

CESTE I MOSTOVI

Vol. 33

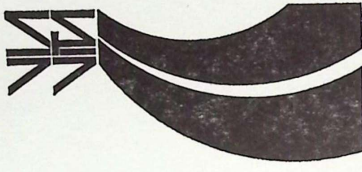
Zagreb, 1987.

Broj 11-12



CESEMOSIOM

GLASILO SAVEZA DRUŠTAVA
ZA CESTE HRVATSKE I
SAVEZA DRUŠTAVA ZA
PUTOVE JUGOSLAVIJE



ČASOPIS ZA PROJEKTIRANJE,
GRAĐENJE, ODRŽAVANJE I
TEHNIČKO-EKONOMSKA
PITANJA CESTA, MOSTOVA
I AERODROMA

SADRŽAJ

Franco Cuaz, Italija Eksploatacija i održavanje tunela Mont Blanc stručni rad	433
Ivan Tomičić, Zagreb Konstruiranje armiranobetonskih stupova mostova otpornih na seizmičke sile pregledni rad	443
Predrag Braunović, Beograd Program petogodišnjih strateških istraživanja na putevima u SAD stručni prikaz	451
Ivan Kamber Mladen Mauher, Zagreb O nekim obilježjima modela za raspodjelu sredstava za održavanje razvrstanih cesta prethodno pripočenje	459
Ranko Jeličić, Zagreb Utjecaj brzine na dužinu odsječka preplitanja izvorni znanstveni rad	471

Cijenjeni čitatelji,

Završnim dvobrojem 11-12/1987. željeli smo, kao i uvijek, prezentirati aktualnu problematiku održavanja i razvoja cestovne infrastrukture. Željeli smo također ukazati na značajna iskustva u korištenju i održavanju velikih tunela - na primjeru tunela Mont Blanc - koja mogu korisno poslužiti kao orijentir za upravljanje tunelom Učka i budućim tunelom Karavanke, pri čemu zahvaljujemo na svestranoj suradnji gosp. Francu Cuazu, direktoru tunela Mont Blanc.

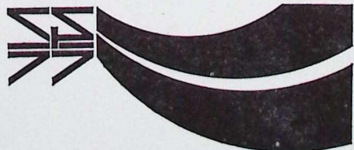
Prateći - vrlo usporeno - trendove rasta troškova materijala, tiskanja i pripreme, najavljujemo i tzv. «korekciju» preplate, oglašavanja i autorskih honorara. Možemo Vas podsjetiti da Vašom članarinom ili pretplatom plaćate sve manji postotak troškova časopisa, a dotacije (u prvom redu RSZ-a za ceste Hrvatske i SZ-ova za znanstveni rad SFRJ i SRH), a zatim i ostalih sufinancijera) postaju sve značajnije i presudnije.

I dalje Vas pozivamo na čvrstu suradnju - jer neki dijelovi kompleksa cestovne infrastrukture nisu još uvijek adekvatno prisutni u našem časopisu.

Obilježavajući ovu jubilarnu godinu u povodu 50-godišnjice dolaska druga Tita na čelo KPJSKJ aktivnostima SDPJ i SDCH - želimo Vas podsjetiti na nužnost aktivnog angažmana na svakom radnom mjestu u kontinuitetu dosizanja plemenitih ciljeva naših klasika socijalističke revolucije.

Darko Mlinarić, dipl. inž.
glavni i odgovorni urednik

CESEMOSIOM



IZDAVAČKI SAVJET

Predsjednik: Ante Smilj, dipl. inž., Zagreb
Orhan Avdović, dipl. inž., Skopje, prof. dr.
Bramir Babić, dipl. inž., Zagreb, Dragan
Blagović, dipl. inž., Zagreb, Muhamed Čo-
klač, dipl. inž., Zagreb, Zeljko Hifec, dipl.
inž., Zagreb, Zvonimir Hrestak, dipl. inž.,
Zagreb, Milan Petrović, dipl. inž., Rijeka,
prof. Aleksandar Kamenčić, dipl. inž., Za-
greb, Marjan Krajač, dipl. inž., Ljubljana,
prof. Sijepan Lamer, dipl. inž., Zagreb, Luka
Marček, Zagreb, prof. Jaska Milčić, dipl. inž.,
Svetozar Ražnatović, dipl. inž., Zagreb,
San Saveljić, dipl. inž., Xirograd, Ha-
drag Simić, Zagreb, Mihaljo Stresnjak, dipl.
inž., Osijek, Ante Štani, dipl. inž., Zagreb,
prof. dr. Aleksandar Šote, dipl. inž., Zagreb,
Miroslav Šotra, dipl. inž., Novi Sad, prof. dr.
Mladen Štram, dipl. inž., Zagreb, puk. dr. Mi-
lorad Terzić, dipl. inž., Beograd, Čedo Tu-
mljanović, dipl. inž., Zagreb.

Časopis «Ceste i mostovi» izdaje Savez društava za ceste Hrvatske, član Saveza društava za putove Jugoslavije.
Osnovna je svrha časopisa da upozna čitatelje s najnovijim dostignućima i iskustvima u projektiranju, građenju, održavanju te sa svim akcijama na unapređenju cestovne mreže.

Godišnja predplaća

- za pravne osobe: prvi preplaćnički primjerak 9000 dinara a svi naredni uz 10% popusta
 - za pojedince: 1800 dinara
 - za inozemstvo: 80 SAD dolara, a za zrakoplovnu ili prepo-
reću dostavu: još 24 SAD dolara
- Pojedini primjerci u prodaji
za pravne osobe: 750 dinara
za pojedince: 250 dinara

Cijena oglasa

- za tuzemstvo:
oatoha stranica 1/1 - 50 000 dinara
unutarnja otna stranica 1/1 - 35 000 dinara
unutarnja stranica 1/1 - 30 000 dinara
unutarnja stranica 1/2 - 20 000 dinara
- za inozemstvo:
unutarnja stranica 1/1 - 600 SAD dolara
unutarnja stranica 1/2 - 500 SAD dolara
unutarnja stranica 1/4 - 350 SAD dolara

Za tiskanje časopisa koriste se sredstva Saveza republičkih i po-
krajskih samoupravnih interesnih zajednica za naučne delatnosti u
SFRJ. Republičke zajednice za znanstveni rad SR Hrvatske te sredstva
poljsnika samoupravnog sporazuma o sufinanciranju časopisa.

