

GRADNJA DRUGIH CIJEVI TUNELA SV. ROK I MALA KAPELA

Uvod

Putnici koji se u ljeti 2009. upute autocestom prema Dalmaciji ili iz nje krenu prema unutrašnjosti neće više, kao što je to bio slučaj proteklih godina, strahovati od velikih prometnih zastoja. Naime od početka ovogodišnje turističke sezone cijela će autocesta između Zagreba i Ravče biti u odvojenom dvosmjernom prometu jer će u za promet biti otvorene i druge cijevi tunela Sv. Rok i Mala Kapela, pred kojima su se i stvarali kilometarski prometni "čepovi". To će pridonijeti poboljšanju prometne povezanosti između Dalmacije i unutrašnjosti, ali i povećati prometnu sigurnost. Zapravo prometom kroz odvojene tunelske cijevi naših najdužih tunela Hrvatska će dobiti još jednu prometnicu koja je u cijeloj svojoj duljini autocesta u punom profilu. Baš kao što se to dogodilo krajem listopada 2008. kada je puštanjem u promet posljednjih dionica od 14,6 km na autocesti Zagreb – Rijeka konačno potpuno izgrađena autocesta koja se gradila punih 40 godina.

Valja reći da na konačni dovršetak drugih cijevi tunela Sv. Rok i Mala Kapela, koje su bile iskopane ali nisu dovršene, nisu utjecale samo gužve, prometni zastoji i povećanje prometne sigurnosti. Tome su pridonijele i smjernice Europske unije koje nalažu da druga tunelska cijev mora graditi kada prosječni dnevni promet na godinu pređe 10.000 vozila po jednom prometnom traku te kada se značajno i višestruko poveća sezonski promet u odnosu na prosječni dnevni. Prosječni je dnevni promet već u 2006. premašio 10.000 vozila,

SECOND PIPE CONSTRUCTION FOR THE SV. ROK AND MALA KAPELA TUNNELS

The Sv. Rok Tunnel and Mala Kapela Tunnel, each measuring more than 5.5 km in length, are currently the longest tunnels in Croatia. They are both situated on the Zagreb - Split - Dubrovnik motorway. Although two pipes were drilled at the same time for both tunnels, only the right-hand tunnel pipes have so far been used. The Sv. Rok Tunnel and Mala Kapela Tunnel were opened to traffic in 2003 and 2005, respectively. In October 2007, the finishing work started on both tunnels, and the completion is due in early Spring so that the equipment can be installed in early June, and the tunnels would start functioning as bi-tube facilities at the start of the 2009 tourist season. The decision to make operational the left-side tubes of these tunnels was made because of great traffic jams experienced every year during the tourist season, and also in the light of the EU guidelines specifying that the second tubes are to be built when the average annual daily traffic figures exceed 10000 vehicles, which has happened in these tunnels already in 2006. The concrete lining work for these tunnels is now nearing completion, and the pavement construction work is soon to start. The equipment installation work is already in progress.

a preko ljeta prosječni je ljetni dnevni promet iznosio 28.000 vozila. U 2007. je bio 30.000 vozila, a u 2009. je procijenjen na 39.000 vozila, dok bi godišnji prosječni dnevni promet mogao iznositi 16.000 vozila. To je zaista značajno povećanje, posebno ako se prisjetimo jedne prognoze rađene prije desetak godina za tunel Sv. Rok gdje je prosječni godišnji dnevni promet od 12.000 vozila bio predviđan za 2100. godinu.

Prva faza gradnje tunela

Gradnja tunela Sv. Rok

Iako se stacionaža autoceste Zagreb – Split – Dubrovnik uglavnom računa od Zagreba, uobičajeno se najprije govori o tunelu Sv. Rok koji je udaljeniji i nešto manji od tunela Mala Kapela, ali se gradio prije i bio je jedna od ključnih građevine na cijeloj trasi autoceste prema Dalmaciji. Gradnja je tunela Sv. Rok, prvoga tunela kroz golemi velebitski masiv, započela kopanjem predusjeka u

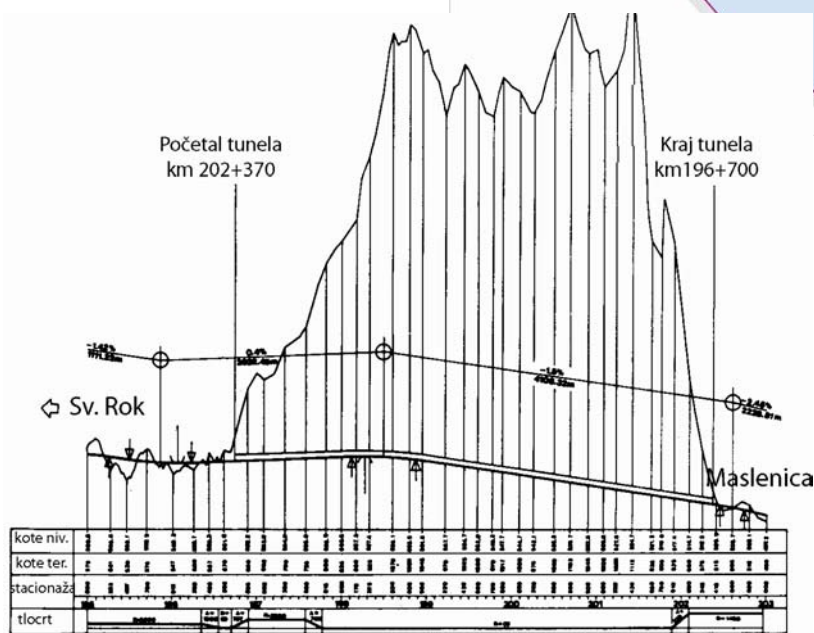
listopadu 1996., a sam proboj početkom veljače 1997., a tunel je u promet pušten u lipnju 2003. Zapravo desna je cijev bila završena i svečano otvorena u listopadu 1999., ali nije bila u prometu jer autocesta još nije bila izgrađena. Valja reći da je za cijeli tunel najprije iskopana desna (zapadna) cijev, a da se lijeva cijev iskopala naknadno i bila završena u svibnju 2003.

