

HIDROTEHNIČKI TUNEL STUPE U KANALIZACIJSKOM SUSTAVU SPLIT-SOLIN

Nastavlja se s izgradnjom kanalizacijskog sustava Split-Solin u okviru cjelovite zaštite Kaštelanskog zaljeva. Taj veliki i složeni projekt ima zapravo tri velika dijela. Jedan uključuje kanalizacijski sustav Splita i Solina, drugi vodoopskrbu Kaštela, a treći kanalizacijski sustav Kaštela i Trogira. Svojedobno smo pisali o gradnji južnog sliva kanalizacijskog sustava Split-Solin, koji ima uređaj za pročišćavanje s podmorskim ispustom na Katalinića brigu blizu Bačvica u Splitu. Sada se upravo gradi sjeverni sliv kanalizacijskog sustava Split-Solin, zapravo njegova I. etapa. Koordinator projekta je dr. sc. Nenad Ravlić, dipl. ing. građ., iz IGH PC Rijeka, koji je izradio glavni projekt kanalizacijske mreže i ispusta. Sve nam je to precizno objasnio Zlatko Čatlak, dipl. ing. građ., voditelj projekta kanalizacijskog sustava Split-Solin u Agenciji *Eko - Kaštelanski zaljev*, Ustanova Split. Investitor je zapravo *Vodovod i kanalizacija* d.o.o. Split, a Agencija je naručitelj koji sprovodi sve radnje vezane uz izgradnju projekta - od projektnog zadatka, preko pregleda i odobravanja projekata od konzorcija banaka, dobivanja raznoraznih dozvola pa sve do predaje građevina.

Kanalizacijski sustav Split-Solin, dio koji se sada gradi, ima pet zasebnih jedinica, nastavio nam je tumačiti ing. Čatlak. Prvi je kanalizacijski sustav Vranjica koji uključuje 3 crpne stanice s pripadajućom kanalizacijskom mrežom dugom 2,5 km. Taj se dio gradi i radovi su u završnoj fazi. Upravo se gradi i druga zasebna jedinica - hidrotehnički tunel Stupe, koji će, prema planu, biti probijen krajem travnja 2001. godine, a potpuno završen godinu dana kasnije. Priprema se izgradnja trećeg dijela sustava - podmorskog ispusta

WATER TRANSFER TUNNEL STUPE IN THE SPLIT - SOLIN SEWERAGE SYSTEM

The Split and Solin sewerage network is realized in the scope of an integral solution aiming at full environmental protection of the Kaštela bay. Works are now focusing on the northern leg of this sewerage project where the excavation of a water transfer tunnel is in progress. This tunnel 2512 m in length will carry wastewater from Solin and the northern part of Split to the water treatment plant in the eastern part of Split, from where it will be finally discharged into the sea by means of a long subsea outfall. The route of the central part of the tunnel, initially passing under a big waste disposal site, was subsequently modified in order to avoid any harmful effects to natural environment. The tunnel construction started in April this year and the works are scheduled for completion in two years. Approximately one fifth of the tunnel length has so far been excavated. In addition to the wastewater pipe, the tunnel will also accommodate the water supply pipe carrying water from the Žrnovnica river.