UREDNIČKI ODBOR

Glavni i odgovorni urednik: Darko Mlinarić, dipl. inž., Zagreb
Zamjenik gl. i odg. urednika: dr. Zvonimir Marić, dipl. inž., Zagreb
Bardo Bakalić, dipl. inž., Split, Tomislav Bilić, dipl. inž., Zagreb, mr.
Josip Bostjak, dipl. inž., Osijek, Josip Bušelić, inž., Zagreb, Dušan
Deković, inž., Rijeka, Zeljko Kadjević, dipl. inž., Zagreb, Ivan Kam-
ber, prof., Zagreb, Ivica Krašovec, Zagreb, Mario Ladavac, dipl. inž.,
Fazin, dr. Ivan Legac, dipl. inž., Zagreb, dr. Ivo Lozić, dipl. inž.,
Split, dr. Zvonimir Marić, dipl. inž., Zagreb, Darko Mlinarić, dipl.
inž., Zagreb, Alojz Petrović, dipl. inž., Zagreb, Julius Pevalek, dipl.
inž., Zagreb, Franjo Pregorec, dipl. ek., Zagreb, dr. Zdravko Ramajak,
dipl. inž., Zagreb, Josip Sekopeć, dipl. inž., Zagreb, Zlatko Tršitelj,
dipl. inž., Osijek.

Tehnički urednik: Mirjana Zec, prof.

Klasifikacija i indeksiranje po UDK i IRRD: mr. Davor Sovagović
Grafička obrada: Branko Zlamalik
Časopis izlazi mjesечно.

Tisak: NISRO «Vjesnik» - OOUR FMG - Pogon VS

Časopis izdaje Savez društava za ceste Hrvatske, Zagreb, Vontčina
ulica 3, tel. 445-422/63, pošt. pret. 673, žiro-račun 30102-078-271, žiro-
račun za inozemstvo kod Privatne banke Zagreb 30101-020-37-06-
-7210-00764-1

tobusa i 6 055 000 kamiona, odnosno ukupno 21 271 000 vozila.

Tako značajan i ubrzan porast prometa nije se mogao predvidjeti, pa je zbog toga nastalo mnogo problema i u vezi s pratećim instalacijama za kontrolu prometa, i s uređajima za sigurnost odvijanja prometa, te s raznim pomoćnim službama.

Održavanje infrastrukture i instalacija predstavlja značajan zadatak za Direkciju eksploatacije.

Također je bilo vrlo značajno adaptirati infrastrukturu i instalacije prema stalnim zahtjevima prometa u porastu te modernizirati objekt imajući na umu i naj-suvremenija rješenja primijenjena kod najnovijih tunela.

Na tom posljednjem aspektu zadržat ćemo se nešto više te pokušati opisati i prikazati ono što su poduzetaci-koncesionari, i na talijanskoj i na francuskoj strani, obavili tijekom posljednjih godina, i to u tijesnoj suradnji njihovih administracija i stručnih službi.

2. RASVJETA

Uredaji za rasvjetu tunela instalirani su na svodu, u dva uzdužna reda, na visini 4,70 metara iznad kolnika. Udaljenost između dvaju redova rasvjetnih tijela iznosi 4,70 m. Rasvjetna su tijela fluorescentna TL 40-40 W -

2700 lumena u 100 sati, i na kolnik normalnog presjeka nakon 1500 sati rada bacaju maksimalni intenzitet rasvjete od 55 luxa. To je svojedobno smatrano potpuno zadovoljavajućim za tunel ovih karakteristika. Tijekom posljednjih godina eksploatacije stijenke tunela su zbog djelovanja ispušnih plinova potamnjele, a zrak u tunelu postao je onečišćeniji uslijed sve intenzivnijeg pro-
meta, osobito uslijed taloženja prašine i ispušnih produkata na staklima rasvjetnih tijela, tako da se intenzi-
tet rasvjete bitno smanjio. Mjerenja obavljena u srpnju 1975, dakle samo dva mjeseca nakon izmjene rasvjetnih tijela i čišćenja njihovih stakala, daju podatke po kojim
u dva različita režima rada intenzitet rasvjete pada za 30-40%. Nadalje, svuda u svijetu ukazala se potreba
za tim da se cestovni tuneli opreme jačom rasvjetom. U

so zna-
m kon-
ne eks-
vozila,
godine
e 1980,
koji su
eg pro-
vućnim
prolazi,
odručju
je nešto
000 vo-
616 000
godine
elom je
000 au-

so zna-
m kon-
ne eks-
vozila,
godine
e 1980,
koji su
eg pro-
vućnim
prolazi,
odručju
je nešto
000 vo-
616 000
godine
elom je
000 au-

tunelima koji su pušteni u promet nakon 1965. godine razina rasvjetle bila je viša od one u tunelu Mont Blanc. Navest ćemo samo tri primjera: tunel Katschberg u Austriji, Guadarrama u Španjolskoj i San Bernardino u Sviciarskoj, u kojima je intenzitet rasvjetle 100 luxa.

U slučaju tunela Mont Blanc radi se dakle o nužnoj intervenciji koju valja provesti na postojećoj instalaciji u uvjetima odvijanja prometa. Za rješavanje problema osobito se pogodnim čine sijalice s niskotlačnim punjenjem natrijevih parama koje bi mogle predstavljati prihvatljivo rješenje u smislu poboljšanja rasvjetle, i zbog relativno niskih troškova eksploatacije, i zbog dobrih svjetlosnih karakteristika te mogućnosti brzog izvođenja radova. U praktičnoj primjeni takvog rješenja ukazala se potreba za tim da se barem u jednom dijelu zadrži fluorescentna rasvjetla kako bi se izbjegle negativne posljedice eventualnog nestanka struje i kako bi se rasvjetla mogla ponovno uspostaviti praktički trenutno.

Prema prvom prijedlogu rješenja bilo je predviđeno postavljanje trećeg reda rasvjetnih tijela po sredini svoda. Takvo je rješenje ubrzo bilo odbačeno kao neprihvatljivo. Trebalo je naime osigurati isporuku i ugradnju novih transformatora, napojnih vodova i nosača rasvjetnih tijela, što bi predstavljalo pretjerano visoke troškove.