Tunel se nalazi na dionici autoceste Sv. Rok – Maslenica i bio je za gradnju najduži tunel Hrvatskoj. Desna je cijev duga 5670 m, a lijeva 5679 m. Sjeverni portal nalazi se visini 561,44 m n.v., a južni portal na 510,65 m n.v. Tunel je građen, uostalom kao praktički svi mnogobrojni naši tuneli nakon njega Novom austrijskom tunelskom metodom (NATM) koja se pokazala vrlo prilagodljivom za različite geološke uvjete, a prvi su put u miniranju primijenjeni neelektrični upaljači. Najveća je dozvoljena brzina iznosila 80 km/h, a najniža

Gradilišta

50 km/h. Investitor je bila *Hrvatska uprava za ceste*, sadašnje *Hrvatske autoceste* d.o.o., a projekt je izradio *IGH* d.d. iz Zagreba (glavni projektant Ivan Banjad, dipl. ing. građ.), a ta je tvrtka i nadzirala izgradnju.

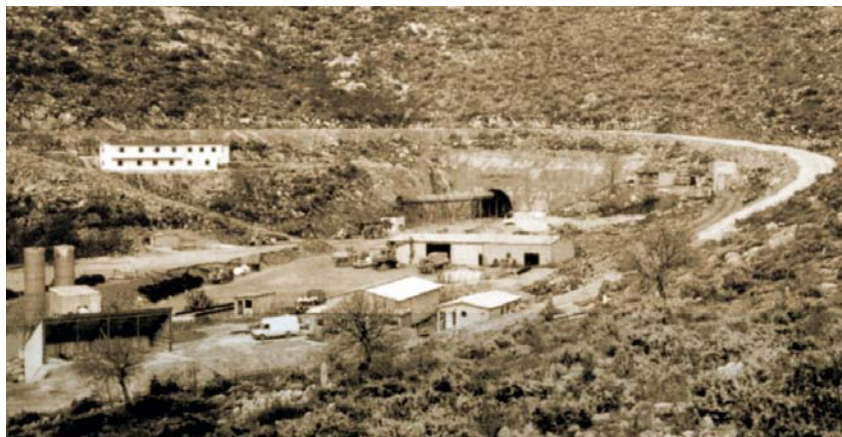
Tunel je s južne primorske strane gradio *Konstruktor-inženjering* d.d. iz Splita, a sa sjeverne ličke strane *Hidroelektra-niskogradnja* d.d. iz Zagreba, a te su tvrtke probijale i lijevu tunelsku cijev. Gradnja je prve faze tunela, u što su uključena desna i lijeva cijev, prilazne ceste, portali i sl., stajala 725 milijuna, nadzor i projektiranje 28 milijuna, a opremanje tunela 250 milijuna kuna. U opremanje tunela uključeni su i radovi izvan tunela koji su bili ključni za odvijanje prometa – 3 trafostanice za napajanje tunela strujom (Obrovac, Gračac i Sv. Rok sjever), 8 tunelskih trafostanica, vodovod iz Obrovca do Sv. Rok jug, 3 vodospreme za napajanje tunela vodom, ventilacija, rasvjeta, signalizacija, oprema rezervnog Centra za održavanje i kontrolu na jugu i sl. Kompletna je gradnja dakle stajala 1003 milijuna kuna, dakle približno milijardu bez PDV-a ili približno 135 milijuna sadašnjih eura.



Uzduni profil tunela Sv. Rok (iz prvog projekta)

Tunel na autocesti između Bosiljeva u Dugopolju (1. – Sv. Rok, 2. – Mala Kapela)

Smještaj tunela Sv. Rok značajno je utjecao na trasu autoceste prema Splitu. Ideja o probuju Velebita javila se još 1987. na jednom prometnom savjetovanju u Zadru. Naime svi su se dosadašnji prijelazi preko te goleme planine prilagođavali terenu i nisu bili u stanju zadovoljiti suvremene prometne zahtjeve. Tada je utvrđena i lokacija ispod Tulovih greda koja je zabilježena i u Prostornom planu Hrvatske. Za idejno je rješenje razmatrano čak 6 različitih varijanti (u duljini od 4 km na 700 m n.v., do



Južni portal tunela Sv. Rok tijekom proboja desne cijevi



Promet na ulazu u tunel Sv. Rok s južne strane

one prema Starigradu duge 8 km). Rat je onemogućio prave istražne radove, a to je poslije također onemogućavao minirani teren.

Sv. Rok je dugi tunel s velikim nad-slojem, a po težini izvedbe iskopa pripada srednje teškim tunelima. No teren iza južnog portala sa strmim velebitskim padinama stavio projektante pred velike probleme, posebno jer su nagibi padine između 200 i 650 m nadmorske visine iznosili 1 : 2, a mjestimice i 1 : 1. Morali su se prilagoditi padinama izbjegavajući zasjeka visokih pokosa te dugačke potporne zidove i što više primjenjivati niske nasipe, dublje usjeka, vijadukte i tunele. Stoga su na pojedinim mjestima izgrađeni trakovi za spora

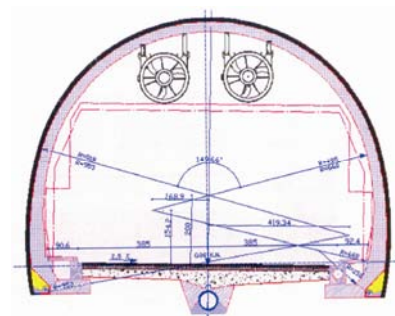
vozila, a na trasi su i tri tunele (Lednik, Bristovac i Čelinka) te nekoliko vijadukata. Dodatan je problem bio i prilagođavanje već izgrađenom Masleničkom mostu koji se gradio od 1993. do 1996.

Gradnja tunela Mala Kapela

Gradnju tunela Mala Kapela, koji se nalazi na dionici Bosiljevo – Sv. Rok, mučili su sasvim drugi problemi pa je to bila posljednja prometna građevina koja je izgrađena na autocesti između Zagreba i Splita. Štoviše neko se vrijeme promet odvijao starom cestom preko Male Kapele. Na gradnju i projektiranje utjecala su dva prijepora. Jedan se odnosio na neusklađenost prostornih planova i pro-

metne strategije vezane u svladavanje Gacke doline, a drugi je bio vezan uz izbor izvođača.