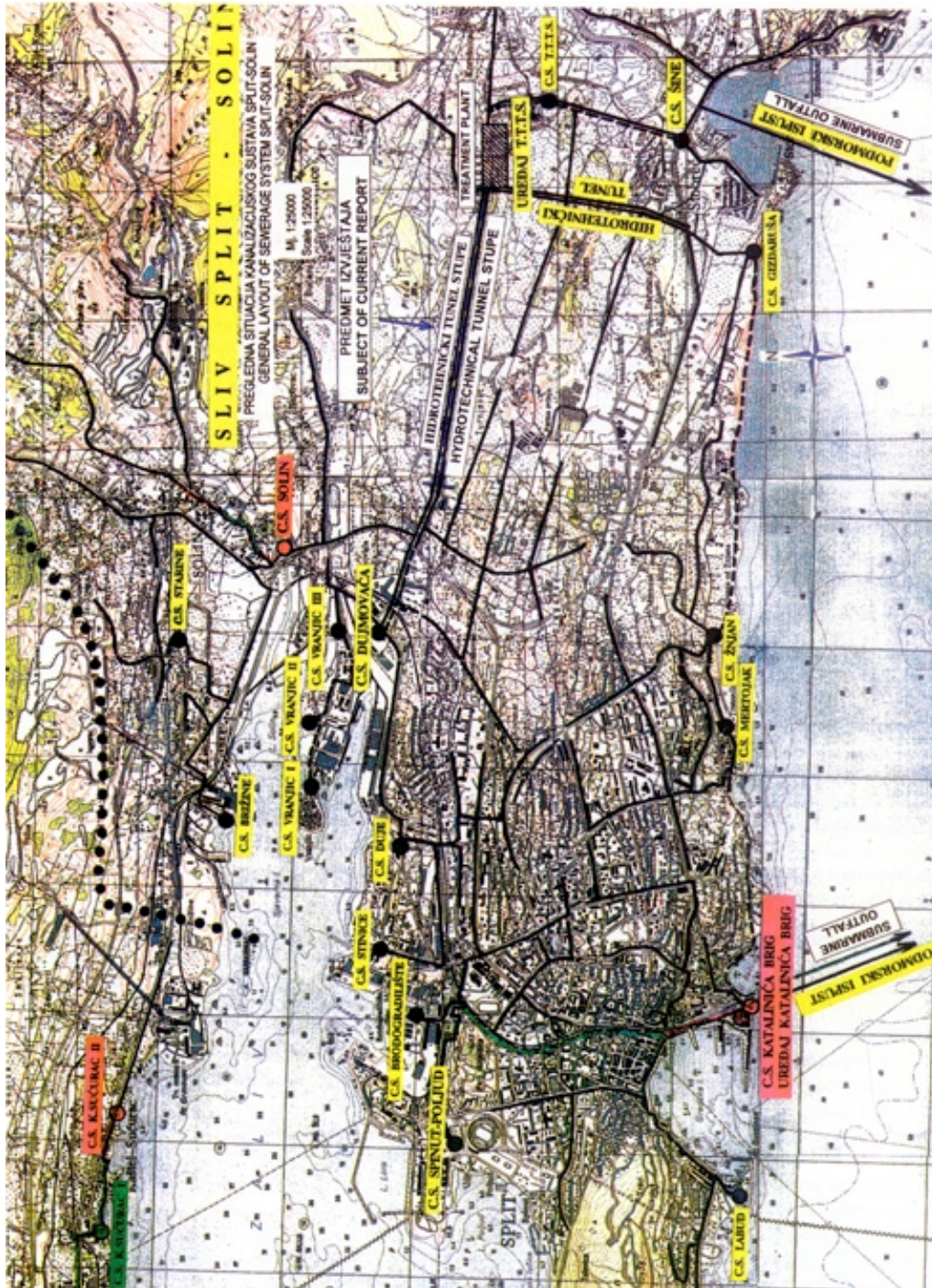
Stobreč dugog 2,5 km (od čega 1,8 km u moru) s crpnom stanicom Šine i tlačnim kolektorom. Natječaj za izgradnju raspisan je 18. rujna ove godine i u prednatjecateljskom postupku (u kojem su se prikazivale referencije) bilo je 8 tvrtki, od kojih je 5 (3 strane i dvije domaće) preuzelo dokumentaciju. Četvrti dio je kanalizacijska mreža Dujmovača-Solin u koju su uključene dvije crpne stanice (Duje i Dujmovača) i tri preljeva. Za taj je dio raspisan međunarodni natječaj (rok je 25. rujna 2000.), a prije zaključenja pristiglo je 14 ponuda, od kojih 4 inozemne. Posljednji, peti dio sustava jest uređaj za pročišćavanje Stupe za čije će izvođenje građevinskih radova natječaj biti raspisan krajem ove godine, a za hidrotehničku će se opremu natječaj raspisati početkom sljedeće godine.