Gradišće otvoreno po sredini galerije uzrokovalo bi velike prometne probleme imajući na umu da se radovi moraju izvoditi u uvjetima odvijanja prometa. Taj je problem posebno izražen i zbog činjenice što trećinu prometa predstavljaju teška teretna vozila. Daleko bi lakše bilo, ali i vrlo skupo, instalirati dva reda novih rasvjetnih tijela paralelno s postojećim. Kao definitivno rješenje prihvaćeno je ono najjednostavnije, koje se sastoji u tome da se polovica rasvjetnih fluorescentnih tijela TL 40 zamijeni rasvjetnim tijelima koja su punjena natrijevim parama pod niskim tlakom, i to tako da se u svakom redu alternativno izmjenjuju rasvjetna tijela dvaju različitih tipova. Prema tom rješenju ne treba instalirati nove transformatore, napojne kabele ili posebne nosače rasvjetnih tijela odnosno armatura. Osim toga, to rješenje dopušta, u spajanju kabela, primjenu utičnica i rasklopnih kutija na licu mjesta.

Nova instalacija trebala je dati 120 luxa u režimu 4/4 nakon 1500 sati radnog vijeka sijalice. Sijalice tipa TL koje ostaju ugrađene mogu osigurati intenzitet rasvjetle od 20 do 30 luxa. Novougrađene sijalice s natrijevim parama trebale su dakle dati ostalih 100 luxa intenziteta rasvjetle.

Nakon instalacije predloženi rješenja što su je obavili konstruktori, te nakon obavijenih ispitivanja u tunelu i u laboratoriju na prezentiranim modelima, odabran je tip rasvjetnog tijela koji potpuno odgovara konstruktivnim karakteristikama, električnim i fotometrijskim osobinama u skladu sa specifikacijama Direkcije eksploatacije tunela.

Uređaj je konstruiran i izveden posebno za tunel Mont Blanc. Opremljen je sijalicom s niskotlačnim punjenjem natrijevih parama snage 55 W — 8000 lumena (sijalica SOX). Nakon 100 sati upotrebe razina rasvjetle na kolniku u punom režimu eksploatacije je 140 luxa sa zadovoljavajućim koeficijentom jednoličnosti.

Estetski efekt i komfor sudiomika u prometu bitno su poboljšani. Izmjenjivanje bijeloga fluorescentnog i

žutog svjetla natrijevih sijalica daje ugodan izgled i razbija monotoniiju žutoga monokromatskog svjetla.

U komandnim dvoranama, koje se nalaze na ulaznim platformama s obje strane tunela, silka na monitorima televizije zatvorenoga tipa daleko je jasnija. Tako obnovljena instalacija puštena je u eksploataciju 1977. godine.

Navedeni se podaci odnose na dionice tunela u unutrašnjosti. Na ulazu u tunel i izlazu iz njega, u dužini od 200 metara računajući od svakog ulaza, razina rasvjetle podignuta je na 900 luxa. Na tim završnim dionicama instalacija nije mijenjana. Valja napomenuti da konvencijalno ulaze u tunel smanjenom brzinom nakon prolaza kroz stanice za naplatu cestarine koje se nalaze na objema platformama, svega nekoliko metara od ulaza.

Treba još napomenuti i to da uređaji za vezu (normal secours) omogućuju automatski i trenutni prijelaz na električno napajanje s jedne od dviju električnih mreža ako se dogodi da u jednoj mreži nestane struje. U tom slučaju rasvjetla i dalje radi pod maksimalnim režimom a ventilacija se smanjuje na 3/4 ukupnoga kapaciteta.

Radi postizanja veće razine sigurnosti, nakon 1970. godine postavljeno je ukupno šest agregata, dva od po 50 KVA a četiri od po 30 KVA. U malo vjerojatnom slučaju da obje elektrodistribucijske mreže, na talijanskoj i francuskoj strani, istodobno ostanu bez struje, ti agregati osiguravaju rasvjetu tunela intenziteta koji odgovara 1/4 ukupnoga kapaciteta, a radi i svjetlosna signalizacija, kontrolni instrumenti za praćenje atmosfere i pomoćni uređaji (telefoni i alarmna tipkala).

3. VENTILACIJA

Tunel Mont Blanc prolazi kroz najviše evropske planine. Na 50% njegove dužine debljina stijene iznad tunela veća je od 2000 metara a na 80% ukupne dužine debljina stijene prelazi 1000 metara. Na 60% trase tunela stijena je prekrivena vječnim ledom.

Na vertikalni Aiguille du Midi debljina stijene iznad tunela iznosi 2480 metara, što je rekordna debljina za cestovne i željezničke tunele. U središtu planine nalazi se na velike količine vode. Spomenut ćemo samo podzemnu vodu koja je nadirala u količini od 1000 litara u sekundi. Voda je hladna zbog svoga subglacijalnog porijekla. S takvim su se problemom srel talijanski radnici prigodom probijanja tunela, kada su već bili došli do dubine od 3670 metara.

Zbog tih triju razloga: debljine pokriva, ledenjaka i vode, trebalo je isključiti rješenje koje se sastoji u izvedbi ventilacijskih otvora što se često primjenjuje u probijanju tunela (Grand Saint Bernard, San Bernardino, Fréjus, Saint Gothard...).

Instalacije su dakle morale biti vanjske i postavljene na dvije platforme, s vodovima koji uzdužno prolaze kroz tunel, iznad budućega kolnika. Rješenje, prihvaćeno 1965. godine, bilo je u izvjesnom smislu kompromisno — između polutransverzalnog sustava koji se sastoji od ubacivanja svježeg zraka u galeriju i slobodnog izlaska zasićenog zraka u jednaki kolnikama. Naime, ventilatori za ubacivanje svježeg zraka ubacivali su količinu od 600 m³ u sekundi (300 m³/s sa svake platforme). Ventilatori za usisavanje i izbacivanje zasićenog zraka izbacivali su 300 m³/s zasićenog zraka (150

m³/s sa svake platforme). Preostalih 300 m³/s izlazilo je prirodinim putem na obje strane buduće galerije. Sustav je bio, ako se tako može reći, »polupolutransverzalan«.

