nastavljanje postojeće glatke armature zavarivanjem, u projektu će biti definirani svi elementi za izvođenje (duljina preklopa, duljina vara, pozicije vara, kvaliteta čelika).

Šipke koje nisu predviđene za uklanjanje, prema gore navedenim kriterijima, trebaju biti izravnane i uredno složene prema svim pravilima armiračke struke.

#### **4.6 BETONIRANJE**

Prije početka betoniranja izvođač mora izraditi projekt cjelokupne organizacije betoniranja, dokazati dovoljan kapacitet svih strojeva i radne ekipe te to podnijeti na odobrenje nadzornom inženjeru.

Najmanje 15 dana prije izvedbe izvođač mora nadzornom inženjeru predati na odobrenje plan betoniranja. Plan betoniranja mora sadržavati:

- popis opreme i strojeva
- popis odgovornih djelatnika
- shemu redosljeda betoniranja s količinama i dinamikom izvođenja

Transport betona od betonare do mjesta ugradnje mora se obaviti na način da se spriječi segregacija betona i da vrijeme od trenutka dodavanja vode u betonari do završetka ugradnje betona bude što kraće. U vrijeme visokih (iznad 25 °C) ili niskih (ispod 5 °C) temperatura, beton mora tijekom transporta biti zaštićen.

Transport betona može se vršiti isključivo u kamionu-miješalici («mikseru»), uz stalnu minimalnu agitaciju betona. Beton se iz kamiona-miješalice na mjesto ugradnje mora ubacivati betonskom pumpom.

Ne dozvoljava se ni u kojem slučaju nadolijevanje vode u beton tijekom transporta. Konzistencija se može korigirati isključivo dodavanjem superplastifikatora. Prije ugrađivanja betona treba provjeriti dimenzije elemenata, armaturu, visinske kote ukrućenja, te sve ugradbene dijelove. Sve površine treba očistiti od piljevine, krhotina, čavala, žice, vode i smeća prije početka ugradnje betona.

Prije početka betoniranja nadzorni inženjer mora pregledati i opremu za betoniranje, te u dnevniku pismeno odobriti betoniranje. Brzina betoniranja treba biti takva da je beton tijekom obrade plastičan dok ne zauzme svoj konačni položaj i gustoću. Beton koji je djelomično vezao, koji je zagađen stranim primjesama ili je odležao i tada ponovno izmiješan ne smije se ugrađivati.

Beton treba zbijati vibriranjem. Za slučaj kvara izvođač mora na gradilištu imati dovoljno rezervnih vibratora.

Beton se kod niskih temperatura smije ugrađivati samo ako izvođač poduzme takve mjere u miješanju, prijevozu i ugradnji svježje betonske mase, da se spriječi hlađenje svježje betonske mješavine ispod 10°C.

Temperatura ugrađenog betona ne smije prijeći 65°C.

Izvođač mora prije početka betoniranja predložiti nadzornom inženjeru na odobrenje postupke zaštite betona tijekom transporta i postupke njegovanja tijekom vezivanja i očvršćivanja betona. Svježi beton se mora u toku prijevoza i ugrađivanja te u početnom razdoblju očvršćivanja nakon ugrađivanja zaštititi od djelovanja sunca, mraza, vjetera i drugih nepogoda. Zaštita betona mora početi prije završenog procesa vezivanja. Njegu i zaštitu betona od povećanog skupljanja, radi osiguranja potrebne kvalitete površinskog sloja betona, od smrzavanja, od štetnih vibracija, udara ili bilo kakvih oštećivanja dok beton ne postigne 50% karakteristične tlačne čvrstoće, sukladno tablici E.1 dodatka E HRN ENV 13670-1 treba razraditi izvođač. Izvođač također treba razraditi i mjere i postupke za slučaj neplaniranog prekida betoniranja (nestanak električne energije, kvar mehanizacije i sl.) u toku pripremnih radova.

## **4.7 UGRADNJA VEZNIH, ZAMJENSKIH I ZAŠTITNIH SLOJEVA**

### **Polimercementni vezni sloj**

Efikasna ugradnja postiže se uribavanjem četkom kratkih krutih dlaka, na prethodno očišćenu i navlaženu podlogu (beton nakon hidrodinamičkog uklanjanja sloja i odstranjivanja skramice i nečistoća te zaostale vode).

