

TEHNIČKI OPIS, OPĆI TEHNIČKI UVJETI I PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE MATERIJALA I RADOVA

TEHNIČKI OPIS

Tehnički opis - projektirano stanje objekta Tunel Mala Kapela dvocijevna je građevina na autocesti A1 Zagreb – Split – Dubrovnik. Svakom cijevi tunela organiziran je jednosmjerni promet u smjeru Splita ili Zagreba. Sjeverni portal izveden je na k.č. 3570 k.o. Modruš, dok je južni portal izveden na k.č. 5976 k.o. Jezerane. Tunel je ukupne dužine 5800 m. Sjeverni portal u lijevu cijev tunela nalazi se na nadmorskoj visini od 562 m.n.m., a južni portal na nadmorskoj visini od 575 m.n.m. Tunelske cijevi međusobno su razmaknute 25 m i spojene sa 6 prolaza za vozila i ukupno 14 prolaza za pješake. Ukupna širina prometne površine u tunelu iznosi 7,70 m. Kolnik u tunelu sastoji se od dva vozna traka širine 2x3,50 m, te sa svake strane rubnog traka širine 2x0,35 m. Nagib kolnika u tunelu je jednostrešni od 2,5%. Sa svake strane kolnika izvedene su revizione staze širine 0,90 m i uzdignute od prometne površine za 15,0 cm. Ispod revizionih staza smješteni su kanali za instalacije. Kanalima s jedne strane prolaze vodovi jake struje, a s druge vodovi niskog napona i hidrantska mreža. Energetski kanali izvedeni su s poprečnim padom od 2% prema rubu gdje se nalazi ispust kanala. Odvodnja brdskih voda riješena je drenažnim cijevima s ispustima na svakih 110 m i revizijskim oknima. Za odvodnju tekućina s kolnika nastalih od pranja tunela, gašenja požara i izlivanja tekućina predviđeni su šuplji rubnjaci s kontinuiranim otvorima i sifonskim ispustima približno na svakih 100 m. Središnja je kanalizacija smještena u osi tunela, a sastoji se od nepropusnih betonskih cijevi promjera 40 cm. U nju se uvodi tekućina s kolnika i voda prikupljena u bočnim drenažama te odvodi do uređaja za pročišćavanje izvan tunela. Sekundarna obloga tunela izvedena je od betona C30/37, minimalne debljine 30 cm. Između primarne i sekundarne obloge tunela ugrađen je sloj hidroizolacije od PVC folije zaštićene geotekstilom. Tehnički opis je sastavljen temeljem pregleda tunela i dostupne tehničke dokumentacije iz SGG-a Hrvatskih autocesta d.o.o.

Vizualni pregled

Proveden je specijalistički pregled prijavljenih oštećenja u pješačkim prolazima br. 3 i br. 7 unutar lijeve cijevi tunela Mala Kapela. U svakom prolazu dominantna je pukotina koja ide od svoda po bokovima prolaza do staza. Pukotine su vlažne i kroz njih dolazi do procurivanja. Zaključuje se da je na lokacijama uočenih oštećenja došlo do nefunkcioniranja drenažne odvodnje. Uslijed nakupljanja vode koja čini pritisak na oblogu tunela, vjerojatno je došlo na predmetnoj lokaciji do oštećenja hidroizolacije i otvaranja pukotina u sekundarnoj tunelskoj oblozi pješačkih prolaza br. 3 i br. 7.

Projektno rješenje i radovi sanacije

Nakon provedenog specijalističkog pregleda odlučeno je o postupku sanacije uočenih pukotina kroz koje dolazi do provlaživanja u sekundarnoj tunelskoj oblozi. Temeljem provedenog

pregleda zaključeno je da su nastali problemi u funkcioniranju drenaže u zoni pješačkih prolaza te uslijed pritiska vode razvoja pukotina u tunelskoj oblozi i oštećivanja hidroizolacije. Kao optimalno rješenje u pogledu zahvata u konstrukciju i sprječavanja daljnjih procurivanja odlučeno je izvršiti čišćenje drenažne odvodnje u zoni pješačkih prolaza br. 3 i br. 7 te injektiranje vlažnih pukotina pješačkih prolaza. Injektiranje se vrši jednokomponentnom elastomernom (poliuretanskom) smolom.