Ventilacijski vodovi polazili su s dvije ventilacijske centrale. Armiranobetonska konstrukcija, koja se sastojala od osnovne ploče, protezala se duž čitave galerije. U sredini, betonska dijafagma razdvaja dva ventilacijska voda od kojih jedan opslužuje centrala na talijanskoj a drugi centrala na francuskoj strani. Svaki ventilator centrifugalne izvedbe radi na četiri režima. Korisna snaga u svakoj pojedinoj centrali iznosi 3600 kW (2700 kW za ventilaciju). Na svakoj ventilacijskoj centrali četiri ventilatora s maksimalnim kapacitetom od 75 m³/s napajaju četiri cjevovoda za svježi zrak, a tri ventilatora s maksimalnim kapacitetom od 50 m³/s izbacuju zasićeni zrak. Ventilatori rade u režimu koji ovisi o količini ugljičnog monoksida i zasićenju na deset mjernih točaka, razmještenih po galeriji, koje se sastoje od uređaja za analizu količine ugljičnog monoksida u zraku i uređaja za mjerenje zasićenja, tako da se stupanj zasićenja zraka u galeriji mjeri kontinuirano a rezultati očitavaju u dvjema kontrolnim dvoranama.

Godine 1965. najveći je problem predstavljala količina ugljičnog monoksida u galeriji, tako da je tijekom prvih tjedana eksploatacije promet bio ograničen na svega 300 vozila na sat. Intenzitet prometa i kapacitet instalacija naveli su kontrolne organe da ukinu navedenu restrikciju 15. kolovoza 1965.

Maksimalne vrijednosti ugljičnog monoksida utvrđene su na 250 dijelova po milijunu (p.p.m.) i to mjereno na krajnjim mjerimim točkama galerije (analizatori 1 i 2 na francuskoj strani i analizatori 8 i 9 na talijanskoj strani) na 200 p.p.m. za pet središnjih analizatora (analizatori 3 do 7). Te su se granice poštivale bez većih problema u svim uvjetima odvijanja prometa, i to za intenzitete daleko veće od 600 prolaza u satu koliko je početno bilo predviđeno. Navest ćemo samo jedan primjer: 18. kolovoza 1979. u vremenu od 15 do 16 sati, tunelom je prošlo 812 vozila. Vršna vrijednost sadržaja ugljičnog monoksida zabilježena je na analizatoru br. 9 i iznosila je 160 p.p.m. a prosječna vrijednost dobivena usporobom podataka s deset instrumenata bila je 114 p.p.m.

Izgaranje u benzinskim motorima bitno je poboljšano posljednjih godina. Ono je dakle potpunije, tako da je i emisija otrovnih plinova daleko manja.

Istraživanja što se u posljednje vrijeme intenzivno provode, a odnose se na primjenu goriva s manje toksičnih ispušnih plinova, i ubuduće će bitno smanjivati količinu štetnih tvari u ispušnim plinovima.

Druge poteskoća, potpuno druge prirode, odnosi se na vidljivost. Propisi su tražili i traze da se postuje vidljivost od 20% vestinghousea za prosjek vrijednosti dobivenih na deset mjernih mjesta s time da se maksimalna vrijednost utvrđuje na 30% po mjernom instrumentu i 25% kao prosječna vrijednost dobivena mjerenjem na četiri mjerna instrumenta. Te je vrijednosti daleko teže poštivati, a sama pojava lakše izmiče konvencijalno rješenje, a sama događa da nekoliko teretnih vozila prolazi tunelom na maloj udaljenosti, a čest je i slučaj da kamioni imaju motore u kojima gorivo loše izgara — u tom pogledu značajnu ulogu ima i nadmorska visina — tako da se često u tunelu srećemo sa znatno povišenim vrijednostima. Ta se pojava osobito pojavljuje u smjeru Francuska—Italija, i to na početnoj dio-

nici gdje na 2900 metara pad unutar tunela iznosi 2,4%/100, tako da motori teških vozila rade pod pojačanim režimom.

U uvjetima kada se bilježi porast prisutnosti teških kamiona od 30-ak posto u odnosu na sveukupni promet, zamagljenosti zraka u galeriji često dostiže granice koje se u kraćim vremenskim razdobljima približavaju maksimalno dopuštenim vrijednostima.

Poduzeća-koncesionari odlučili su da pojačaju ventilaciju, kako bi se poboljšali uvjeti eksploatacije i kako bi se stekla mogućnost davanja efikasne prognoze u smislu povećanja intenziteta trigovačkog prometa. Podaci koji se odnose na tranzit, na zamagljenosti i režim rada instalacija ventilacije od 1965. godine prikupljaju se iz sata u sat tako da se na njihovoj osnovi stiče kompletan uvid u čitav niz pitanja.

Druge serija podataka prikupljena je sustavno od 1975. godine primjenom specijalnih aparata vezanih s aparatima za naplatu cestarine i uređajima za mjerenje zamagljenosti te s komandnim uređajima ventilacije.

Prikupljeni podaci putem navedenih uređaja te rezultati provedenih testova u tunelu, uz već prikupljene podatke, navode na zaključak koji potvrđuje iskustva iz prvih godina. Naime, u stacionarnom režimu rada, zamagljenost zraka u galeriji ne smanjuje se uključanjem ventilatora za izbacivanje zasićenog zraka, ili drugim riječima, odsisavanje zasićenog zraka ne utječe na povećanje intenziteta protoka vozila po satu za određenu vrijednost zamagljenosti unutarog zraka. Problem poboljšanja kvalitete zraka u tunelu nije stoga rješiv poboljšanjem kvalitete usisavanja. Radi poboljšanja takve situacije predviđena su brojna rješenja.

— instaliranje jačih ventilatora kako bi se poboljšao kapacitet;

— recikliranje zraka s odgovarajućim filtriranjem u galeriji;

— korištenje ekstrakcijskog kanala za zasićeni zrak kako bi se djelotvornije ubacivao svježi zrak uz zamjenu triju centrifugalnih ventilatora aksijalnim ventilatorima usmjernog tipa koji mogu raditi i reverzibilno;

— instaliranje, paralelno s tri usisna ventilatora, jednog ventilatora za ubacivanje svježeg zraka, kako bi se mogao koristiti, kao i u prethodnom prijedlogu, vod zasićenog zraka za ubacivanje svježeg zraka.