### **Slojevi polimercementnog morta za reprofiliranje**

Ugradnja reparaturnog morta bez oplata izvodi se u dvoje debljine sloja: do 2,0 cm ili do 8,0 cm, u dva sloja nanošenja. Ugradnja se izvodi na svježi vezni sloj (ili bez njega ako je tako propisao proizvođač).

U horizontalnim slojevima se ugrađuje utiskivanjem pomoću metalne gladilice (gletera).

Na vertikalnim plohama i u podgledu elemenata efikasnija ugradnja postiže se torkretiranjem.

Kod izvođenja u dva sloja potrebno je u obje varijante izvedbe posebnu pažnju obratiti na ugradnju prvog sloja ispod i oko šipki armature. Novi sloj se izvodi 4 – 6 sati nakon prvog.

Tehnički uvjeti za izvođenje trebaju biti u skladu s odredbom norme norme *HRN EN 1504-3: Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija-Definicije, zahtjevi, kontrola*

*kvalitete i vrednovanje sukladnosti; dio 3: Konstrukcijski i nekonstrukcijski popravak, te s uvjetima za izvođenje iz norme HRN EN 1504-10: Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija - dio 10: Primjena proizvoda i sustava na gradilištu i kontrola kvalitete radova.*

## **4.8 UVJETI KVALITETE PODLOGE ZA NASTAVAK ODREĐENE VRSTE RADOVA**

### **4.8.1 ARMIRANO-BETONSKA PODLOGA**

Kriteriji kvalitete podloge betona pripremljene za nanošenje reprofilijskih slojeva:

- Vlačna čvrstoća prionjivosti	≥ 1,5 N/mm <sup>2</sup> (min. 1,2 N/mm <sup>2</sup> )
- količina klor iona u betonu	< 0,065 %
- pH otvorene površine betona	> 11,0
- Otvorenost strukture	> 35% (vidljivih zrna agregata)
- Vlažnost	prilagođena sustavu koji se nanosi

### **4.8.2 POVRŠINA ČELIKA**

Kriteriji kvalitete postojećeg armaturnog čelika pripremljenog za nanošenje reprofilijskih slojeva:

Stupanj čistoće (DIN 55928)	Sa 2½
Vrijeme otvorene površine očišćenog čelika	< 6 sati

Projektant:



mr.sc. Krunoslav Mavar, dipl.ing.građ.

## 5 PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

### 5.1 UVOD

Osiguranje kvalitete treba postići tako da se upotrebljavaju samo provjereni i ispitani materijali, provode ispravne i vješte metode gradnje, koji će biti u skladu sa projektom, standardima i propisima i dobrom praksom.

Kontrolu kvalitete treba provesti stalnim nadziranjem radova u svim fazama od strane nadzornog inženjera i drugih specijalističkih inspektora i institucija za kontrolu i ispitivanje materijala, kao i svim potrebnim ispitivanjima kvalitete materijala ili gotovih građevinskih elemenata.

Materijali koji se koriste za ugradnju trebaju imati valjane dokaze o kvaliteti, bilo da se radi o valjanim certifikatima i atestima za gotove proizvode, bilo da se kakvoća dokazuje ispitivanjem na, u tijeku izvedbe izrađenim uzorcima gradiva spravljenih na gradilištu ili proizvodnom pogonu.

### 5.2 NADZOR

Glavni nadzor nad provođenjem sustava održavanja kvalitete obavlja glavni nadzorni inženjer (kontinuirano). Glavni nadzorni inženjer može imati pomoćnike - specijaliste, te prisutnost projektanta koji obnaša projektantski nadzor. U skladu sa zakonskim propisima vanjski nadzor može obavljati i neovisna ovlaštena organizacija za kontrolu kvalitete. Izvoditelj radova mora voditi građevinski dnevnik (prema Pravilniku o vođenju građevinskog dnevnika) koji svakodnevno u vrijeme izvođenja radova ispunjava osoba izvođača, a ovjerava nadzorni inženjer kao i svu ostalu dokumentaciju kakvoće korištenih materijala i izvedenih radova. Svi radovi vode se i preuzimaju kroz građevinski dnevnik i to po fazama rada, pri čemu je nužno da za početak radova naredne faze nadzorni inženjer ocjeni kakvoću izvedenih radova, te nakon toga odobri nastavak radova.