Na kraju je između više predloženih varijanata trase izabrana je ona koja ide preko Žute Lokve i potom se proteže obroncima Velebita, a ekološki najosjetljiviji dio svladan je tunelom Plasina (2200 m). Ta je odluka ponešto produžila tunel Mala Kapela za koji se vjerovalo da će od Sv. Roka biti duži tek desetak metara. Prije odluke bio je izveden dio radova sjeverno od tunela, pa su promjene bile moguće tek na južnom dijelu. Analizom je utvrđeno da prijašnja trasa zadovoljava geometrijske elemente i da je potrebno mijenjati samo visinske odnose, pa je to učinjeno većim padom u drugom (južnom) dijelu tunela. Kota je nivelete trase na sjevernom portalu tunela ostala ista (562 m n.v.), ali smanjena je za 13 m na južnom izlazu (575 m n.v.). Razlog je bio vijadukt Jezerane koji se neposredno nastavlja na tunel Mala Kapela jer bi njegovi stupovi bili visoki 80 m i u krivini, što bi znatno otežalo gradnju i onemogućilo izvedbu nosača "naguravanjem". Tunel je stoga produljen za približno 80 m, pa je desna cijev duga 5780 m, a lijeva 5821,77 m.



Poprečni profil desne cijevi tunela Mala Kapela

Krajem 2001. okončan je natječaj za izvođače na koji je pristiglo 6 ponuda, a izabrana je poslovna udruga *Viadukt i Strabag*. Na tu se odluku žalila talijanska tvrtka *Coopcostruttori* koja je bila najpovoljnija, ali je isključena s obrazloženjem da nije građev-

vinska tvrtka već zadruga manjih izvođača. Talijani su uspjeli dokazati svoje referencije pa je njihova žalba usvojena. Konačno je u travnju 2002. potpisan ugovor o gradnji s kojim se talijanska tvrtka obvezala da će do kraja prosinca 2004. iskopati obje tunelske cijevi, s tim što u desnoj tunelskoj cijevi trebalo obaviti sve građevinske radove, a lijevu, koja je u prvoj fazi bila predviđena samo za servisne potrebe, izbušiti i izraditi podgradu. S tim ugovorom nije bila predviđena kolnička konstrukcija i oprema koja je posebnim ugovorom naknadno ugovorena.



Prvo miniranje na proboju tunela Mala Kapela

U svibnju 2002. počeli su pripremni radovi, a s iskopom se na sjevernom dijelu započelo krajem kolovoza i krajem listopada na južnom. Radovi su se razmahali tek krajem prosinca. Tada je unatoč izraženoj nevjerici i brojnim teškoćama započela jedna od najzanimljivijih graditeljskih priča iz naše cestogradnje jer ni jedan naš tunel nije probijen toliko brzo i jeftino. Tunel Mala Kapela pripada srednje teškim tunelima za izvođenje, ali se nekako sve poklopilo – povoljne stijene za iskop, najsuvremenija oprema i vrhunska obučenost tunelograditelja, a valja istaknuti da uglavnom radili naši radnici. Sve u svemu napredovalo se i po 50 m na

dan, a tjedno i do 200 m, pa su obje cijevi probijene u ožujku 2004. Na tom su se tunelu naši građevinari ujedno mogli uvjeriti koliko je lakše i brže u velikim tunelima istodobno probijati obje tunelske cijevi jer se u jednoj cijevi može minirati dok se iz druge odvozi iskopani materijali ili ugrađuje podgrada.

Ipak posao s talijanskim izvođačem nije zaključen bez problema. Još tijekom prvih iskopa dogodilo se da je talijanska centrala otišla u stečaj, a problema je bilo i na kraju kada su kooperanti hrvatskog dijela tvrtke,

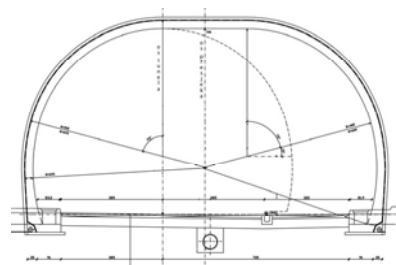


Prva faza iskopavanja tunela Mala Kapela

Projektne elemente druge faze

Dovršetak lijeve cijevi tunela Sv. Rok

U prvoj su fazi izgradnje tunela Sv. Rok iskopane i podgrađene obje tunelske cijevi, pa je desna (zapadna) opremljena i puštena u promet, a lijeva je služila za evakuaciju i u njoj je bio izveden tamponski sloj kolničke konstrukcije. Inače autocesta je na dijelu od čvorišta Sv. Rok do tunela projektirana za brzine od 120 km/h, a na dijelu od tunela do Maslenice za brzine od 100 km/h. Predviđena je brzina u desnoj cijevi u prvoj fazi 80 km/h, ali se u drugoj fazi pri jednosmjernom prometu predviđa također 100 km/h.



Poprečni profil s nišom u lijevoj cijevi tunela Sv. Rok

Projekt za dovršetak tunela s dvije cijevi u jednosmjernom prometu izradio je IGH d.d. iz Zagreba (glavni projektant Darko Šarić, (dipl. ing. građ.), a temelji se na lokacijskoj

dozvoli za dionicu autoceste Sv. Rok – tunel Sv. Rok – Maslenica. Projektom su u lijevoj tunelskoj cijevi obuhvaćeni građevinski radovi, radovi odvodnje i hidroizolacije te kolnička konstrukcija, a sva projektna rješenja uključuju i ugradnju opreme i uređaja. Kako je desna tunelska cijev izvedena u prvoj fazi, novim je projektom obrađen dovršetak lijeve tunelske cijevi. Portalne su građevine, predusjeci i zaštita njihovih pokosa izvedeni već u prvoj fazi izgradnje.