Ing. Čatlak je istaknuo kako hidrotehnički tunel i kanalizacija Vranjica imaju građevnu dozvolu, te kako je za preostalu kanalizacijsku mrežu dobivena lokacijska i načelna dozvola, a ishodenje je građevne dozvole upravo u postupku. Za ostale je dijelove sustava ishodenje suglasnosti u postupku. Kompletanu je dokumentaciju u dva navrata pregledavao

građevinski inspektor i potvrdio da je sve zakonito, sukladno dozvolama i pravilima struke. To je nužno i stoga jer svaki projekt mora dobiti međunarodnu suglasnost, i to od Europske i Svjetske banke, koje su ujedno i sufinancijeri projekta zaštite Kaštelanskog zaljeva. U financiranju još sudjeluju HBOR i gradovi koji su osnivači agencije (Split, Solin, Kaštela i Trogir), *Vodovod i kanalizacija* d.o.o. i *Hrvatske vode*.

Prije nego što je postao voditeljem projekta kanalizacijskog sustava Split-Solin, ing. Čatlak je radio kao nadzorni inženjer na gradilištu tunela Stupe. On smatra da je upravo ta građevina ključna za funkcioniranje cijelog sustava. Iako se radi o građevinski složenom i velikom objektu, na gradilištu do sada nije bilo većih problema. Cijeli će tunel s hidrotehničkom opremom stajati približno 84 milijuna kuna.

Razgovarali smo i s projektantima tunela, zapravo građevine koja nosi pomalo komplicirani naziv: *Hidrotehnički tunel Stupe i sabirno okno s pripadajućom infrastrukturom*. Građevinski je dio tunela projektirao Građevinski fakultet Sveučilišta u Splitu, a elektrostrojarski *Projektmi*



biro d.o.o. iz Splita. Glavni projektant je mr. sc. Davor Bojanić, dipl. ing. građ., s Građevinskog fakulteta, a projektant geologije je Duško Barčot, dipl. ing. geol., iz IGH PC Split. Njih dvojica bili su naši sugovornici, a ujedno su nas proveli po gradilištu. Suradnici na projektu bili su prof. dr. sc. Blaž Gotovac i dr. sc. Mladen Harapin za proračun, a konzultant za projekt prof. dr. sc. Petar Stojić, svi s Građevinskog fakulteta u Splitu.

Izvoditelj tunela je *Konstruktor-inženjering* d.d. iz Splita, a nadzor obavlja IGH PC Split. Geofizička istraživanja za projekt obavila je tvrtka *Moho* d.o.o. iz Zagreba, hidrogeološka istraživanja Geološko-paleontološki zavod PMF-a iz Zagreba, a seizmološka i seizmotektonska istraživanja RGN fakultet iz Zagreba.

Kroz tunel će se otpadne vode Solina i sjevernog dijela Splita dovesti do uređaja za pročišćavanje koji će se izgraditi uz istočni portal tunela. Tunel je dug 2512 m, a imat će gotovo kružni poprečni presjek s ravnim donjim dijelom širokim 3 m. Da bi se omogućio prolaz vozilu za održavanje kanalizacijskog sustava predviđen je slobodan prostor iznad kolnika gabarita 2,5 x 2,2 m. U dno tunela bit će ugrađene dvije kanalizacijske cijevi promjera 1200 mm s međusobnim razmakom osi od 1,6 m. Desna je strana tunela rezervirana za vodovodne cijevi, od kojih će ona od 700 mm služiti za dovod vode s izvora rijeke Žrnovnice, a cijev promjera 150 mm iznad nje za osiguranje vode za hidrantsku mrežu u tunelu. Lijeva je strana tunela rezervirana za električne vodove, vodove za automatiku ventilatora te vodove za senzorske uređaje. Tu će se svakih 200 m postaviti električni ormarići i protupožarni aparati, a sa svake je strane predviđena i posebna čelična ograda visoka 90 cm. S obje strane tunela ugradit će se kanali za odvodnju procjednih voda, jer je podzemna voda registrirana u gotovo



Područje kroz koje prolazi tunel

svim istražnim bušotinama, ponegdje i znatno iznad nivelete tunela. Stoga je predviđeno sustavno ugrađivanje bočnih drenažnih cijevi s obje strane tunela svakih 20 m uzdužno. Iz tih će se cijevi voda ulijevati u bočne kanale i odvoditi do kraja tunela.