#### 5.2.1 PROJEKTANSKI NADZOR

Projektantski nadzor nad izvođenjem predmetnih radova obavlja projektant osobno ili preko svojih suradnika. Taj nadzor vodi brigu da se radovi izvedu prema projektu i njegovim dopunama (ako takove budu postojale) i svrsishodno namjeni koja proizlazi iz projekta.

Projektantski nadzor je stalnog karaktera.

Projektant ima pravo donositi odluke u slučaju kada se ukaže potreba da se izvrše izmjene pojedinih dijelova projekta, bilo po opsegu, postupku ili redoslijedu izvođenja radova.

#### 5.2.2 STRUČNI NADZOR

Potrebno je osigurati stalni stručni nadzor tijekom izvođenja radova. Nadzorni inženjer je predstavnik vlasnika/investitora, plaćen je od vlasnika/investitora i izvršava svoju odgovornost prema njemu. Nadzorni inženjer ima zadatak da kontinuirano prati radove, a za veće radove u punom radnom vremenu. On je odgovoran za tumačenje ugovornih obaveza i izmjena, on uspostavlja kriterije prihvatljivosti, vodi računa da se radovi izvedu u skladu sa projektom i standardima i dobrom praksom, ocjenjuje napredovanje gradnje i određuje dinamiku plaćanja graditelju sukladno količini izvršenih radova i ugrađenom materijalu. U slučaju kakvih većih odstupanja od projektnih postavki, zapažanja ovog nadzora su mjerodavna kod odluke o nastavku rada. Nadzorni inženjer stalno obavještava vlasnika o toku radova i zadovoljenju roka završetka radova.

Nadzorni inženjer mora imati tehničko znanje o građevinskim materijalima i izvođenju gradnje i imati iskustvo sa time i mora zadobiti povjerenje i poštovanje vlasnika i izvoditelja.

Sve količine izvedenih radova moraju biti obračunate pomoću metode terarističkog 3D laserskog snimanja.

### 5.2.3 IZVJEŠTAJ O IZVEDENIM RADOVIMA

Da bi se sačuvali svi podaci o izvedenom stanju, potrebno je po završenom poslu izraditi izvješće o svim izvedenim radovima na sanaciji građevine. Poseban naglasak u tom izvješću treba staviti na eventualne izmjene u odnosu na radove predviđene projektom.

## 5.3 SPECIFIKACIJA GRAĐEVINSKIH PROIZVODA

Materijali koji se koriste trebaju imati valjane dokaze o kvaliteti.

Dokumentacija s kojom se građevni proizvodi isporučuju na gradilište moraju sadržavati podatke kojima se osigurava sljedivost identifikacije građevnog proizvoda i ispravu o sukladnosti za taj proizvod, te podatke koji su u vezi označavanja građevnih proizvoda propisani u normi HRN EN 206 i HRN 1128, te druge podatke značajne za rukovanje, prijevoz, pretovar, skladištenje, ugradnju i uporabu građevnog proizvoda i njegovog utjecaja na svojstva i trajnost betonske konstrukcije.

Gotovo svi građevinski proizvodi koji će se ugrađivati tijekom sanacije dobavljati će se iz pogona i tvornica izvan gradilišta. Beton za izvedbu mora se dopremiti sa certificirane betonare.

Za svaki od njih svaka isporuka gradilištu mora imati izjavu o sukladnosti proizvođača i važeću potvrdu sukladnosti s odgovarajućom normom, ako je određenim propisom uvjetovana, odnosno tehničko dopuštenje, ako norma za njega ne postoji. Još prije prve isporuke za svaki novi proizvod, koji će se ugrađivati u građevinu, nadzornom inženjeru treba za njega dostaviti sve potrebne podatke i potvrde o kvaliteti i ishoditi njegovu suglasnost za ugradnju.

**Beton i njegovi sastavni materijali.** Budući će se sav beton dopremiti na građevinu iz centralnih pogona nadzornom inženjeru treba mjesec dana prije početka ugradnje za svaki sastav betona dostaviti od proizvođača sve podatke o sastavu, sastavnim materijalima i početnim ispitivanjima svih uvjetovanih svojstava, uključivo izjavu o sukladnosti i potvrdu ovlaštenog tijela, sve prema specifikacijama Priloga A TPBK i norme HRN EN 206-1. Ako se bilo koji sastav betona, izuzev beton normiranog zadanog sastava prema točki A.2.1.9 Priloga A TPBK, bude proizvodio na gradilištu, pogon za njegovu proizvodnju će se tretirati kao sastavni dio gradilišta, a u organizaciji, kontroli i potvrđivanju sukladnosti kvalitete proizvodnje morati će u potpunosti zadovoljiti specifikacije Priloga A TPBK i norme HRN EN 206-1.