Tunel je Sv. Rok uglavnom cijelom svojom duljinom u pravcu, s tim što su mu ulazni i izlazni dijelovi u kri-

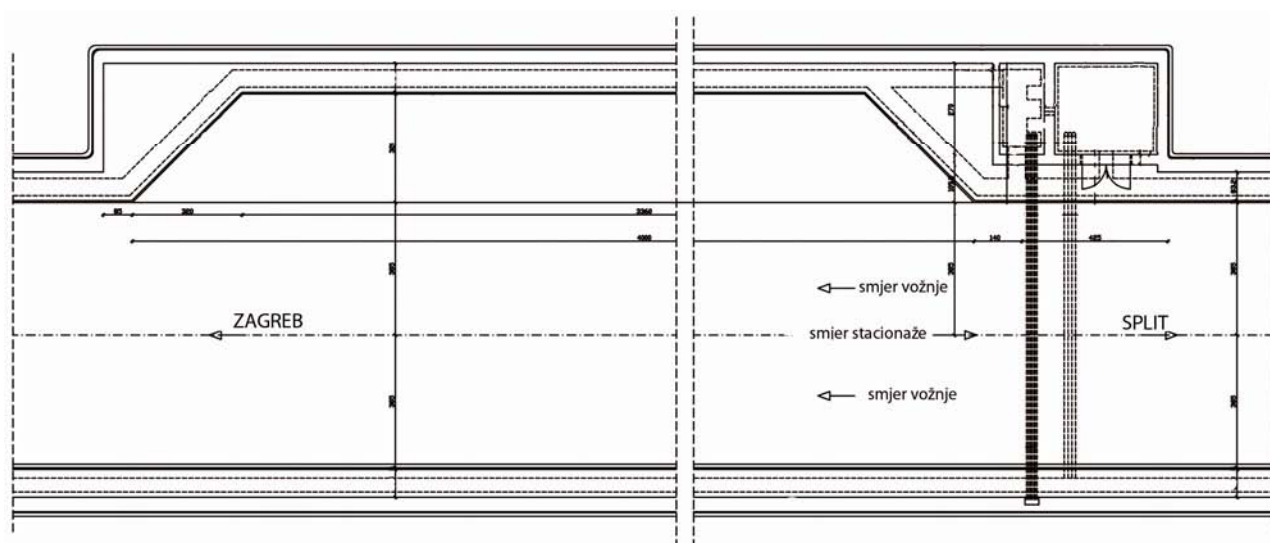
marnog osiguranja i sekundarne obloge predviđena je PVC hidroizolacija sa zaštitnim slojem geotekstila po cijeloj dužini tunela.

Niveleta se tunela nalazi u dvostranom nagibu; sa sjeverne strane u usponu 0,4 posto, a prema južnom portalu 1,5 posto. To je odabrano radi visinskih odnosa autoceste, mogućnosti gravitacijske odvodnje, smanjivanja zagađenja od motornih vozila i geoloških uvjeta. Poprečni je nagib tunela jednostrešan – u pravcu 1,5 posto i 2,5 posto u krivinama.

Površina je svijetlog otvora tunela 58,09 m². Visina od 4,5 m omogu-

niša i proširenja u koje će biti smještena oprema za pogon tunela ili će služiti za okretanje i zaustavljanje vozila. Desna i lijeva cijev su spojene s četiri prolaza za vozila i 15 prolaza za pješake. Okretišta su izvedena u prvoj fazi i opremljena vatrootpornim vratima za prolaz vozila i s posebnim prolazima za pješake. Vrata se premještaju u sredinu okretišta. Pješački se prolazi nalaze na svakih 350 m i bili su izvedeni u prvoj fazi.

Niše za zaustavljanje odnosno uklanjanje vozila u lijevoj tunelskoj cijevi (ima ih 12) predviđene su na desnoj stani. Iako se radi o jednosmjer-



Tlocrt proširenja za vozila u lijevoj cijevi tunela Sv. Rok

vini zbog sprečavanja nepovoljnog optičkih promjena na vozače. Razmak je tunelskih cijevi 35 m, a veličina je i oblik tunelskih cijevi uvjetovana je brdskim pritiscima, potrebnom širinom kolnika i prostora za smještaj opreme i uređaja. Širina je kolnika 7,7 m (2 x 3,85 m), a s obje strane predviđene su revizijske staze (širine 0,8 m). Betonska je obloga tunela (MB-30 odnosno C 25/30) debljine 0,3 m u cijeloj duljini tunela, a izvodi se na već izvedenoj primarnoj zaštiti koja se, ovisno o kvaliteti iskopane stijene, sastoji od ugrađenih sidara, mlaznog betona, čelične mreže ili čeličnih lukova, dok je u materijalu V. tunelske stijene izrađen i podložni svod. Između pri-

čuje nesmetanu montažu prometne signalizacije i ventilacije. U energetski kanal s unutrašnje strane (lijeva strana u smjeru vožnje) smještene su instalacije jake struje, a na suprotnoj strani instalacije slabe struje i hidrantski vod. Za odvodnju su predviđeni šuplji rubnjaci, a sifonski su preljevi rađeni s potopljenom pregradom kako bi se spriječilo širenje vatre kanalizacijom. Kanalizacijske su cijevi smještene u osi tunela i preko revizijskih okana i izravnih sifonskih ispusta u njih se uvodi tekućina s kolnika i voda prikupljena bočnim drenažama.

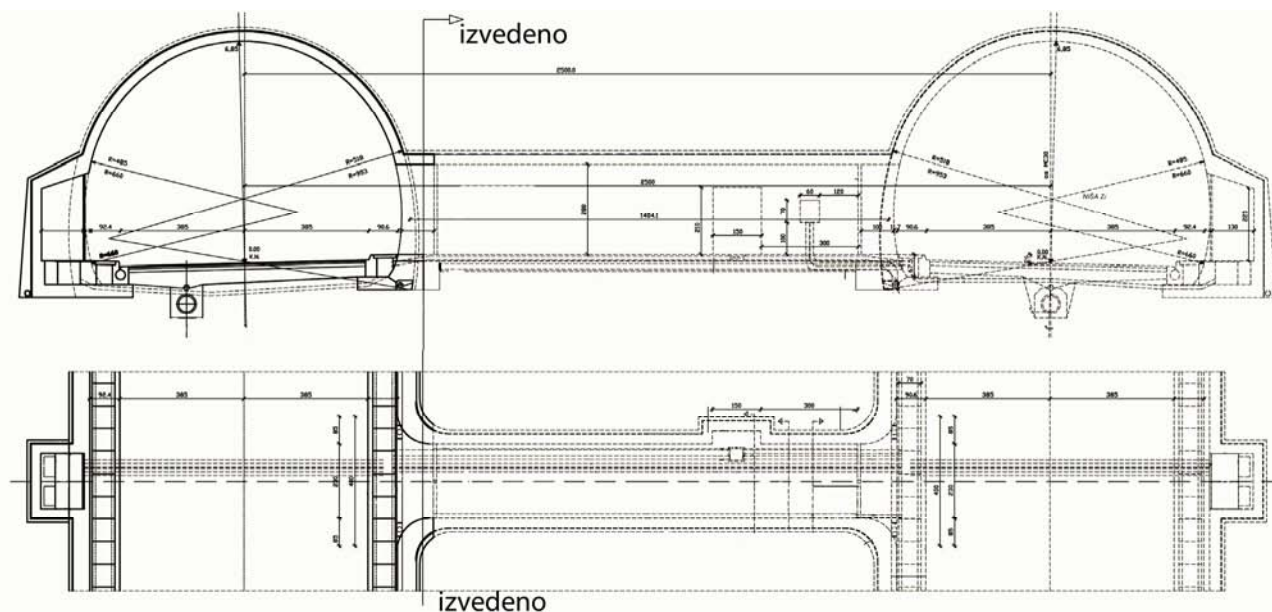
U tunelskoj su cijevi potrebni i određeni građevinski zahvati za izvedbu

nom prometu, u sredini su tunela predviđene i dvije niše za uklanjanje vozila s lijeve strane. To je učinjeno radi eventualnog preusmjerenja prometa iz desne u lijevu tunelsku cijev.