Recikliranje zraka filtriranjem u galeriji moglo je dati samo parcijalno rješenje. To rješenje ostaje zamisljivo premda se može usvojiti samo kao komplementarno. Ostala rješenja bila su odbačena zbog njihove velike cijene i prije svega zbog tehničkih poteškoća u samoj intervenciji na jednoj centrali što bi u praksi značilo da bi instalacija morala biti danaonočno u pogonu. Odobreno rješenje ne interferira s radom instalacije. Ono predviđa izgradnju »by-pass« kanala između centrala smještenih na svakoj ulaznoj platformi kao i izvedbu posebnih vodova za zasićeni zrak. Otvoravanje i zatvaranje jednog sustava registara u unutrašnjosti toga kanala omogućuje invertiranje smjera protoka zraka i jednostavni prijelaz s usisavanja na upuhivanje. Kapacitet ostaje isti, 150 m³/s na svakoj strani i 300 m³/s ukupno.

Tako ojačana instalacija puštena je u rad 1980. godine. Ukupni maksimalni kapacitet od tog trenutka iz-

a rezultati su dobiveni variranjem režima ventilacije. Stupanj zagađenosti atmosfere (dušikov oksid, formalin, dehid, ugljični monoksid, olovo, prašina...) kontroliran je prigodom različitih utvrđenih postotaka zamagljenosti.

Tijekom ispitivanja uzimani su uzorci zraka na više seriji analiza krvi, urina te pregledu respiratornog trakta, srca... Mjerenje postotka carboxy-hemoglobina provedeno je u dva navrata, prije ulaska u tunel i nakon četiri sata rada u tunelu.

Problem nije bio toliko u tome da se utvrdi prag rizika koji nastaje prisutnošću ugljičnog monoksida, imajući na umu da je količina od 50 p.p.m. ugljavnim općeprihvaćena kao granična vrijednost čije se prekoračenje ne dopušta na radnom mjestu u trajanju od 8 sati. Radilo se više o tome da se utvrdi utjecaj drugih elemenata — zagadivača, što se osobito odnosi na čestice u suspenziji. Dobiveni rezultati u cjelini su dobri. Sadržaj NO₂ i formaldehida varira prema predviđanjima ovisno o stupnju zamagljenja, ali se njihove vrijednosti zadržavaju na nižem stupnju od onoga koji se smatra štetnim za ljudsko zdravlje. Koncentracija tih elemenata još je manja u uvjetima odvijanja pretežno turističkog prometa odnosno prometa osobnih vozila ma koliko on bio intenzivan. Količina olova prisutna u zraku praktički je zanemarljiva. Najviše vrijednosti utvrđene su u koloovu: 0,26 mg/m³; taj je rezultat zabilježio prije-ovisno test-aparat koji je sa sobom nosio jedan cestar. Granična vrijednost iznosi 0,15 mg/m³.

Koncentracija prašine pokazuje vezu između utvrđenih vrijednosti i vrijednosti zamagljenosti atmosfere tunela. Čestice u suspenziji koje nastaju izgaranjem nafte te sastoj se od raznih organskih sastojaka. Među njima posebnu pažnju zaslužuju policitlički aromatski ugljikovodiči zbog prisutnosti benzo(a)pirena koji se općenito smatra kancerogenom tvari.

Stručna literatura navodi za benzo(a)piren dvije granične vrijednosti koje se međusobno jako razlikuju: 150 mg/m³ (Shabad 1975) i 5000 mg/m³ (Lindstedt 1982). Liječnička ekipa Sveučilišta Pavla usvojila je kao osnovni parametar koncentraciju od 150 mg/m³. Njihov izbor, vrlo oprezan, učinjen je u želji da se puna pažnja posveti prisutnosti (među ugljikovodcima) onih sastojaka koji po svojoj strukturi podsjećaju na benzo(a)piren i čije toksičko djelovanje još uvijek nije dovoljno ispitano.

U lipnju su koncentracije benzo(a)pirena bile vrlo blizu granične vrijednosti od 150 mg/m³ i dostigle su 2,47 mg/m³ prašine, a te su koncentracije utvrđene u uvjetima zamagljenosti od 13/100.

U koloovu količina prašine nije ni u jednom slučaju prešla vrijednost od 1 mg/m³ a koncentracije ugljikovodika bile su praktički zanemarive.

Naposlijetku, može se zaključiti da vrijednosti od 50 p.p.m. za ugljični monoksid i 13/100 za zamagljenost predstavljaju granične vrijednosti za uvjete dužeg boravka osoblja održavanja u unutrašnjosti objekta.

Direkcija eksploatacije na taj je način došla do prethodnih elemenata koji potvrđuju, to valja naglasiti, metodu ponajviše zasnovanu uvijek na velikoj dozi opreza. Mjerenja provedena pri stanicama za naplatu cestarine i u kabinama i izvan njih, pokazala su da osoblje za naplatu radi u dobrim ambijentalnim uvjetima. Kabinu su smještene u zoni s odličnom prirodnom ventilacijom.

prometu skine s nosača aparat za gašenje požara. Održavanje instalacije vrlo je rigorozno. Učinak je poboljšavan u više navrata tako da s njegovim pojedini elementi obnavljani ili zamjenjivani. Nedavno su tako zamjenjene kamere novim tipom koji pruža veću stabilnost u radu.

Jedno od brojnih pitanja sigurnosti u prometu prašine je u duljem razdoblju i naposljetku riješeno na najbolji mogući način. Radi se o problemu protupožarne zaštite.

Broj aparata za gašenje požara prahom, jedinice težine 9 kg, tu je udvostručeno. U prvo vrijeme ti su aparati bili postavljeni na svakih 300 metara, i to u svakoj garaži i proširenju. Od godine 1972. postavljeni su aparati istog tipa u svim malim bočnim nišama, i to na razmaku od po 100 metara. Sada su postavljena po četiri aparata za gašenje požara na svakih 300 metara. Do sada su ti aparati odigrali značajnu ulogu i omogućili trenutnu intervenciju koja se pokazala vrlo djelotvornom u početnim fazama automobilskih požara i požara na kamilionima.

Služba za eksploataciju tunela opremljena je vozilima i opremom za gašenje. Uvijek je prisutno i kvalificirano vatrogasno osoblje. Talijansko poduzeće-koncesionar doprinijelo je, pod pokroviteljstvom Regionalne uprave Pokrajine Val d'Aosta, financiranju izgradnje jedne vatrogasne stanice u Courmayeuru. Brzina intervencije na ovom objektu vrlo je bitna. Vatrogasci iz Chamonia ili Courmayeura mogu stići u tunel za samo nekoliko minuta. Tako je i bilo u dosadašnjim slučajevima požara određene težine gdje je njihova prisutnost bila nužna.