Čišćenje drenaže tunela u zoni pješačkog prolaza br. 3 i br. 7:

Unutar tunela na svakih 110 m', sa svake strane u nišama su izvedena revizionna okna za pristup drenažnim cijevima u bokovima tunela. Drenažne cijevi u bokovima tunela su DN150. Od revizionih okana drenažne odvodnje sprovedene su PVC cijevi do revizionog okna glavne odvodnje/kanalizacije. Sifonski ispusti šupljih rubnjaka povezani su sa revizionim oknom centralne odvodnje/kanalizacije betonskim cijevima. Glavna cijev odvodnje, odnosno uzdužne kanalizacije je promjera 400 mm i ide uzdužno tunelom centralno ispod kolnika. Glavna cijev odvodnje izvedena je od vodonepropusnih betonskih cijevi. Preko revizijskih okana u nju se uvodi tekućina sa kolnika, voda prikupljena bočnim drenažama i voda iz drenaže tamponskog sloja kolničke konstrukcije. Prije početka radova čišćenja izvršiti snimak drenažnih cijevi CCTV kamerom. Snimak se vrši od drenažnog okna prije do okna drenaže poslije pješačkog prolaza br. 3 odnosno br. 7 uključivo drenaže navedenih pješačkih prolaza. Snimanjem se detektira točan položaj i nagib cijevi, te lokacije začepjenja i eventualnog oštećenja. Nakon provedenog snimanja vrši se čišćenje drenažnih cijevi u zoni pješačkih prolaza br. 3 i br. 7. Čišćenjem su obuhvaćene drenažne cijevi u istom opsegu kao i CCTV snimkom. Čišćenje cijevi drenaže vrši se u bokovima lijeve tunelske cijevi u zoni od revizionog okna prije i poslije pješačkog prolaza br. 3 i isto tako pješačkog prolaza br. 7. Čišćenjem treba obuhvati cijevi u boku tunelske cijevi te drenažne cijevi u boku pješačkih prolaza. Pristup cijevima je iz revizionih okna drenaže. Ukoliko se ne može pristupiti drenaži u bokovima pješačkih prolaza sa revizionih okna, treba otvoriti oblogu tunela dijamantnim bušenjem. Zahvat bušenjem treba biti minimalan i ograničen na promjer 40 cm. Bušenje vršiti vrlo oprezno uz prethodno osiguranje svih instalacija koje prolaze lokacijom. Nakon bušenja i izvršenog čišćenja treba sanirati oštećeni dio hidroizolacije na dijelu bušenja obloge pješačkih prolaza. Lokacija bušenja obloge ovisi o mogućnosti pristupa drenaži i nalazima CCTV snimka. Lokaciju i potrebu bušenja prethodno treba odobriti projektant. Visina na kojoj se očekuje drenažna cijev je cca 1,00 m do 1,40 m ispod razine prometne površine tunela. Nakon otvaranja obloge, izvršenog čišćenja drenaže te sanacije hidroizolacije oštećene tijekom otvaranja, oblogu treba sanirati i zatvoriti. Nakon izvršene sanacije u zoni zahvata bušenjem, lokaciju treba zatvoriti ugradnjom armiranobetonskog poklopca pričvršćenog vijcima M16 za sekundarnu oblogu tunela. Na ovaj način otvor se može i kasnije koristiti za čišćenje i pristup drenaži unutar pješačkog prolaza. Ukoliko se pokaže potreba za ovakvim zahvatom, projektant će po pregledu CCTV snimka i ovisno o lokaciji dati detalj zatvaranja obloge. Ovaj zahvat izvodi se samo ukoliko ni na koji način nije moguće izvršiti čišćenje drenažnih cijevi u bokovima pješačkog prolaza. Čišćenje drenažnih cijevi DN150 vrši se robotom – glodalicom i vodom pod pritiskom. Cijevi drenažne odvodnje potrebno je očistiti od naslaga koje su se tijekom procjeđivanja i skupljanja nataložile u cijevima, a kako bi se osigurala prohodnost i osiguranje slobodnog profila cijevi, potrebnog za funkcioniranje sustava drenažne odvodnje. Robot glodalica radi na principu rotacijske glave sa dijamantnom površinom pomoću koje reže i drobi zapreke koje se nalaze unutar cjevovoda. Čišćenje drenažnih cijevi treba vršiti vrlo pažljivo kako ne bi došlo do fizičkog oštećenja samih cijevi. Nakon razaranja naslaga robotom – glodalicom vrši se čišćenje cijevi mlazom vode pod visokim pritiskom uz usisavanje otpadnog materijala (onečišćenja, talog, olabavljeni i razoreni dijelovi kalcita) te izvlačenje otpadnog materijala te otprema na pogodnu deponiju. Sa čišćenjem se kreće od revizionih okana prije i poslije pješačkih prolaza pa prema prolazima.

Ukoliko se utvrdi potrebnim, očistiti i PVC cijevi od drenažnih okana do revizionog okna glavne kanalizacije. Nakon čišćenja cijevi od nakupina vrši se snimanje CCTV kamerom drenažnih cijevi u bokovima pješačkih prolaza br. 3 i br. 7 i boku lijeve tunelske cijevi na strani pješačkih prolaza, u svrhu kontrole provedenog čišćenja.