U prvoj je fazi izveden iskop i podgrada u obje tunelske cijevi. Dijelovi lijeve cijevi u nepovoljnim su geološkim uvjetima izvedeni i s betonskom oblogom. U drugoj je fazi potrebno popraviti iskopani profil (reprofilacija) i podgrada gdje to bude potrebno.

Dovršetak desne cijevi tunela Mala Kapela

I tunel Mala Kapela je građen i pušten u promet tako da se dvosmjerni



Presjek i tlocrt pješačkog prolaza u tunelu Sv. Rok

promet najprije odvijao u desnoj cijevi, a u konačnici je svaka tunelska cijev bila predviđena za jednosmjerni promet u dva prometna traka. Istodobno su iskopane obje tunelske cijevi, a lijeva je pretvorena u evakuacijsku za izlaz ugroženih korisnika tunela na siguran otvoreni prostor ispred portala. Cijev he ujedno služila da omogući pristup spasiteljima i gasiteljima do mjesta nesreće ili požara.

U lijevoj su tunelskoj cijevi izvedeni iskop, podgrada i tamponski sloj (debljine 25 cm) te bitimenizirani nosivi habajući sloj (debljine 4 cm), a voda se odvodila iskopanim dijelovima za temelj obloge s lijeve strane. Izvedena je i nužna rasvjeta te privremena ograda koja je usmjeravala kretanje. U lijevoj su tunelskoj cijevi izvedene samo niše za zaustavljanje s konačnom oblogom, a izvedena su i 6 prolaza za vozila i 14 prolaza za pješake. Svi su prolazi opremljeni za konačnu uporabu, uključujući i vatrootporna vrata. Od betonske su konstrukcije izvedene obloge svih prolaza za vozila i u zaustavnim nišama te portalne zone sa sjeverne i južne strane. Za dovršetak građevinskih radova potrebno je nakon reprofila-rije i osiguravanja projektom pred-

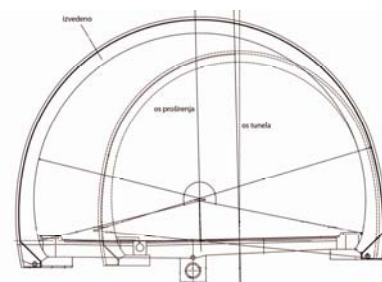
videnog profila izvesti hidroizolaciju, betonsku oblogu, odvodnju brdskih voda i tekućine s kolnika te kolničku konstrukciju.

Izvedbeni građevinski projekt dovršetka tunela Mala Kapela izradio je također IGH (glavni projektant Darko Šarić, dipl. ing. građ.) na temelju glavnih projekata i građevinske dozvole za konačnu fazu te izmjenjena i dopuna građevinske dozvole. Pri projektiranju se računalo s tom da je u prvoj fazi u lijevoj cijevi u cijelosti izvedeno primarno osiguranje iskopa.

Tunel se izvodi kao dio autoceste s dva prometna traka u svakom smjeru, a dvije su paralelne cijevi međusobno udaljene 15 m. Izlaz i ulaz u tunel su kružnom luku, a veći je dio tunela (3703,77 m) u pravcu. Uzdužni se nagib kreće između 1,2 i 1,5 posto čime su zadovoljeni osnovni zahtjevi odvodnje, a najveći je nagib odabran kao najpovoljniji za gradnju, elektromehaničku opremu, promet i održavanje.

Poprečni je presjek svijetlog otvora tunela 56,17 m² i zadovoljava zahtjeve naših i austrijskih propisa koji se primjenjuju kada nema naših propisa. Profil ujedno omogućuje smještaj potrebnih uređaja i opreme te prov-

jetavanje uzdužnom ventilacijom. Poprečni je presjek odabran prema širini prometnih trakova koji omogućuju brzinu od 100 km/h. Trakovi su ukupne širine 7,7 m (prometni 2 x 3,5 m, rubni 2 x 0,35 m), a revizijske su staze sa svake strane 0,85 m i uzdignute od prometne razine 15 cm. Poprečni se nagih kolnika mijenja od početnih 2,5 (s tim da je niži rub na vanjskoj strani) i 5,4 posto (niži rub na unutrašnjoj strani) do 4,4 posto na kraju (niži rub na vanjskoj strani). Ispod revizijskih staza nalaze se kanali za opremu tunela, s tim što unutrašnjom stranom tunela prolaze vodovi jake struje, a kanalima s vanjske strane vodovi niskog napona i hidrantske mreže.



Poprečni profil proširenja i normalnog profila lijeve cijevi tunela Mala Kapela

Obloga se izvodi od betona (MB-30 odnosno C 25/30) najmanje debljine 30 cm. Uglavnom nije armirana, osim

na mjestima niša, poprečnih prolaza, mjestima ovješena ventilatora, većih prekoprofilskih iskopa te prema potrebi u područjima špilja, dimnjaka i kaverna. Na mjestima gdje se nalaze ventilatori oblogu valja armirati armaturom u duljini od 6 m po cijelom presjeku i u kaloti ugraditi posebnu armaturnu mrežu. U prekoprofilnim iskopima potrebno je utvrditi naprezanja u betonskoj oblozi jer u nejednolikoj debljini dolazi do povećanih naprezanja pa je potrebno ugraditi armaturu, obično gdje je iskop veći od 70 cm. Pri izvođenju betonske obloge valja paziti na dužinu blokova odnosno kampada, temperaturu betona, visoke početne čvrstoće, nižu hidratacijsku toplinu i zaštitu od isušivanja te onemogućiti propuh u tunelu, osigurati stalnu temperaturu (kada su niže od 8 °C potrebno je zagrijavanje) i obradu zaostalih "gnijezda".