Kako se predviđa da će u tunel povremeno ulaziti ljudi, predviđena je ugradnja dvaju ventilatora u zapadnoj portalnoj građevini koji će se automatski uključivati kada se pos-

tigne određen stupanj koncentracije sumporovodika ili metana u tunelu. Ventilatori će se bez obzira na koncentraciju plinova uključivati najmanje jednom tjedno. Predviđeno je također da tunel bude osvijetljen fluorescentnim žaruljama koje će se na svakih 5 m ugrađivati u kaloti na sredini profila.

Na trasi zapadnog i istočnog predusjeka nema čvrstih objekata. Doduše na području zapadnog predusjeka ima nekoliko plastenika koje će tre-



Zapadni predusjek tunela

bati ukloniti. U okolišu zapadnog predusjeka, na udaljenosti od četrdesetak metara i izvan područja zahvata, nalazi se nekoliko obiteljskih kuća. Trasa tunela i položaj svih

kog grebena između odlagališta i trase tunela koji ima ulogu kolektora procjednih voda. Time je izbjegnuto moguću nepovoljan utjecaj odlagališta otpada. Studija podobnosti predložila

nova te grebeni s brečokonglomeratima i vapnenačkim pješčenjacima. S tim u vezi predviđeno je da će se većim dijelom iskop obavljati u III. kategoriji stijenske mase (2374 m), a tek manji dio (138 m) u stijeni IV. kategorije. Predviđa se, također, da će najveći dio iskopa biti u povoljnoj stijenskoj masi (2007 m), a preostali dio u slaboj ili u vrlo slaboj stijenskoj masi. Na osnovu iskustva, analiza i promatranja na terenu odabrano je pet različitih tipova podgradnih sustava. Prvi, za najveću dužinu tunela (1976 m), predviđa armirani mlazni beton debljine 10 cm i čelična sidra od 2,5 m po potrebi. Drugi (za 373 m) predviđa armirani mlazni beton iste debljine s čeličnim sidrima dužine 2,5 m u kaloti. Treći i četvrti tip podgradnog sustava predviđeni su za približno 100 m tunela, imaju po 15 cm armiranoga mlaznog betona, a međusobno se razlikuju po dužinama sidara od 2 m i 2,5 m. Posljednji, peti tip (dužine 63 m), uz sloj armiranoga mlaznog betona od 15 cm i sidara dugih 2,5 m, predviđa i armirano-betonski podnožni svod.



Zapadni portal tunela

glavnih objekata predviđeni su u urbanističkom planu tog područja i neće ometati buduću izgradnju. Pristupna cesta za sabirno okno i zapadnu portalnu građevinu jest lokalna i nekategorizirana cesta Dujmovača-Karepovac. S nje će biti moguć priključak na buduću četvertračnu cestu koja će, približno, ići uz trasu tunela. Valja istaknuti da tunel na svom zapadnom dijelu (petstotinjak metara od zapadnog ulaza u tunel) prolazi ispod prostora gdje su skladišta i parkirališta poduzeća *Čistoća* iz Splita, otprilike 35 m ispod razine terena.

Na prijašnjoj pravocrtnoj trasi tunela bilo je predviđeno da će tunel svojim središnjim dijelom prolaziti ispod splitskog odlagališta otpada Karepovac. No zbog straha od procjednih voda s odlagališta i eventualne pojave plinova, trasa je izmijenjena i ima devijaciju središnjeg dijela prema jugu. Iskorišten je povoljan nagib slojeva fliša prema sjeveru i postojeće posebnoga paralelnoga vapnenač-

je izbor te trase tunela smatrajući da je ona, iako najduža, ipak najjeftinija. Inače prije projektirana dužina tune-