**Cement.** Cement treba biti sukladan HRN EN 197-1, tipa CEM II/A-SiliV ili CEM II/B-SiliV koji u prvom slučaju sadrži do 20 % granulirane šljake visokih peći ili lebdećeg pepela termoelektrana, a u drugom do 35 %, razreda tlačne čvrstoće 42,5 N/mm<sup>2</sup>. Isti tipovi cementa sa miješanim mineralnim dodacima (CEM II/B-M), posebno oni s dodatkom karbonatnog kamenog brašna, mogu se rabiti samo ako im se početnim ispitivanjima dokaže podobnost za izradu ovdje uvjetovanog betona rekonstrukcije dijela prometnih površina Zračne Luke Zagreb bez povećane opasnosti od povećanja skupljanja betona i pojave pukotina..

Osim uvjeta navedene norme HRN EN 197-1 cement mora zadovoljavati i slijedeće dodatne uvjete:

- voda za normnu konzistenciju  $\leq 27 \%$
- početak vezanja pri temperaturi 20°C ne prije 2 sata
- početak vezanja pri temperaturi 30°C ne prije 1 sat
- finoća mljevenja po Blaineu  $\leq 4000 \text{ cm}^2/\text{gr}$
- vlačna čvrstoća savijanjem  $\geq 6,0 \text{ N/mm}^2$ .

Cement za ovu rekonstrukciju mora biti uskladišten u zasebnom silosu i pri uporabi ne smije biti stariji od 45 dana. U okviru kontrole kvalitete proizvodnje treba mu prije uporabe provjeriti i ovdje dodatno uvjetovana osnovna svojstva.

**Agregat.** Mineralni agregat mora biti sukladan normi HRN EN 12620 i zadovoljavati uvjete razreda pojedinih svojstava danih u tablici 1.

Veličina najvećeg zrna ne smije biti veća od  $\frac{1}{4}$  debljine sloja (za gornji sloj ne veća od 11,2 mm ni za donji ne veća od 31,5 mm).

U frakcijama sitnog agregata završnog sloja treba biti najmanje  $\frac{1}{3}$  kvarcnih zrna, a ne smije biti više od  $\frac{1}{4}$  zrna kalcijeva karbonata (radi osiguranja dovoljne mikrohrapavosti i otpornosti površine na zaglađivanje).

Krupne frakcije agregata (4-8 mm i 8-11,2 mm) u gornjem sloju beton trebaju radi uvjeta otpornosti na zaglađivanje i habanje biti eruptivne.

Tablica 5.3-1 Zahtjevi za agregat gornjeg (habajućeg) sloja betona

Najveće zrno (D)	8 mm ili 11 mm
Frakcije agregata	0/1 ili 0/2 ili 0/4+4/8+8/11
Granulometrijski sastav sitnih frakcija ( $\leq 4 \text{ mm}$ )	G <sub>F</sub> 85 (razred sukladan tablici C.1 u HRN EN 12620)
Granulometrijski sastav krupnih frakcija ( $> 4 \text{ mm}$ )	G <sub>C</sub> 90/15
Oblik zrna krupnog agregat	FI <sub>20</sub> (FI <sub>15</sub> kod izložene površine agregata)
Sadržaj sitnih čestica u sitnom agregatu	f <sub>10</sub>
Sadržaj sitnih čestica u krupnom agregatu	f <sub>1,5</sub>
Otpornost krupnog agregata na drobljenje	L A <sub>30</sub>
Otpornost na zaglađivanje	PSV <sub>50</sub>
Otpornost na smrzavanje	F <sub>1</sub> ili MS <sub>18</sub>
Sulfati topivi u kiselini	AS <sub>0,8</sub>

Optimalni sastav agregata treba biti prilagođen postupku ugradnje betona tako da mu se na površini formira samo tanki sloj finog morta, tj. treba slijediti donju graničnu liniju optimalnog područja 3 u preporučljivim optimalnim područjima HRN 1128, kakva su na slici 1 dana za najveće

zrno agregata 8 mm i 31,5 mm. Radi ograničenja skupljanja betona frakcije 4/8 mm u donjem sloju betona ne treba biti više od 5 %.