Između obloge i primarne podgrade predviđen je sloj od PVC folije zaštićen slojem netkanog tekstila. Podloga od mlaznog betona mora biti potpuno suha prije izvođenja hidroizolacije koja je cijeloj dužini tunela, i u kaloti i na bokovima.

Kolnička konstrukcija treba imati 3,5 cm *splitmastiks* asfalta, 5 cm asfaltbetona, 10 cm bitumeniziranog nosivog sloja (BNS) i najmanje 25 cm nevezanog granuliranog materijala.

Na bokovima je predviđena drenažna cijevi za prikupljanje brdskih voda i odvođenja u središnju kanalizaciju, a predviđena su i revizijska okna. Odvodnja je riješena sustavom šupljeg rubnika.

Niše za zaustavljanje su uglavnom raspoređene na udaljenosti od 849 m i nisu izvedene u prvoj fazi, a u njima je predviđen smještaj i SOS uređaja. Niše su predviđene i nasuprot poprečnih prolaza za vozila. Izvedeno ih je šest, a predviđene su i za smještaj trafostanica. Poprečni su prolazi već prije opremljeni protupožarnom stijenom s kliznim vratima

visokom 4,5 m te zaokretnim vratima za pješake. I svi su poprečni prolazi za pješake prije izvedeni na razmacima od 280 m. Niše s SOS uređajima predviđene su u razmaku od najviše 150 m, a izvedene su i minske komore radi eventualnog rušenja tunela.

Kako niše nisu izvedene u prvoj fazi, treba ih izvesti tako da se ne ugrozi ono što je već izgrađeno u desnoj i lijevoj cijevi. Ako se iskopi izvode miniranjem valja voditi posebnu brigu o dozvoljenim vrijednostima oscilacija u desnoj tunelskoj cijevi i na ugrađenoj opremi. Nije dozvoljeno odvijanje prometa tijekom miniranja, a nakon miniranja valja pregledati desnu cijev te prije puštanja prometa otkloniti eventualna oštećenja.

Posjet gradilištu

Organizator, domaćin i vozač našega posjeta gradilištima tunela Sv. Rok i Mala Kapela sredinom siječnja 2009. bio Robert Španović, dipl. ing. građ., glavni inženjer na tunelima iz *Hrvatskih autocesta* d.o.o. Taj nas se mladi inženjer posebno dojmio svojom ozbiljnošću, preciznošću i

profesionalnošću. Naime sve što smo se dogovorili bilo je u cijelosti ispunjeno i tijekom i nakon posjeta gradilištu, posebno priprema crteža i fotografija.

Od njega smo saznali da na tunelu Sv. Rok građevinske radove izvodi poslovna udruga *Hidroelektra Niskogradnja* d.d. iz Zagreba (kao vodeći partner) i *Konstruktor-inženjering* d.d. iz Splita, dakle iste tvrtke koje su svojedobno i radile na probu tog tunela. Uostalom rade i na istim dijelovima tunela – *Hidroelektra* s ličke strane, a *Konstruktor* s dalmatinske. Radovi su započeli početkom listopada 2007., a planirani je rok završetka radova rano proljeće 2009. (rok izgradnje je 18 mjeseci). Opremanje je tunela ugovoreno s tvrtkom *Dalekovod* d.d. iz Zagreba. Ugovor je potpisan u rujnu 2008., a rok je dovršetka radova početak lipnja 2009.

Na tunelu je od građevinskih radova izvedeno 90 posto radova na betonskoj oblozi. Sekundarna se betonska zaštita iskopa izvodi s pomoću samohodnih hidrauličkih oplata s kampadama od 12 m. U tunelu se sada izvodi centralna odvodnja i ugradnja



Samohodna hidraulična oplata pred južnim portalom tunela Sv. Rok

punoga i šupljeg rubnjaka te priprema izvedba kolničke konstrukcije, a počela je i ugradnja opreme koja se izvodi paralelno s građevinskim radovima.

Za potpuno dovršenja tunela bit će potrebno približno 200.000 tona betona, gotovo 121.000 m² hidroizolacije od PVC folije te više od 17.000 tona asfalta.

Ing. Španović nam je dao osnovne podatke i o redovima na tunelu Mala Kapela. Radove izvodi poslovna udruga *Viadukt d.d.* (kao vodeći partner) iz Zagreba i *Strabag AG* iz Beča, a radovi su također započeli početkom listopada 2007. i trebaju biti završeni u rano proljeće 2009. I ovdje opremu ugrađuje *Dalekovod* koji je zaključio zajednički ugovor za oba tunela, a svi radovi moraju biti završeni početkom lipnja 2009. kako bi nakon tehničkih pregleda i jedan i drugi tunel bili pušteni u promet početkom glavne turističke sezone.

Od građevinskih je radova na tunelu izvedeno 98 posto radova na izvedbi obloge koja se također ugrađuje s pomoću samohodnih hidrauličkih oplata s kampadama od 12 m. Upravo se izvodi centralna odvodnja (završeno je 80 posto radova), ugrađuju puni i šuplji rubnjaci (završeno 55 posto) i ugrađuje kolnička konstrukcija. Izvedena su asfaltni slojevi (BNS i vezni sloj) u duljini od 1641 m.

Za dovršetak građevinskih radova na tunelu Mala Kapela bit će također potrebno ugraditi više od 200.000 tona betona, približno 124.000 m² hidroizolacije od PVC folije i preko 19.000 tona asfalta.

Krenuli smo u posjet gradilištu u zaista nepovoljnih uvjetima kada su se izmjenjivali snijeg i ledana kiša. No ipak smo uspješno stigli do južnog portala tunela Sv. Rok gdje je bio zakazan redoviti sastanak s izvođačima. Tamo doduše nije bilo padavina, ali je bilo prilično hladno. Sastanak je održan u prostorijama

investitora, manje zgrade iznad portala desne cijevi koja je izgrađena uoči početka prve faze gradnje tunela.

Razgovarali smo s predstavnicima izvođača – Ivanom Atalićem, ing. građ., pomoćnikom odsutne glavne inženjerke gradilišta Sandre Šestić, dipl. ing. građ., iz *Hidroelektre Niskogradnje* i s Zdenkom Bojićem, dipl. ing. građ., inženjerom gradilišta iz *Konstruktor-inženjeringa*.