Sanacija pukotina u boku i kaloti pješačkih prolaza br. 3 i br. 7:

Sanacija pukotina u sekundarnoj oblozi, vrši se niskotlačnim injektiranjem. Prije injektiranja pregledati cijeli pješački prolaz, a naročito lokaciju na kojoj je uočena pukotina kroz koju dolazi do vlaženja i curenja vode. Nakon detektiranja točne lokacije injektiranja izvršiti pripremu površine oko pukotine u širini zahvata cca 40,0 cm, što podrazumijeva čišćenje od nečistoća te izvršiti ugradnju packera za provedbu injektiranja. Injektiraju se pukotine površinske širine 0,3 mm i veće. Injektiranje se vrši jednokomponentnom elastomernom (poliuretanskom) smolom. Trag pukotine se zasijeca u obliku slova „V“ lakim ručnim alatima. Nakon čišćenja i ispuhivanja vrši se zatvaranje utora brzovezujućim materijalom kompatibilnim materijalu za injektiranje. Po cik-cak rasporedu na međusobnoj udaljenosti od 10 -15 cm s obje strane pukotine, buše se rupe za ugradnju pakera. Rupe za pakere buše se pod kutom od 45° tako da svaka probije ravninu širenja pukotine. Izbušene rupe se čiste i ispuhuju zrakom pod pritiskom, a potom se u njih ugrađuju pakeri. Kad su pakeri ugrađeni, počinje se s postupkom injektiranja. Smjesa za injektiranje miješa se i izrađuje u omjeru prema uputama proizvođača. Pritisak injektiranja utvrđuje se na terenu ovisno o svojstvima i pritisku tla. Injektiranje na pakeru se vrši sve dok se na susjednom pakeru ne počne pojavljivati smjesa za injektiranje. Ako pukotina više ne prihvaća smjesu, postignuti tlak se održava u trajanju 3 do 5 minuta. Nakon toga se prelazi na injektiranje na susjednom packeru. Temperatura betona pri kojoj se izvodi injektiranje mora biti između 5°C i 40°C. Injektiranje se ne smije izvoditi na temperaturi okoline i betona manjoj od 5°C. O svim provedenim radovima vodi se evidencija injektiranja, koja se osim u građevinskom dnevniku vodi i u dokumentaciji u kojoj se svakoj poziciji daje broj, koji se označava na tlocrtu te se vodi evidencija o količini i vrsti ugrađenih packera, tlaku injektiranja te vrsti ugrađene injekcijske smjese. Kad je injektiranje gotovo vrši se uklanjanje injekcijskih cjevčica, te se rupe zatvaraju brzovezujućim reparaturnim mortom R4. Svojstva materijala za sanaciju dana su u točki 3 ovog tehničkog rješenja sanacije. Redoslijed izvedbe radova na sanaciji pukotina: 1 Pregledavanja i označavanje pukotina u zoni pješačkih prolaza br. 3 i br. 7 2 Demontaža, odnosno privremeno izmještanje instalacijske police zajedno sa instalacijama u zoni pukotina i vrata koja ometaju provedbu radova 3 Zarezivanje traga pukotine, ispuhivanje i čišćenje, zatvaranje brzovezujućim mortom te bušenje i ugradnja pakera pod kutom od 45°. Pakeri se buše s obje strane pukotine u cik-cak rasporedu na međusobnoj udaljenosti cca 10 - 15 cm, na način da presijecaju ravninu širenja pukotine. 3 Injektiranje jednokomponentnom elastomernom (poliuretanskom) smolom preko ugrađenih packera sve dok se smjesa za injektiranje ne počne pojavljivati na pakerima. 4 Uklanjanje pakera nakon završenog injektiranja pukotina, minimalno 48 sati nakon završenog injektiranja i zapunjavanje rupa pakera brzovezujućim reparaturnim mortom R4 5 Čišćenje područja injektiranja od zaostale injekcijske smjese i reparaturnog morta R4 6 nanošenje nove boje na dijelu gdje je završna boja obloge pješačkog prolaza uklonjena tijekom injektiranja pukotina i vraćanje privremeno izmještenih instalacijskih polica zajedno sa instalacijama i ponovna montaža ranije uklonjenih vrata prolaza.

Pripremni radovi

Prije izvođenja radova sanacije potrebno je izvršiti pripremne radove koji se odnose na izradu sljedeće dokumentacije:

- Elaboraat zaštite na radu
- Plan izvođenja radova
- Projekt organizacije gradilišta

Tijekom izvođenja radova, Izvođač je dužan u svemu se pridržavati odredbi iz elaborata privremene regulacije prometa te koordinirati i izvoditi radove u fazama sukladno privremenoj regulaciji prometa. Privremenu regulaciju prometa sukladno navedenom elaboratu postavljaju, održavaju i uklanjaju Hrvatske autoceste d.o.o.

Regulacija prometa tijekom izvođenja radova

Privremena regulacija prometa se postavlja, održava i uklanja sukladno elaboratu privremene regulacije prometa. Tijekom izvođenja radova treba posebno paziti da se radovi odvijaju sigurno, sukladno projektu, pozitivnim pravilima struke i važećoj zakonskoj regulativi, te da nikako ne dovode u opasnost promet kolnikom autoceste A1, kao niti radnike na gradilištu. Obzirom na zahvat predviđa se preusmjeravanje prometa tijekom radova u desnu tunelsku cijev.