Od godine 1981. aparati za nužnu intervenciju i pomoć (telefoni, aparati za gašenje, alarmna tipkala) i ostala oprema (elektro-ormarići, TV ormarići, kondenzatori) smješteni su u ostakljenim nepropusnim kabinama koje se pronađavaju na odgovarajući način. Aparati su na taj način zaštićeni od prašine i agresivnih plinova koji se u većim koncentracijama nalaze u tunelu. Osoblje za održavanje u kabini radi u najboljim mogućim uvjetima. Bočne niše u kojima se nalaze aparati za gašenje opremljene su ostakljenim vratima.

5. RADNI UVJETI U TUNELU

Sigurnost sudionika u prometu i dalje predstavlja jednu od osnovnih preokupacija. Zaštita ljudi koji rade u tunelu također je vrlo značajno pitanje. Koncentracija ispušnih plinova benzinskih i dizelskih motora u tunelu može dostići vrlo opasne razine. Godine 1982. talijansko poduzeće za eksploataciju tunela Mont Blanc dalo je nalog Institutu za medicinu rada Sveučilišta u Paviji (Italija) da izradi studiju o toj problematici. Analize atmosfere u tunelu provedene su u lipnju i koloovu. U lipnju su se ispitivanja provodila u uvjetima odvijanja pretežno teškog prometa (dizelski motori) a u koloovu u uvjetima odvijanja prometa pretežno osobnih vozila (benzinski motori).

Tijekom ispitivanja uzimani su uzorci zraka na više točaka i na više visina u odnosu na razinu kolnika; druga su se pak ispitivanja provodila prijenosnim test-aparatima koje su sa sobom nosili tehničari, mehaničari, električari, cestari i nadzornici na motociklima. U lipnju su provedena i mjerenja zamagljenosti koja je utvrđena u vrijednosti 8 i 2,4/1000 westinghousea,

Tunel Mont Blanc je dakle u svoje vrijeme predstavljao potpuno novo iskustvo. U vrijeme njegove gradnje i u vrijeme početka eksploatacije postavljala se neka pitanja koja se tiču odvijanja prometa i posnažanja sudionika u prometu na ovoj tunelskoj dionici dužoj punih 12 km.

Osobito velik problem predstavljala je pretpostavljena nenormalno visoka koncentracija vozila na nekim segmentima tunela uz pretpostavljene vrlo visoke koncentracije ugljičnog monoksida s nesagledivim posljedicama.

U to se doba činilo neophodnim da se permanentno osigura ujednačeno odvijanje prometa kako bi ventilacijski uređaji mogli na zadovoljavajući način održavati razinu onišćenja atmosfere u tunelu, i to u granicama koje su predviđene važećim propisima.

Signalizacija je morala biti jasna, jednostavna i uočljiva za sve sudionike u prometu. Prateća oprema tunela je dakle projektirana i izvedena u skladu s navedenim zahtjevima.

Osoblje kontrolne dvorane moralo je raspolagati posebnim aparatima i uređajima koji u svakom trenutku mogu na vrijeme signalizirati svaku nenormalnu situaciju. Posebna sinoptička ploča, koja i danas pruža čitav niz korisnih podataka o ventilaciji, rasvjeti, semaforizaciji i sigurnosnim odnosima alarmnim uređajima, trebala je pružiti kontroloru podatak o trenutno prisutnim vozilima na svakoj pojedinoj dionici tunela od 1200 m i to za oba pravca te naposljetku o ukupnom broju prisutnih vozila u tunelu. Sustav je bio prekomplikiran i postavljao je prevelike zahtjeve u pogledu održavanja, jer je zahtijevao praktički kontinuiranu zamjenu mnogobrojnih elektromagnetskih releja i brojila. Podaci o broju prisutnih vozila u tunelu na svakoj pojedinoj dionici često su bili nedovoljno precizni. S druge strane, brojčani pokazatelji prilično su suboptimalni i nisu mogli na odgovarajući način razjašnjati pitanja neuravnoteženosti rasporeda vozila od jedne dionice do druge. Sedamdesetih godina televizija zatvorenoga kruga afirmirala se kao idealno sredstvo za nadziranje prometa u cestovnim tunelima. Iskustva stečena na tunelu »Tunnel de Fourviere« i Lyonu gdje je televizija zatvorenoga kruga u eksploataciji već od 1971. godine pružila su ohrabrujuće rezultate. Na Mont Blancu instalacija je postavljena 1975. godine. Od tada službe eksploatacije tunela raspolažu najdjelotvornijim sustavom za kontrolu prometa i osiguranje sigurnosti svih njegovih sudionika.

Kontrolor prometa u komandnoj dvorani može pratiti događaje u svim točkama tunela i na vrijeme poduzeti potrebne mjere u slučaju prometne nezgode, požara, ili, općenito, u svim onim slučajevima kada se promet otežano odvija.

U tunelu su kamere postavljene na svakih 300 metara. Kamere postavljene na ulaznim platformama omogućuju nadziranje prometa na prilazima tunelu, na mjestima komandno-kontrolnim dvoranama nalazi se po pet monitora koji u sekuncama prenose slike iz pojedinih dijelova tunela. Dva radna monitora daju regulaciju prometa informacije o situaciji na vanjskim pristupima tunelu, ali se na jednom od dva monitora automatski pojavljuje slika onog dijela galerije odakle je upućen telefonski poziv za pomoć ili je pritisnut alarmni signal. Isto se događa i onda kada neki od sudionika u

nosi 900 m³/s, što je bitno više od početnih 600 iz 1965. godine, a to u glavnim crtama omogućuje, pri određenoj vrijednosti zamagljenosti, ubacivanje 50% više teškoga teretnog prometa, ili, u određenim uvjetima odvijanja prometa, bitno poboljšanje vidljivosti od čak 50%. Od »polupoluniverzalnog«, sustav se pretvorio u poluniverzalni. Sama činjenica da se sada raspolaže sa sedam ventilatora za upuhivanje umjesto prijašnjih četiri dopušta veću elastičnost rada, i u određenim granicama omogućuje ostvarenje značajnih energetske uštede što se posebno odnosi na električnu energiju.