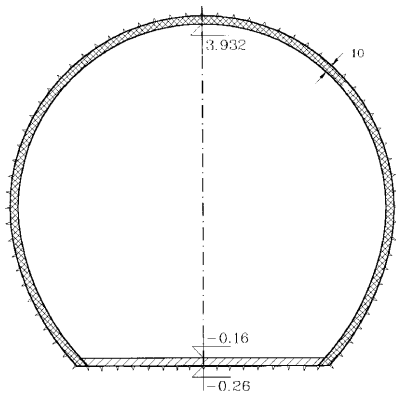
Postavljanje armature za podgradu

la iznosila je 2367 m. Na trasi tunela prijašnjim su istražnim radovima utvrđene flišne naslage sastavljene uglavnom od laporovitih litoloških čla-

Čelični lukovi nisu predviđeni kao element podgradnog sustava, ali se u izuzetnim situacijama mogu primijeniti. No ostavljena je mogućnost

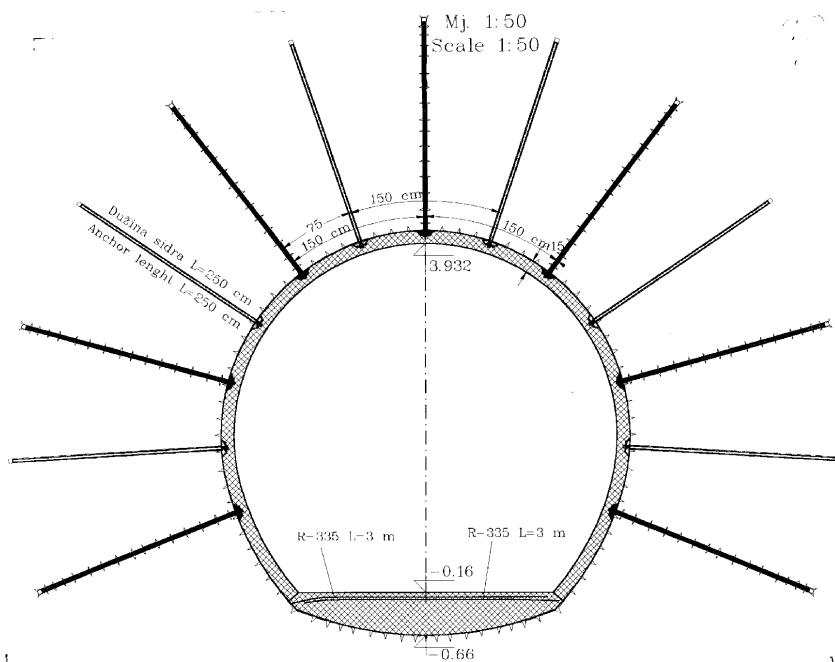
da se umjesto njih primijene armaturni koševi. Valja dodati da je debljina najvećeg nadsloja na trasi tunela oko 80 m.

Sabirno oko predviđeno je na početku zapadnog predusjeka, a ono će prikupljati otpadne vode iz crpne stanice Solin i crpne stanice Pujanke gravitacijskim cijevima, a iz crpne stanice Dujmovača tlačnim cijevima. Sve su te cijevi promjera 800 mm. Osnovna je uloga sabirnog okna prikupiti te vode i na siguran ih način usmjeriti u dvije cijevi koje će voditi do uređaja za pročišćavanje. Zapadni je predusjek dug 290 m, a zapadna portalna građevina osim posebnih ventilatora osigurava i ulaz u tunnel do kojega se dolazi posebnim stubama, jer kolni je ulaz predviđen samo na istočnoj strani tunela. Uz zapadnu portalnu građevinu izgradit će se posebna trafostanica i posebna prilazna cesta. Istočna portalna građevina bit će duga 4 m, a unutar nje izvest će se skretanje vodovodnih cijevi te električnih i senzorskih vodova.