Od predstavnika *Hidroelektre* (nazočan je bio i voditelj radova Krešimir Nakić, građ. teh.) doznali smo da su radovi započeli 4. listopada 2007 i da je gradilištu 146 radnika koji su smješteni u Gračacu, u naselju koje je svojedobno izgrađeno za proboj hidrotehničkog tunela za RHE *Velebit* (nekad *Obrovac*). Tamo je organizirana i prehrana koja se dovozi i na gradilište.

bili prisiljeni posred tunela ugraditi posebna vrata, posebno što je propuh znatno jači na sjevernom dijelu tunela.

Sve je ipak podređeno sigurnosti prometa u desnoj cijevi. Imali su nešto manjih ispravaka profila tunelske cijevi, ugradnju su sekundarne tunelske zaštite uglavnom obavili do Božića, a sada se izvode kolničku konstrukciju i odvodnju. Unatoč brojnim problemima uopće ne sumnjaju da će svi radovi biti završeni u predviđenom roku.

Ing. Zdenko Bojić iz splitskog *Konstruktor* rekao nam je da su gradilištu 142 radnika te da također rade u tri smjene. Radnici su smješteni u Obrovcu u privatnom smještaju, a u tom je gradu organizirana i prehrana. Glavni su im je problemi bura koja puše svom žestinom, ali i voda



Radovi u tunelu Sv. Rok

Radi se neprekidno 24 sata, u tri smjene. Najveći je problem velika hladnoća koja ih je prošle zime poštjednula. Posebno ih muči propuh koji je uzrokovan velikim klimatskim razlikama između sjevernoga i južnog portala, a hladnoća ometa i redovito odvijanje radova. Stoga su

koja se zbog pada slijeva na njihovu stranu. I ovdje su problem hladnoća i propuh, a o klimatskim uvjetima praktički ovise svi radovi. Kada je sve mirno onda se gotovo ništa ne vidi od prašine.

Trenutno rade u jednom okretištu za vozila, ugradili su i 900 m asfalta, a



Dovršena tunelska obloga u lijevoj cijevi tunela Mala Kapela

pripremaju za izvesti kolničku konstrukciju u drugim dijelovima tunela. Manji su problem okretišta i mjesta za zaustavljanje gdje su profili nešto širi, ali problema oko ispravka profila uglavnom nisu imali. Određene su probleme na jednom dijelu imali s kvalitetom V. kategorije stijene, no to su svladali tzv. *pipe-proof* metodom.

Inače ni u *Konstruktor-inženjeringu* uopće ne sumnjaju da će ugovoreni rok biti ostvaren.

Razgovarali smo i s predstavnikom *Dalekovoda* Bojanom Baraćom, dipl. ing. el., glavnim inženjerom za elektrotehničke radove u oba tunela. Glavni je inženjer Stojan Zovko, dipl. ing. el. Upravo su uvedeni u posao i rade skupa s građevinarima kako bi ispunili rokove.

Faruk Alibegić, dipl. ing. građ., iz *IGH* u Zagrebu glavni je nadzorni inženjer za radove u tunelu Sv. Rok. Rekao je da se radovi sasvim dobro odvijaju i da nadzor izvođače prati s desetak stručnjaka, a imaju i poseban laboratorij uređen u prostorijama investitora. Smješteni su privatno, dio u Gospiću i u blizini Zadra (Rovanj-ska). Problema je bilo s izvedbama

kampada i s prodorima vode od polovice tunela unatoč dobro izvedenoj drenaži. Razgovoru su bili nazočni Darko Ažić, ing. građ., koji je zadužen za kvalitetu betona u oba tunela i Damir Valek, građ. teh., koji nadzire kolničku konstrukciju.

Ugodno smo časkanje morali prekinuti zbog početka sastanka. Ipak na kraj su nam izvođači ispričali kako se nedavno za jake bure u portal tunela bio ušuljao jedan čagalj, vjerojatno da se ogrije vjerujući da se radi o špilji. No kada je osjetio hladni propuh vrlo je brzo pobjegao.

Naš nas je ljubazni domaćin ing. Španović potom proveo gradilištem, a kroz vrata okretišta ulazili smo i u lijevu tunelsku cijev. Nakratko smo obišli upravu *Hidroelektrane Nisko-gradnje* uz sjeverni portal tunela Sv. Rok, a potom nastavili prema tunelu Mala Kapela. I dalje je padala ledena kiša sa susnježicom.

U prostorijama ispred južnog portala razgovarali smo s Damirom Baltom, dipl. ing. građ., glavnim inženjerom gradilišta iz *Viadukta*, i s Tomislavom Krajačem, dipl. ing. rud., voditeljem gradilišta iz *Sladgradnje-grup* iz Imotskoga, podizvođačem *Viadukta*.

Naime u poslovnoj je udruzi bio *Strabag* od početka radoava 4. listopada 2007. do početka veljače 2008. kada su se povukli iz samo njima znanih razloga. Na njihovom ih je dijelu (južna polovica lijeve cijevi) naslijedila *Skladgradnja*.

Viadukt na gradilištu ima osamdesetak radnika, od kojih su tridesetak strojari. Radi se u dvije smjene, bez nedjelja i s jednom radnom subotom u mjesecu. Radnici su uglavnom smješteni su u kampu pokraj hotela u Josipdolu, a prehranu su organizirali u dogovoru s hotelom.

S ugradnjom su obloge završili sredinom prosinca, gradilište je podijeljeno u 7 sektora, a svaka tvrtka izvodi polovicu. Sada ugrađuju betonsku galanteriju i izvode kolničku konstrukciju, a rade i na jednom okretištu. Odvodnja se izvodi od portala prema sredini tunela. S planiranim rokovima nemaju nikakvih problema, uostalom nije ih ni smjelo biti. Najveće probleme imaju u ponedjeljak kada se vrate na posao i kada je sve smrznuto, ali za razliku od Sv. Roka ovdje nema nikakvih strujanja.