Instalacije

Tijekom radova treba razmotriti privremeno isključivanje znakova i izmještanje u neposrednoj blizini injektiranja, ukoliko postoji opasnost od oštećivanja istih ili njihov položaj utječe na radove. U slučaju oštećenja, privremenog izmještanja i vraćanja bilo kakvih instalacija, izrada potrebne dokumentacije, ishoda suglasnosti, kao i izmještanje instalacija i sl. u obvezi su i trošku Izvođača radova, bez posebnog iskazivanja u troškovniku radova. Sva izmještanja i isključivanja pojedinih instalacija odvijaju se sukladno odredbama Hrvatskih autocesta d.o.o.

UVJETI KVALITETE MATERIJALA

Masa za injektiranje pukotina

Za injektiranje pukotina koristi se jednokomponentna elastomerna (poliuretanska) bubreća smola zatvorene strukture:

Viskoznost 800 mPa s (DIN EN ISO 3219)

Viskozitet s vodom 260 mPa s (DIN EN ISO 3219)

Povećanje volumena 1000 %

Slobodno istezanje 66% (DIN 53455)

Povećanje volumena u pukotini 21 – 39 % (HRN EN 12618-2)

Vlačna čvrstoća >0,10 N/mm² (HRN EN 12618-1)

Rastezljivost > 10%

Mora ispunjavati uvjete trajnosti u pogledu osjetljivosti na vodu, kompatibilnosti s betonom i osjetljivosti na cikluse mokro/suho u skladu s HRN EN 1504-5. Također treba biti sigurna za uporabu u doticaju s podzemnim vodama, odnosno bez ispuštanja štetnih primjesa. Masa za injektiranje treba imati valjanu Izjavu o svojstvima sukladno normi HRN EN 1504-5 kojom se dokazuju i garantiraju bitne značajke proizvoda.

Brzovezujući reparaturni mort za pripremu pukotine prije injektiranja i zatvaranje rupa nakon injektiranja

Za sanaciju rupa nastalih bušenjem packera koristi se brzovezujući reparaturni mort klase R4 ($f_c=45 \text{ N/mm}^2$), prema HRN EN 1504-3:2005.

Maksimalno zrno agregata $D_{max} 2 \text{ mm}$

Tlačna čvrstoća nakon 28 dana (HRN EN 12190) klasa R4 $\geq 45 \text{ N/mm}^2$

Prionljivost (HRN EN 1542) $\geq 2,0 \text{ N/mm}^2$

Termička kompatibilnost (smrzavanje-odmrzavanje)

Prionljivost nakon 50 ciklusa (HRN EN 13687-1) $\geq 2,0 \text{ N/mm}^2$

Modul elastičnosti (HRN EN 13412) $\geq 20 \text{ GPa}$

Završni premaz – boja na mjestu oštećenja radi izvedbe radova sanacije

Dvokomponentni epoksidni premaz.

Otpornost na habanje 50 m

Paropropusnost razred I Vodoupojnost $w < 0,1 \text{ kg/m}^2 / h_{0,5}$

Test isključivanja za procjenu prijanjanja $\geq 1,5 (1,0) \text{ N/mm}^2$

udarna čvrstoća razred I ($\geq 4 \text{ Nm}$)

jaki kemijski utjecaj $< 50\%$

vatrootpornost razred B1

Otpornost premaza na temperaturne promjene ne stvaraju se mjehurići i pukotine, ne dolazi do listanja RAL po odluci investitora

Zaštitni premaz treba biti isporučen sa valjanom izjavom o svojstvima, kojom se dokazuju bitne značajke proizvoda sukladno normi HRN EN 1504-2.

PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE MATERIJALA I RADOVA

Uvod

Ovim programom kontrole i osiguranja kvalitete dane su smjernice i uvjeti koje moraju zadovoljiti građevinski radovi i materijali te montaža i održavanje konstrukcija, kako bi se postigla zadovoljavajuća kvaliteta i trajnost građevine. 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 Izjavama o svojstvima prema Pravilniku o tijelima, dokumentaciji i postupcima tržišta građevnih proizvoda (NN 118/19), bilo da se kakvoća dokazuje ispitivanjem na, u tijeku izvedbe izrađenim uzorcima gradiva spravljenih na gradilištu ili proizvodnom pogonu. Primjena ovih tehničkih uvjeta je obavezna. Tehnički uvjeti izrađeni su sukladno Zakonu o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19). Svi sudionici u građenju (investitor, izvođač i dr.) dužni su se pridržavati odredbi navedenog zakona.

Projektirani vijek građevine i održavanje konstrukcije

Radnje u okviru održavanja nosive konstrukcije treba provoditi prema odredbama Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN 17/17), te u skladu s normama na koje upućuju navedeni propisi, te odgovarajućom primjenom odredbi važećih ostalih propisa.

Održavanje armiranobetonske konstrukcije

U okviru redovnog održavanja armiranobetonske konstrukcije potrebno je provoditi preglede koji su osnovni, glavni i dopunski. Osnovni pregled provodi se minimalno 1 godišnje, a glavni jednom u 5 godina.