Prijelazom na viši režim rada kapacitet se povećava a apsorbarne snage penju se na treću potenciju. Zbog toga treba raspolagati sa sedam ventilatora koji osiguravaju određeni kapacitet u režimu rada nižem od onoga koji je definiran kao potreban za postizanje određenoga kapaciteta uz primjenu četiriju ventilatora. Kao primjer, može se navesti, kod prethodno opisanog sustava, količina od 225 m³/s koja se postiže radom četiriju ventilatora sa 3/4 maksimalnoga kapaciteta uz apsorbaranje 6642 kW. Danas se postiže količina od 225 m³/s sa sedam ventilatora koji rade režimom od 2/4 ukupne snage uz apsorbaranje 385 kW.

U uvjetima intenzivnog prometa osobnih vozila, kvaliteta atmosfere u unutrašnjosti galerije bitno je bolja. Dana 31. kolovoza 1980. kroz tunel je u intervalu između 18,00 i 19,00 sati pređe preko 900 vozila. Koncentracija ugljičnog monoksida u tom vršnom satu bila je, u 16,30 sati, na najvišjoj razini, a takva je koncentracija trajala nekoliko minuta i iznosila 120 p.p.m. za analizatore 2 i 5 te 100 p.p.m. kao prosječna vrijednost dobivena usporedbom rezultata s devet mjernih mjesta. Te su vrijednosti bitno niže od maksimalno dopuštenih. Uvjeti u tunelu bili su takvi da čak nije bilo potrebno pokretati ventilatore punom snagom. Sedam ventilatora na talijanskoj centrali i sedam ventilatora na francuskoj centrali radili su sa 3/4 ukupnoga kapaciteta ubacujući 674 m³/s od ukupno 900 m³/s koliko se može postići u punom režimu rada. Dana 14. kolovoza 1984. od 10,00 do 11,00 sati tunelom je prošlo 780 vozila. Koncentracija ugljičnog monoksida bila je najviše 110 p.p.m. na analizatoru broj 9. Prosječna vrijednost dobivena usporedbom rezultata s devet mjernih instrumenata dostigla je 67 p.p.m., s time da je sedam ventilatora na talijanskoj strani radilo sa 2/4 maksimalnoga kapaciteta a sedam ventilatora na francuskoj strani režimom od 3/4 ukupnoga kapaciteta. Protok ubačenog zraka u galeriju iznosio je dakle 562 m³/s, odnosno 62% od maksimalne moguće vrijednosti.

Sa sadašnjom instalacijom moguće je kroz tunel puštiti 180 teških teretnih vozila i 1200 osobnih vozila na sat, a da se ne prekorače vršne vrijednosti vidljivosti i sadržanog ugljičnog monoksida u zraku.

Tunel Mont Blanc moći će dakle podnijeti i daleko veći intenzitet prometa od sadašnjeg čak i u uvjetima kada modernije prometnice na obje strane budu povezane francusku, talijansku i švicarsku cestovnu mrežu.

4. KONTROLA PROMETA I SIGURNOST

Godine 1965. tunel Mont Blanc bio je najduži cestovni tunel na svijetu. Prije toga rekord su držali mnogo kraći tuneli: Mersey tunnel u Liverpoolu (3239 m) do 1968; Kanmon Tunnel u Japanu (3441 m) do 1964, a od tada tunel Grand Saint Bernard (5864 m).

Ljčnicna ispitivanja kojima su se podvrgle osobe koje rade na eksploataciji tunela nisu pokazale nikakve disfunkcije. Ljčnicna ispitivanja i pregledi osoblja priroditički će se ponavljati.

6. NAPLATA CESTARINE

Sustav naplate cestarine danas je već poprimito svoju definitivnu strukturu. Instalacija je mehanizirana još od svibnja 1983. godine. Oblici transakcije i uvjeti preplate uvijek se po potrebi mogu mijenjati.

Nakon 1965. godine evolucija je bila stalna tako da se sustav neprekidno prilagođavao karakteristikama prometa i potrebama sudionika u prometu.

Od početne organizacijske strukture danas je ostalo vrlo malo. Nekad su vozila bila razvrstana u devet različitih kategorija na temelju zapremine motora za osobna vozila, broja sjedala za autobuse, nosivosti za kamione.

Povratne karte uvedene su još od samog otvaranja. Ta formula, koja je po svojoj koncepciji nova na području autocesta, primijenjena je nakon toga i na ostalim alpskim tunelima.

Tunel Mont Blanc nalazi se u turističkom području prvog reda. Bilo je stoga logično misliti na velik broj osobnih vozila koja će se vikendom kretati od jedne alpske doline do druge. Ta se formula nekoliko mjeseci kasnije primjenila i na teretna vozila koja se kreću gotovo uvijek istim putem u dva pravca.

Povratne karte u početku su vrijedile od jednog do sedam dana. Njihova se vrijednost kasnije povećala od tri dana za osobna vozila do petnaest dana za autobuse i kamione.

Godine 1965. za autobuse je uvedena takozvana diferencijalna tarifa za blagdane i radne dane. Nakon toga uvedena je i noćna tarifa u ljetnim mjesecima, i to za autobuse i kamione. Svi posebni uvjeti, dani blagdana, ljetnje razdoblje, noć, postupno su ukidani. U određenom trenutku tako diversificirane tarife odigrale su pozitivnu ulogu ali se s vremenom ukazala potreba da se zbog stalnog porasta intenziteta prometa ide na pojednostavljenje sustava naplate.

Predviđajući automatizaciju instalacije, nova je klasifikacija stupila na snagu 1. travnja 1977. Vozila su podijeljena u šest kategorija, ovisno o tragu za dvoosovinska vozila i prema broju osovina za vozila s više od dvije osovine. Formula povratne karte s valjanošću tri dana održala se za prve tri kategorije koje uglavnom obuhvaćaju osobna vozila raznih tipova, a formula povratne karte s valjanošću 15 dana zadržana je za ostale tri kategorije koje se uglavnom sastoje od autobusa i kamiona raznih tipova.

Sudionik u prometu može platiti cestarinu u lirama, francuskim ili švicarskim francima. Danas se tarife za jednosmjerni prolaz kao i za povratnu vožnju dijele na dvanaest kategorija, i to za svaku od spomenute tri tarife posebno. Godine 1965. postojalo je 27 različitih tarifa naplate. Mehanizirani sustav naplate je u pogonu, kako smo već spomenuli, od svibnja 1983. godine. Klasifikacija koja se primjenjuje od 1977. godine omogućila je automatizaciju instalacije: trag i broj osovina postale su mjerljive fizičke kategorije. Zapremina motora, broj sjedala i nosivost bile su kategorije koje se teško mogu točno definirati.