Viadukt je inače radio na izvedbi kolničke konstrukcije tunela Mala Kapela i na nekim drugima radovima (zamjeni betonskih cijevi plastičnima, okretištima i portalima) pošto *Coopcostruttori* nije kvalitetno i na vrijeme obavio sve ugovorene radove. *Skladgradnja-grup* ima na gradilištu 75 radnika, a rade i još će neko vrijeme puna 24 sata. Radove su preuzeli nakon dogovora u poslovnoj udruzi, a *Sladgradnja* je i prije bila na gradilištu. Radnici su smješteni i barakama u Brinju pokraj restorana. Tamo su inače bili radnici *Strabaga*, a u vrijeme gradnje autoceste i radnici *Bechtela*. Obroci se radnicima dovoze i na gradilište.

Sada rade na betonskoj oblozi i na odvodnji. Sa svim izvođačima dobro surađuju, primjerice s radnicima *Dalekovoda* koji svoje poslove rade između okretišta. Ipak nema nikakve

sumnje da će sve biti obavljeno u ugovorenom roku.

Nismo nažalost uspjeli razgovarati s nadzornim inženjerima iz IGH koji su i ovdje, kao i kod Sv. Roka, dosta brojni. Saznali smo samo da je glavni nadzorni inženjer Vlado Švec, dipl. ing. građ.



Završni radovi na sjevernom portalu tunela Mala Kapela

Zahvaljujući ing. Španoviću koji je dobio dozvolu, nakon obilaska gradilišta u tunelu posjetili smo i centar za kontrolu prometa tunela Mala Kapela, inače najsvremeniji i najopremljeniji u našoj zemlji. Na velikom video-zidu od 10 četvornih metara s pomoću 77 video kamera vidi se svaki dio tunela. Sustav se nadzora sastoji se od prometnoga, vatrodavnoga, rasvjetnoga i ventilacijskog dijela te sustava razglasa, video nadzora, a nadziru se i meteorološki podaci jer na jednom kraju tunela može biti sunčano, a na drugom kišovito s jakim vjetrom. Cijeli je sustav potpuno automatiziran pa kamere reagiraju na svaku promjenu. Neki se nalaze i u lijevoj tunelskoj cijevi, baš na mjestu gdje smo prije bili, a nismo bili svjesni da nam pažljivo promatraju. Sve su nam mogućnosti nadzora tunela spremno protumačili operateri opreme i prometa

Robert Matijašić i Branimir Špehar. Nakon završenog sastanka nakratko smo se sreli i popričali sa Željkom Kandžijom, dipl. ing. građ., glavnim inženjerom projekta Bosiljevo – Sv. Rok iz *Hrvatskih autocesta*. Od nje ga smo saznali da se radovi bez ikakvih problema. Ugradnja je opreme

tunela ugrađuje više od 30 km kabela. Ima doduše veliki problema s hladnoćom, posebno što se dio radova ne može obavljati pri smanjenim temperaturama. Zapamćeno je da su na gradilištu u dva dana radnici doživjeli razliku od čak 40 stupnjeva. Od +28 temperatura se spustila na -12 stupnjeva Celzija.

Najprljaviji su poslovi uglavnom završeni, a sanirani su i odroni stijena koje su bili nedovoljno zaštićeni više od tri godine. Radi ispravljanja profila obavljala su se miniranja, obično tri puta tjedno i u noćnim satima kada je promet najslabiji. Osobno je tražio i dobivao dozvole za prekid prometa.

Na povratku u Zagreb i od ing. Roberta Španovića čuli smo potvrdu da na gradilištu zaista nema nikakvih problema i da se radovi obavljaju i kvalitetno i u zadanim rokovima. Svatko radi svoj posao kako najbolje zna i umije.

Znajući kako nerado sudionici u građenu govore o cijenama radova, to im pitanje nismo ni postavljali. Naknadno smo na *web stranici Hrvatskih autocesta* doznali da su gra-

počela nešto prije jer se radi o opsežnim poslovima, primjerice u dva se



Centar za kontrolu prometa tunela Mala Kapela

đevinski radovi u oba tunela ugovoreni za približno 150 milijuna kuna. Tome valja pridodati 380 milijuna kuna koliko je *Dalekovod* ugovorio za opremanje oba tunela. Dakako, sve su te cijene bez PDV-a. Time se ukupna cijena tunela Sv. Rok penje na 1343 milijuna kuna (181,5 milijuna eura), a cijena tunela Mala Kapela na 855 milijuna (115,5 milijuna eura). Valja još pribrojiti cijene nadzora i projektiranja za drugu fazu koje nismo uspjeli saznati, ali cijeni-mo da za svaki tunel iznose otprilike 15 milijuna kuna (2 milijuna eura).

Zaključak

Prikazali smo složeno i neobično gradilište dogradnje i opremanja drugih cijevi dvaju naših najvećih tunela i pripreme za skoro puštanje u promet jednosmjernog prometa u

svakoj tunelskoj cijevi. Od ovog će ljeta Dalmacija i Zagreb biti povezani autocestom punog profila u cijeloj njezinoj dužini. Tako će konačno zauvijek nestati kilometarski prometni "čepovi" koji su u smjenama turista u glavnoj turističkoj sezoni izazivali veliku pozornost domaćih i stranih medija. Neće dakako potpuno nestati i prometne gužve, posebno i stoga što promet autocestom stalno raste.

Vjerujemo da će tako postupno zauvijek nestati i pojam poluautocesta koji je u nedostatku novca začeo na dionici Oštrovica – Delnice autoceste Rijeka – Zagreb, a poslije i na Istarskom ipsilonu i nekim drugim mjestima. Sada se poluautocesta u Istri pretvara u pravu autocestu, a *Hrvatske autoceste* od ljeta 2009. neće raspolagati ni s jednim takvim kilometrom. Taj je eksperiment

vjerojatno kratkoročno nešto značio, ali je sigurno da je mnogo više stajao. Uostalom i gradnja tunela Mala Kapela dokazuje kako se mnogo brže i jeftinije grade tuneli s dvije cijevi.

Kad je riječ o tunelima nije zanemarivo ni pitanje sigurnosti. Od svih prometnih nesreća koje su se 2006. dogodile u tunelima, 50 posto se zbio u Maloj Kapeli i Sv. Roku. To je uostalom i bio jedna od glavnih razloga gradnji drugih tunelskih cijevi. Naime u toj se godini (za koju su podaci poznati) u Maloj Kapeli dogodilo 27 nesreća s 8 ozlijeđenih, a u tunelu Sveti Rok 38 nesreća s 8 ozlijeđenih osoba.

Branko Nadilo

Fotografije i crteži: arhiva investitora i izvođača te B. Nadilo