Pregled konstrukcije obuhvaća obavezno:

- vizualni pregled, u kojeg je uključeno utvrđivanje položaja i veličine napuklina i pukotina te drugih oštećenja bitnih za očuvanje mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine,
- utvrđivanje stanja zaštitnog sloja armature,
- utvrđivanje veličine progiba glavnih nosivih elemenata ako se vizualnom kontrolom sumnja u ispunjavanje bitnog zahtijeva mehaničke otpornosti i stabilnosti

U slučaju da su pukotine veće te da narušavaju trajnost armiranobetonske konstrukcije potrebno ih je sanirati prema provjerenim tehničkim sustavima sukladno Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN 17/17).

Održavanje odvodnje

Sustav odvodnje u tunelu, a naročito drenažne odvodnje potrebno je barem 1 u šest mjeseci isprati vodom pod visokim pritiskom kako bi se spriječilo stvaranje naslaga u sustavu kojima se smanjuje protočnost i funkcionalnost cijelog sustava.

Čuvanje dokumentacije održavanja

Dokumentaciju pregleda te dokumentaciju o održavanju konstrukcije dužan je trajno čuvati vlasnik građevine. Pregled konstrukcije moraju obavljati za to ovlaštene osobe i ako se uoče da su bitna svojstva građevine narušena potrebno je konstrukciju sanirati.

Dužnosti investitora

Pri izvođenju radova investitor je dužan:

- Projektiranje, građenje i nadzor povjeriti osobama ovlaštenim za obavljanje tih djelatnosti,
- Osigurati regulaciju prometa na autocesti za vrijeme izvođenja radova,
- Osigurati stručni i tehnološki nadzor nad građenjem,
- Osigurati projektantski nadzor pri sanaciji,
- Organizirati kontrolna ispitivanja ugrađenih materijala,
- Pridržavati se ostalih obveza sukladno zakonskoj regulativi.

Dužnosti izvođača

Pri izvođenju radova izvođač je dužan:

- Radove izvoditi prema ugovoru u skladu sa odgovarajućom dozvolom i suglasnostima Hrvatskih autocesta d.o.o., i drugih nadležnih institucija,
- Radove izvoditi na način da se poštuje regulacija prometa osigurana od strane investitora,
- Radove izvoditi prema Projektu i u skladu sa tehničkim propisima i pravilima struke,
- Napraviti prethodna ispitivanja materijala prije izvođenja sanacije,
- Organizirati tekuću kontrolu ugrađenih materijala i izvedenih radova,
- Radove izvoditi na način da zadovolje svojstva u smislu pouzdanosti, mehaničke otpornosti i stabilnosti, sigurnosti za slučaj požara, zaštite zdravlja ljudi, zaštite korisnika od ozljeda, zaštite od buke i vibracija, toplinske zaštite i uštede energije, zaštite od korozije, te ostala funkcionalna i zaštitna svojstva,

- Osigurati dovoljan broj radnika, materijala i opreme da ugradnja materijala u konstrukciju teče kontinuirano i bez zastoja,
- Osigurati kontinuirano provođenje njegovanja ugrađenog materijala u trajanju koje propisuje proizvođač materijala,
 - Tijekom izvođenja radova održavati radilište urednim i što čistijim, kako bi se promet mogao nesmetano odvijati,
- Ugrađivati materijale, opremu i proizvode predviđene projektom, provjerene u praksi, a čija je kvaliteta dokazana potvrdama prema važećim propisima i normama,
- Provoditi geodetsko snimanje objekta nakon svake faze radova, kako bi se na temelju geodetske snimke mogao izvršiti obračun određene faze radova,
- Opasni otpad zbrinjavati u skladu s Pravilnikom o gospodarenju otpadom (NN 117/17) i Zakonom o kemikalijama (NN 18/13, 115/18, 37/20)
- Odrediti voditelja građenja na objektu, a prema potrebi i za pojedine vrste radova.

Uvjeti koje mora zadovoljiti izvođač radova

Izvođač radova na sanaciji mora posjedovati sljedeće kompetencije, izvještaje ili dokaze, kako bi bio sposoban na siguran i učinkovit način, u skladu s ovim projektom, obaviti radove sanacije objekta:

Tehnička i stručna sposobnost

- Sposobnost izvođenja radova tehnologijom: |
- Ispitivanje i vizualno kodiranje stanja snimanjem daljinski upravljanom CCTV kamerom sukladno HRN EN 13508-2
- Klasifikacija i procjena stanja cjevovoda prema DWA-M 149-3E
 - ispitivanje vodonepropusnosti sustava odvodnje, sukladno HRN EN 1610
 - hidrodinamičko uklanjanje betona visokotlačnim pumpama i robotima, |
 - injektiranje betonskih konstrukcija,
 - čišćenje cijevi drenaže i glavne odvodnje vodom pod pritiskom i robotom - glodalicom,
 - ugradnja betona
 - geodetski radovi
 - Rješenje nadležnog tijela kojim se pravnoj i/ili fizičkoj osobi odobrava djelatnost korištenja opasnih kemikalija u skladu sa člankom 16. Zakona o kemikalijama (NN 18/13, 115/18, 37/20)
 - Certifikacijsko rješenje o ispunjenju posebnih uvjeta za obavljanje djelatnosti ispitivanja vodonepropusnosti građevina za odvodnju i pročišćavanje otpadnih voda.