**Voda za pripremu betona.** Mora biti pouzdano pitka voda iz gradskog vodovoda. Voda reciklirana iz proizvodnje betona može se koristiti sukladno normi HRN EN 1008.

**Kemijski dodaci betonu.** Od kemijskih dodataka betonu treba rabiti odgovarajući aerant ili plastifikator-aerant certificirane kvalitete (sukladne normi HRN EN 934-2) i početnim ispitivanjima dokazane efikasnosti djelovanja (količine mikropora i njihova faktora razmaka).

**Sredstva za zaštitu betona.** Kemijska sredstva za zaštitu betona od evaporacije vlage, koja na površini betona formiraju zaštitni film moraju biti certificirana i efikasnost im potvrđena sukladno HRN CEN/TS 14754-1.

Nanesena količina sredstva treba odgovarati količini pokusno utvrđenoj pri ispitivanju njegove efikasnosti.

## 5.4 SPECIFIKACIJE IZVEDBE

### 5.4.1 BETONSKI RADOVI

**Izvedba betonske konstrukcije.** Kontrolu izvedbe betonske konstrukcije treba u cjelini izvesti prema specifikacijama norme HRN ENV 13670: 2010 i za nju osigurati razred nadzora 2. Za sada dok se naši izvođači betonskih konstrukcija ne osposobe za izvedbu betonskih konstrukcija po specifikacijama norme ISO 9001 takav nadzor osigurava Investitor i najčešće ga povjerava specijaliziranim institucijama.

Beton dopremljen na građevinu mora biti proizveden i specificiran prema HRN EN 206-1. Nadzorni inženjer ili njegov pomoćnik-specijalist za kontrolu proizvodnje i ugradnje betona mora izvršiti vizualnu kontrolu svake isporuke betona i njegove popratne dokumentacije (otpremnice i izjave o sukladnosti). Ukoliko posumnja u konzistenciju mora ju provjeriti ispitivanjem istim postupkom kojim je ispitana u proizvodnji. Korekcija konzistencije dodavanjem vode nije dopuštena. Dopuštena je samo dodavanjem superplastifikatora u količini i na način koji utvrdi proizvođač betona i na građevini potvrdi njegov ovlaštenu predstavnik.

Za kontrolu specificiranih razreda tlačne čvrstoće betona na građevini treba svaki dan uzorkovati po jedan kontrolni uzorak betona. Uzorkovanju mora prisustvovati i zapisnik supotpisati nadzorni inženjer ili njegov pomoćnik-specijalist za kontrole proizvodnje i ugradnje betona. Ispitivanje ovih uzoraka može vršiti akreditirani laboratorij, a obradu i ocjenu rezultata ispitivanja prema kriterijima ispitivanja tlačne čvrstoće betona, danih u Dodatku B HRN EN 206-1, institucija ovlaštena za nadzor i potvrđivanje sukladnosti kvalitete proizvodnje betona.

Ugrađeni beton treba na odgovarajući način, precizno specificiran u izvedbenom projektu, zaštititi:

- od povećanog skupljanja
- radi osiguranja potrebne kvalitete površinskog sloja betona
- od smrzavanja
- od štetnih vibracija, udara ili bilo kakvih oštećivanja.

Način vlažne zaštite betona treba precizno specificirati izvedbenim projektom. Trajanje takvog njegovanja treba biti sukladno uvjetima iz norme HRN ENV 13670: 2010.

Površinska temperatura betona ne smije pasti ispod 0°C dok čvrstoća betona ne dosegne 10 N/mm<sup>2</sup>. Temperatura ugrađenog betona ne smije prijeći 65°C.

#### 5.4.2 PROGRAM KONTROLE SVIH RADOVA I MATERIJALA

Kontrola izvođenja svih sanacijskih radova i postignute kakvoće ugrađenog materijala provodi se prema Projektu sanacije i u skladu s prihvaćenim planom izvođenja.

Za vrijeme izvođenja sanacije potrebno je provesti kontrolna ispitivanja kakvoće korištenih sanacijskih materijala, prema Programu kontrolnih ispitivanja koji će služiti kao podloga za izradu Završnog izvještaja o provedenim ispitivanjima i postignutoj kakvoći izvedenih radova na sanaciji.