Poprečni presjek tunela za prvi tip podgrade

Na kraju razgovora od glavnog projektanta mr sc. Davora Bojanića saznali smo da na projektu rade isti stručnjaci koji su projektirali i gradili sličan hidrotehnički tunnel Mravinački potok, doduše znatno kraći. Saznali smo da su se nedavno, u trenutku kada su pripreme za iskop tunela već bile završene, javile ideje kako bi tunnel mogao biti i cestovni. To bi radove znatno poskupilo, a mnogo veći profil zahtijevao bi i



Poprečni presjek tunela za peti tip podgrade

nove istražne radove i nove projekte. Od ideje se odustalo kada se ustanovilo da bi prilazne ceste do tunela i od tunela bile duge otprilike onoliko koliko ukupno mora biti duga splitska obilaznica. Na kraju smo saznali da je prema projektu predviđeno odlagalište materijala od iskopa tunela i predusjeka u napuštenom tupinolomu u Solinu, 7 km udaljenom od tunela.

Posjetili smo gradilište i tamo razgovarali s glavnim nadzornim inženjermom mr. sc. Pavlom Lakošom, dipl. ing. građ., iz IGH PC Split. Ing. Lakoš je glavni nadzorni inženjer od 1. lipnja kada je ing. Čatlak prešao u *Eko - Kaštelanski zaljev*. Kvaliteta radova zadovoljava, a planirana je dinamika radova u predviđenim okvirima. Očekuje se da će se iskop optimirati i da će biti po tri miniranja svaki dan na svakoj strani. Na zapadnoj se rupe za miniranje buše s potpornim hidrauličnim uređajima i tu se može postignuti najviše 5 m iskopa na dan. Na istočnoj se strani buši strojno (*Yumbo*) i tu se može postignuti napredovanje od tri puta po 2,5 m na dan. Bilo bi dakle moguće postignuti napredovanje od 12 do 12,5 m na dan, a sada se postiže

prosječno 10 m. Najveći je problem odvoz iskopanog materijala utovariivačima i to izvođač mora riješiti kako bi završio radove prema predviđenom dinamičkom planu.

U iskopu tunela bilo je određenih geoloških problema. Na području zapadnog portala u kalotnom dijelu tunela pojavila se glina iznad naslaga fliša. Pojava je gline usporila napredovanje iskopa i zahtijevala primjenu čeličnih lukova. Na istočnoj je strani iskop predusjeka i tunelskog profila bio u cijelosti u naslagama eocenskog fliša. Izvođač inače radi neprekidno 24 sata na obje strane tunela.

Sa Špirom Cokarićem, dipl. ing. građ., glavnim inženjermom iz *Konstruktor inženjeringa*, nismo nažalost uspjeli razgovarati jer je bio spriječen. Razgovarali smo s Vinkom Depederom, građ. teh., voditeljem radova na zapadnom dijelu tunela. On nam je rekao da su radovi započeli 2. veljače ove godine pripremnim radovima i iskopom predusjeka. Iskop tunela sa zapadne strane započeo je 18. travnja, a s istočne 1. lipnja. Na gradilištu ima nešto više od sedamdeset radnika, ili ukupno 6 smjena, po tri na



Istočni portal tunela nakon miniranja u tunelu

svakoj strani. Radnici su smješteni u blizini gradilišta, a na gradilište se dovoze autobusom. Dosad su iskopali približno petstotinjak metara. Na gradilištu praktički nema nikak

vih problema budući da se svi na ovom projektu dobro poznaju s prijašnjih gradilišta. Projektna dokumentacija je osigurana i praksa je da glavne projekte osigurava investitor,

a razradu izvedbenih izvoditelj radova. Primjerice projektant određuje samo profil cijevi, a o tipu cijevi odlučuje izvoditelj uz zadovoljavanje zadanih uvjeta, i to izuzetno dobro funkcionira.

Na gradilištu smo bili i u samom čelu iskopa zapadnog dijela proboja. Potom smo prošli pokraj velikog odlagališta otpada Karepovac i otišli na istočnu stranu tunela. Tamo nismo mogli ući u tunel jer je upravo obavljeno miniranje, a ventilaciju je tek trebalo uključiti da pročisti prašinu i plinove od miniranja. Naišli smo na zatekli Anđelka Šiška, građ. ing., voditelja radova na istočnoj strani iskopa tunela. On nam je rekao da sve ide planiranim tempom te da se polako ekipiraju i uhodavaju za još brže napredovanje.

B. Nadilo

Situacijski prikaz kanalizacijskog sustava Split-Solin