Dokumentacija

Da bi se osigurao ispravan tok i kvaliteta građenja, Izvođač mora na gradilištu posjedovati odgovarajuću dokumentaciju za građenje i pridržavati se nje kako slijedi:

- Dozvole i suglasnosti potrebne za provođenje radova sanacije,
- Priručnik osiguranja kvalitete izvedbe,
- Uredno vođen građevinski dnevnik i građevinsku knjigu s obračunskim nacrtima,
- Dokumentaciju kojom se dokazuje tražena kvaliteta radova, konstrukcija i ugrađenog materijala i opreme, te izvedenih radova (potvrde o sukladnosti, atesti, uvjerenja certifikati, jamstveni listovi i sl.), a naročito:

Izvještaje o ispitivanju materijala od laboratorija akreditiranog prema HRN EN ISO/IEC 17025:2017, od strane HAA

Izvještaje o svim ostalim ispitivanjima koja su provedena po nalogu za ispitivanju nadzornog inženjera ili bez njegovog naloga, a koja su potrebna radi dokazivanja kvalitete izvedenih radova i ugrađenih materijala.

Tehnički uvjeti za armiranobetonsku konstrukciju

Proizvodnja, ugradnja i kontrola kvalitete obavljati će se u skladu s Tehničkim popisom za građevinske konstrukcije (NN 17/17), HRN EN 206: 2016 "Beton: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost", i HRN EN 13670:2010 "Izvedba betonskih konstrukcija", ovim tehničkim uvjetima, te odgovarajućim HRN normama. U slučaju nesukladnosti građevnog proizvoda s tehničkim specifikacijama za taj proizvod i/ili projektom betonske konstrukcije, proizvođač građevnog proizvoda odnosno izvođač betonske konstrukcije mora odmah prekinuti proizvodnju odnosno izradu tog proizvoda i poduzeti mjere radi utvrđivanja i otklanjanja grešaka koje su nesukladnost uzrokovale. Prije početka radova Izvođač mora dostaviti Nadzornom inženjeru na odobrenje rezultate početnih ispitivanja betona i Projekt tehnologije i izvođenja pojedinih radova koji će sadržavati sastave betona, pripremu (proizvodnju) betona, transport, ugradnju, njegu i kontrolu kvalitete betona. Izvođač je dužan u dogovoru s Nadzornim Inženjerom za svaki betonski pogon postaviti stručnu i odgovornu osobu. Ta osoba je odgovorna za kvalitetu proizvedenog i ugrađenog betona. Izvođač je dužan dokumentirati kvalitetu radova, elemenata i objekta statistički obrađenim rezultatima izvršenih ispitivanja i na drugi način, te certifikatima izdanim prema tehničkim propisima i tehničkim uvjetima ovog projekta. Geodetske kontrole i izmjere potrebne za izvođenje betonskih i armirano betonskih radova moraju biti izvedene točno i u svemu suglasno s izvedbenim nacrtima. Izvođač mora prema normi HRN EN 13670 prije početka ugradnje provjeriti je li beton u skladu sa zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije, te je li tijekom transporta betona došlo do promjene njegovih svojstava koja bi bila od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije. Kontrolni postupak utvrđivanja svojstava svježeg betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima norme HRN EN 13670 i projekta betonske konstrukcije, a najmanje pregledom svake otpremnice i vizualnom kontrolom konzistencije kod svake dopreme (svakog vozila) te kod opravdane sumnje ispitivanjem konzistencije istim postupkom kojim je ispitana u proizvodnji. Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrstelog betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima projekta betonske konstrukcije, ali ne manje od jednog uzorka za istovrsne elemente betonske konstrukcije koji se bez prekida ugrađivanja betona izvedu unutar 24 sata od betona istih iskazanih svojstava i istog proizvođača. Podaci o istovrsnim elementima betonske konstrukcije izvedenim od betona istih iskazanih svojstava i istog proizvođača evidentiraju se uz navođenje podataka iz otpremnice tog betona, a podaci o uzimanju uzoraka betona evidentiraju se uz obvezno navođenje oznake pojedinačnog elementa betonske konstrukcije i mjesta u elementu betonske konstrukcije na kojem se beton ugrađivao u trenutku uzimanja uzoraka.

Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrstelog betona ocjenjivanjem rezultata ispitivanja uzoraka i dokazivanje karakteristične tlačne čvrstoće betona provodi se odgovarajućom primjenom kriterija iz norme HRN EN 206 »Ispitivanje identičnosti tlačne

čvrstoće«. Za slučaj nepotvrđivanja zahtijevanog razreda tlačne čvrstoće betona treba na dijelu konstrukcije u koji je ugrađen beton nedokazanog razreda tlačne čvrstoće provesti naknadno ispitivanje tlačne čvrstoće betona u konstrukciji prema HRN EN 12504-1 i HRN EN 12504-2 te ocjenu sukladnosti prema HRN EN 13791.

Tekuća ispitivanja

O izvršenim tekućim ispitivanjima materijala koji se ugrađuje u građevinu mora se cijelo vrijeme građenja voditi evidencija te napisati izvješće o pogodnosti ugrađenih materijala sukladno projektu, ovom programu ili citiranim pravilnicima, normama i standardima. Izvješće o pogodnosti ugrađenih materijala mora sadržavati sljedeće dijelove: ▪ Naziv materijala, laboratorijsku oznaku uzorka, količinu uzoraka, namjenu materijala, mjesto i vrijeme (datum) uzimanja uzorka 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 koja se izdaje uvjerenje odnosno ocjena kvalitete, ▪ Ocjenu kvalitete i mišljenje o pogodnosti (uporabljivosti) materijala za primjenu na navedenoj građevini, ▪ Sva ispitivanja koja će biti sastavni dio završnog izvještaja o kvaliteti ugrađenih materijala treba izdati laboratorij akreditiran prema HRN EN ISO/IEC 17025:2017 Uzimanje uzoraka i rezultati laboratorijskih ispitivanja moraju se upisivati u laboratorijsku i gradilišnu dokumentaciju (građevinski dnevnik). Uz dokumentaciju koja prati isporuku proizvoda ili poluproizvoda proizvođač je dužan priložiti rezultate tekućih ispitivanja koja se odnose na isporučene količine. Svi materijali koji se isporučuju za ugradnju moraju biti dostavljeni sa valjanim izjavama o svojstvima kojim se dokazuje ispunjavanje bitnih značajki proizvoda, odnosno prikladnost za ugradnju.

Nadzor

Glavni nadzor nad provođenjem sustava održavanja kvalitete vrši glavni nadzorni inženjer (kontinuirano). Glavni nadzorni inženjer može imati pomoćnike-specijaliste iz područja tehnologije betona, statike i drugih radova te prisutnost projektanta koji vrši projektantski nadzor. U skladu sa zakonskim propisima vanjski nadzor može vršiti i nezavisna ovlaštena organizacija za kontrolu kvalitete. Izvođač 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 kvalitetu izvedenih radova te nakon toga odobri nastavak radova.

Projektantski 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 budu postojale) i svrsishodno namjeni koja proizlazi iz projekta. Projektantski nadzor projektanta 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.

Stručni nadzor

Potrebno je osigurati stalni stručni nadzor tijekom izvođenja radova. Nadzorni inženjer je predstavnik vlasnika, plaćen je od vlasnika 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 s tim te mora zadobiti povjerenje i poštovanje vlasnika i izvoditelja.

Izvješće 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 predviđeno projektom.

Specifikacije građevnih proizvoda

Gotovo svi građevinski proizvodi koji će se ugrađivati u objekt dopremati će se iz pogona i tvornica izvan gradilišta. 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 ishodu njegovu suglasnost za ugradnju. **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.** Mogu se koristiti sukladno Prilogu E TPBK i HRN EN 934-2 za beton. Efikasnost osnovnog djelovanja svake pošiljke svakog tipa dodatka mora biti prije upotrebe provjerena i potvrđena. **Čelik za armiranje.** Mogu se koristiti čelici prema Prilogu B TPBK i normama HRN EN 10080-1 do 6 za čelik za armiranje. Označavati se trebaju prema HRN EN 1027-1 i 2 i HRN CR 10260. **Asfaltni radovi.** Svi sastojci asfaltnih mješavina i asfalt kao cjelina, trebaju u potpunosti zadovoljavati zahtjeve važećih normi, propisa i pravila struke, uz također propisana tekuća i kontrolna ispitivanja materijala i kontrolu izvođenja. Kontrolna ispitivanja izvedenog sloja obuhvaćaju provjeru debljine sloja, ravnosti, hrapavosti i nagiba gornje plohe te fizikalno-mehaničkih svojstava materijala. Izvedba asfaltnih slojeva je u svemu prema važećim propisima. Tehnologiju i dinamiku radova odobrava nadzorni inženjer. **Cijevi za odvodnju.** Moraju zadovoljavati zahtjeve niza normi HRN EN 13476.

Materijal za sanaciju

Na osnovu rezultata prethodnih ispitivanja sastojaka i svojstava materijala odabrati će proizvođač materijala. Odabrani materijal mora udovoljavati postavljenim zahtjevima u

projektu i zadovoljavati svim navedenim karakteristikama te iste moraju biti dokazane prethodnim laboratorijskim ispitivanjima. Svi materijali za sanaciju moraju biti tvornički proizvedeni, tj. ne smiju se proizvoditi na gradilištu, i biti isporučeni sa Izjavama o svojstvima.