#### 5.4.3 IZVOĐENJE

Svi projektom predviđeni sanacijski radovi trebaju biti povjereni izvoditelju specijaliziranom za tu vrstu radova.

#### 5.4.4 PRETHODNA ISPITIVANJA

Svi materijali za sanaciju prihvaćaju se na temelju, atestne dokumentacije ili uvjerenja o kvaliteti, kojima su dokazana projektom propisana svojstva. Izvoditelj navedenu dokumentaciju predaje na prihvaćanje i ovjeru nadzornom inženjeru ili projektantu.

U slučaju da materijal predviđen za ugradnju ne posjeduje važeća uvjerenja, prije ugradnje potrebno je provesti prethodna ispitivanja propisanih karakteristika u ustanovi specijaliziranoj za tu vrstu ispitivanja.

### 5.5 PROGRAM KONTROLE KVALITETE

#### 5.5.1 BETON I SANACIJSKI SUSTAVI

Kontrola izvođenja svih sanacijskih radova i postignute kakvoće ugrađenog materijala provodi se prema Projektu sanacije i u skladu s prihvaćenim planom izvođenja.

Za vrijeme izvođenja sanacije potrebno je provesti kontrolna ispitivanja kakvoće korištenih sanacijskih materijala, prema Programu kontrolnih ispitivanja koji će služiti kao podloga za izradu Završnog izvještaja o provedenim ispitivanjima i postignutoj kakvoći izvedenih radova na sanaciji.

Tablica 5.5-1 Vrsta i učestalost kontrolnih ispitivanja nakon hidrorazaranja (i pranja) oštećenih betonskih elemenata.

KONSTRUKTIVNI ELEMENT	RADOVI	PRIONJIVOST NAKON HIDRORAZARANJA
		PRIONJIVOST PODLOGE NA KOJU SE IZVODE SLOJEVI (SLOJA) MORTOVA (MORTA) PREMA: HRN EN 1542:2001 („PULL OFF TEST“) ≥ 1,5 N/mm <sup>2</sup> – PROSJEČNA VRIJEDNOST ≥ 1,0 N/mm <sup>2</sup> – MINIMALNA VRIJEDNOST
UPORNJAK	NAKON UKLANJANJA (I PRANJA) BETONA	1 SERIJA

Tablica 5.5-2 Vrsta i učestalost ispitivanja za vrijeme i nakon ugradnje betona.

KONSTRUKTIVNI ELEMENT	RADOVI	TLAČNA ČVRSTOĆA	OTPORNOST NA MRAZ I SOL	OTPORNOST NA SMRZAVANJE	VODO-NEPROPUSNOST HRN EN 12390-8
		HRN EN 12390 (prema dodatku B HRN EN 206-1)	HRN EN 12390-9 (maks. 1,0 kg/m <sup>2</sup> ; sr. 0,5 kg/m <sup>2</sup> )	HRN CEN/TR 15177 (pad dinamičkog modula elastičnosti ≤ 25%)	HRN EN 12390-8
<b>KOLNIČKA PLOČA I UPORNJAČKE GRAĐEVINE (ODOZGO)</b>	<b>ZA VRIJEME I NAKON UGRADNJE BETONA</b>	3 kocke ili 1 kocka za svaki dan betoniranja	1 serija (MS56)	1 serija (M56)	-

Tablica 5.5-3 Vrsta i učestalost kontrolnih ispitivanja reparaturnog morta.

KONSTRUKTIVNI ELEMENT	RADOVI	PRIONJIVOST NAKON REPROFILACIJE	TLAČNA ČVRSTOĆA
		PRIONJIVOST PODLOGE NA KOJU SE IZVODE SLOJEVI (SLOJA) MORTOVA (MORTA) PREMA: HRN EN 1542:2001 („PULL OFF TEST“) ≥ 1,5 N/mm <sup>2</sup> – PROSJEČNA VRIJEDNOST ≥ 1,0 N/mm <sup>2</sup> – MINIMALNA VRIJEDNOST	PREMA: HRN EN 12190; 2001
<b>KOLNIČKA PLOČA I UPORNJAČKE GRAĐEVINE (ODOZGO)</b>	<b>ZA VRIJEME I NAKON UKLANJANJA (I PRANJA) BETONA</b>	-	<b>1 SERIJA</b>

Tablica 5.5-4 Kontrola zapunjenosti pukotina.

KONSTRUKTIVNI ELEMENT	RADOVI	ISPITIVANJE ZAPUNJENOSTI PUKOTINA
		Bušenje valjcima promjera 100 mm u punoj debljini kolničke ploče.  Potrebna zapunjenost > 80 % volumena
<b>UPORNJAK</b>	<b>NAKON IZVOĐENJA RADOVA INJEKTIRANJA I SUŠENJA INJEKCIJSKE SMJESE (PREMA UPUTAMA PROIZVOĐAČA)</b>	<b>1 KOMAD</b>

Tablica 5.5-5 Vrsta i učestalost kontrolnih ispitivanja za vrijeme i nakon ugradnje podljevnog betona.

KONSTRUKTIVNI ELEMENT	RADOVI	PRIONJIVOST NAKON REPROFILACIJE	TLAČNA ČVRSTOĆA
		PRIONJIVOST PODLOGE NA KOJU SE IZVODE SLOJEVI (SLOJA) MORTOVA (MORTA) PREMA: HRN EN 1542;2001 („PULL OFF TEST“) ≥ 1,5 N/mm <sup>2</sup> – PROSJEČNA VRIJEDNOST ≥ 1,0 N/mm <sup>2</sup> – MINIMALNA VRIJEDNOST	PREMA: HRN EN 12190; 2001
<b>PODRULJE UZ PRIJELAZNU NAPRAVU.</b>	<b>ZA VRIJEME I NAKON UGRADNJE PODLIJEVNOG BETONA NA MJESTO POSTOJEĆIH SLIVNIKA I CIJEVI</b>	-	<b>1 SERIJA</b>

### 5.5.2 ASFALT

Izvođač mora provoditi tekuća ispitivanja koja trebaju pokazati sva propisana svojstva za pojedine slojeve kolnika, a investitor kontrolna ispitivanja radova.

Kontrolna ispitivanja proizvedene asfaltne mješavine se vrše na način da se na mjestu ugradnje uzorkuje asfaltna mješavina, te se ispituju sastav i fizičko-mehanička svojstva asfaltne mješavine.

Vrsta ispitivanja, ispitne metode i učestalost ispitivanja u sklopu investitorske i izvođačke kontrole kvalitete agregata, punila i bitumena navedeni su u tablici 10.

Tablica 5.5-6 Kontrolna ispitivanja habajućeg sloja od lijevanog asfalta MA11, M1 25/55-55; debljine 4,0 cm

ISPITIVANJE BITUMENSKE MJEŠAVINE	
VRSTA ISPITIVANJA	BROJ ISPITIVANJA
Određivanje udjela šupljina prema HRN EN 12697-8	<b>1 ISPITIVANJE</b>
Određivanje udjela veziva prema HRN EN 12697-1	<b>1 ISPITIVANJE</b>
Određivanje udjela veziva prema HRN EN 12697-1	<b>1 ISPITIVANJE</b>
Određivanje ispune šupljina bitumenom prema HRN EN 12697-8	<b>1 ISPITIVANJE</b>
Određivanje temperature (prilikom uzorkovanja) HRN EN 12697-13	<b>1 ISPITIVANJE</b>
ISPITIVANJE IZVEDENOG ASFALTOG KOLNIKA	
VRSTA ISPITIVANJA	BROJ ISPITIVANJA
Određivanje debljine izvedenog asfaltnog sloja prema HRN EN 12697-36	<b>1 ISPITIVANJE</b>
Određivanje udjela šupljina prema HRN EN HRN EN 12697-8	<b>1 ISPITIVANJE</b>
Određivanje stupnja zbijenosti	<b>1 ISPITIVANJE</b>

Uzorci bitumenskih mješavina u svrhu provedbe investitorske kontrole kvalitete putem ispitivanja uzimaju se na mjestu ugradnje. Ispitni uzorci bitumenskih mješavina uzimaju se sukladno normi HRN EN 12697-27 u prisustvu nadzornog inženjera ili njegovog opunomoćenika, te u prisustvu predstavnika izvođača radova. Zapisnik o uzorkovanju mora sadržavati dovoljan broj podataka relevantnih za potpunu identifikaciju uzetih uzoraka.

Projektant:



HRVATSKA REPUBLIKA  
mr.sc. Krunoslav Mavar  
dipl. ing. građ.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva  
G 595

mr.sc. Krunoslav Mavar, dipl.ing.građ.