Specifikacije izvedbe

Svi radovi na sanaciji moraju biti koordinirani i po dinamičkom planu odobrenom od strane nadležne službe. Sve radove treba izvoditi iz prethodno ispitanih i tijekom radova kontroliranih materijala. Uzimanje uzoraka u svrhu tekućih ispitivanja obavlja ovlaštena organizacija ili izvođač, pod kontrolom nadzornog inženjera. O uzimanju uzoraka treba sastaviti zapisnik s potpunim podacima.

Uvjeti kvalitete podloge za nastavak određene vrste radova

Vlačna čvrstoća prionljivosti $\geq 2,0 \text{ N/mm}^2$

Ph otvorene površine betona $> 11,5$

Vlažnost prilagođena sustavu koji se nanosi

Program kontrole 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.

Izvođenje

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

Prethodna ispitivanja

Svi materijali za sanaciju prihvaćaju se na temelju Izjave o svojstvima, atestne dokumentacije ili uvjerenja o kvaliteti kojima su dokazana projektom propisana svojstva. Izvođač navedenu dokumentaciju predaje na prihvaćanje i ovjeru nadzornom inženjeru ili projektantu. U slučaju da materijal predviđen za ugradnju ne posjeduje važeća uvjerenja, potrebno je prije ugradnje provesti prethodna ispitivanja propisanih karakteristika u ustanovi specijaliziranoj za tu vrstu ispitivanja.

Tekuća ispitivanja Za vrijeme izvođenja sanacijskih radova potrebno je vršiti stalni stručni nadzor. Ovim planom definira se učestalost uzorkovanja i ispitivanja za vrijeme izvođenja sanacije. Uzorkovanje je potrebno provoditi minimalno jedan put u svakom radnom danu. Za vrijeme sanacije treba uzorkovati i ispitivati materijale prema tablici. U tablici u nastavku prikazan je program tekućih ispitivanja koja obavlja izvođač radova.

Tablica 1_Program tekućih ispitivanja

Konstruktivni element/ materijal/sustav	Svojstvo	Norma	Učestalost ispitivanja	Kriterij
Odvodnja	Ispitivanje i vizualno kodiranje stanja snimanjem daljinski upravljanom CCTV kamerom	HRN EN 13508-2	kontinuirano drenažne cijevi obuhvaćene zahvatom sanacije	Klasifikacija i procjena stanja prema DWA-M 149- 3E
Injektiranje pukotina	Ispunjenost pukotine	HRN EN 1504-10	1 valjak ø50 mm/ pukotini	≥80 % ispunjenost pukotine

Kontrolna ispitivanja

Kontrolna ispitivanja obavlja tehnološki nadzor prema tablici 6 sa učestalošću dvostruko manjom u odnosu na tekuća ispitivanja.

Prihvaćanje kvalitete od strane investitora

Tehnologija izvođenja, prethodna i tekuća ispitivanja moraju biti pod stalnim stručnim nadzorom specijaliziranim za tu vrstu radova. Kvalitetu radova prihvaća investitor na bazi konačnog izvještaja kojim se ocjenjuju:

- uvjerenja o kvaliteti ili rezultati prethodnih ispitivanja
- kontrolna ispitivanja tijekom izvođenja
- radovi izvođenja prema tehničkim uvjetima projekta koju daje tehnološki nadzor.

Odlaganje otpada

Izvođač je dužan odlagati sav otpad na privremenu deponiju, s koje se nakon završetka radova otpad mora prevesti na trajnu deponiju. Troškove deponiranja otpadnog materijala snosi izvođač i uključeni su u stavke troškovnika. Zbrinjavanje i rad s opasnim kemikalijama vrše radnici osposobljeni za tu vrstu radova. Postupanje s otpadom mora biti u skladu sa Zakonom o kemikalijama i Pravilnikom o gospodarenju otpadom. Zbrinjavanje građevinskog otpada: ▪ Prilikom organizacije građenja i kod izvođenja radova treba predvidjeti mjere zaštite, radi sprječavanja zagađenja okoliša i podzemlja tekućim i krutim tvarima, kao što su: otrovi, masnoće, kemijski agresivne tvari, soli, organska otapala i slično. ▪ Izvoditelj je dužan redovito održavati i čistiti gradilište. ▪ Sve otpadne materijale (šuta, mort, ambalaža i sl.) treba odmah odvesti ili privremeno odložiti na za to predviđeno mjesto, koje će se svakodnevno odvoziti na deponiju ili reciklažu, a sve prema odredbi Nadzornog inženjera. Okoliš gradilišta, odnosno prostor koji je ono zauzelo za potrebe sanacije, mora se nakon izvedenih radova, a prije puštanja u promet, vratiti u prvobitno stanje. To znači da se moraju očistiti sve nečistoće, sva gradilišna oprema, sva neutrošena gradiva, otpad i slično.