Sustav se sastoji, na svakoj stanici za naplatu, od mikroručnala na prometnom traku, vezanih u realnom vremenu s centralnim računalom. Mikroručnala na prometnom traku obavljaju poslove koji se odnose na naplatu, klasifikaciju prema tragu i broju osovina, određivanje kartica s magnetskim zapisom, informiranje sudionika u prometu preko vanjskih signalnih panosa, i na taj način pružaju potrebnu pomoć osoblju u svim fazama naplate (registrirane nacionalnosti, kategorije vozila, oblika transakcije, valute naplate i zatvaranje svake operacije).

Jedna centralna logička jedinica omogućuje da se kontinuirano precizno kontroliraju sve operacije obavljene u kabini za naplatu cestarine uz provjeru koherentne i između klasifikacije koju obavi osoblje za naplatu cestarine i klasifikacije koju utvrdi računalo na prometnom traku. Logička jedinica olakšava obradu pretplatnih karti transportnih poduzeća. U ovom trenutku uslugama se služi 200 poduzeća koja ostvaruju više od 22 000 prolaza mjesečno, što omogućuje izradu računa u vrlo kratkom roku. Nadalje, centralna logička jedinica provodi čitavu seriju statističkih obrada koje se odnose na odvijanje prometa (po kategorijama, klasama, nacionalnosti, obliku transakcije...) i na temelju efektivno izvršene naplate.

Računala na svakoj od dviju ulaznih platformi međusobno su povezana. Francuski i talijanski ured za naplatu cestarine na taj način raspoložu svim potrebnim financijskim i statističkim podacima.

Sustav prihvaća kreditne kartice i obavlja potrebne operacije naplate s trenutnom provjerom likvidnosti korisnika usluge.

Ovdje ćemo još samo nabrojiti ostale poslove koji se obavljaju od puštanja tunela u promet. Navodimo posebne uređaje za zaštitu od snježnih lavina, osobito na južnoj strani, kao i definitivno uređenje ulazne platforme na talijanskoj strani. Tu se ne radi o nekim objektima koji su specifični za cestovne tunele. To se također odnosi i na popravak kolničkog zastora na talijanskoj polovici tunela, iako je gradilište ovog tipa u tunelu s dvosmjernim prometom, i to u uvjetima odvijanja prometa, poseban izazov koji donosi čitav niz ozbiljnih poteškoća. Radovi su uspješno dovršeni u rekordnom roku od 22 dana, i to od 30. svibnja do 21. lipnja 1983.

Također spominjemo i kampanjske popravke betonskih elemenata zračnih vodova te popravak drenaže uz rubnjak na talijanskoj strani.

Što se tiče sigurnosti odvijanja prometa, navodimo problem transporta opasnih tereta. Novi propisi koji vrijede od prosinca 1980. godine, i zamjenjuju ranije propise što su vrijedili od 1971. godine, jednostavno su i jasni, te zahvaljujući jednom već dugotrajnom iskustvu, doprinose uklanjanju brojnih poteškoća koje se pojavljuju prigodom kontrole i utvrđivanja stupnja opasnosti od transportiranih materijala. Načrt nove klasifikacije zasnovane na istim kriterijima, u zadnje je vrijeme dan na usvajanje vlastima dviju susjednih zemalja.

7. ZAKLJUČAK

Na ovaj način, sa svih točki gledišta, tunel nastoji zadržati svoj renome cestovnog objekta prvog reda za

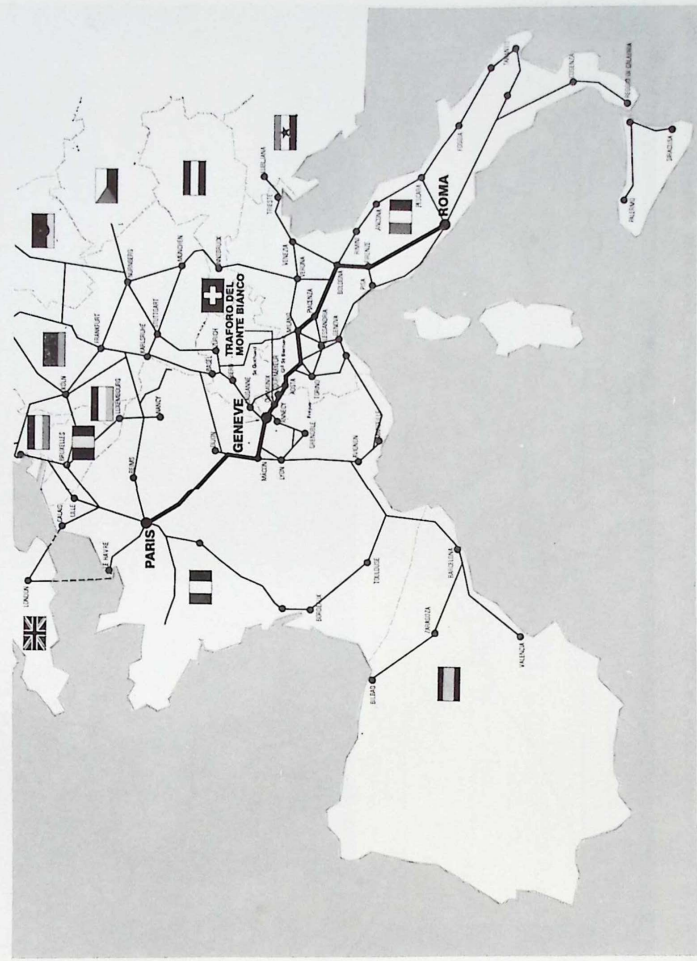
sve vrste raznjene alpskim pravcem. Njegovo spajanje na francusku, talijansku i švicarsku mrežu autocesta, što će nadamo se uslijediti u najskorije vrijeme, znači će daljnji porast intenziteta turističkog i trgovačkog prometa.

Ne predviđa se nikakav efekt »šokas«. Promet će naći na strukturu, instalacije i usluge koje su u stanju prihvatiti svaki intenzitet prometa i osigurati njegovo normalno odvijanje u sigurnim uvjetima.

Dakako, bit će potrebno poduzeti niz daljnjih radova i intervencija.

U prilogu ovom radu donosimo i informaciju

TUNEL MONT BLANC — 22 GODINE U PROMETU

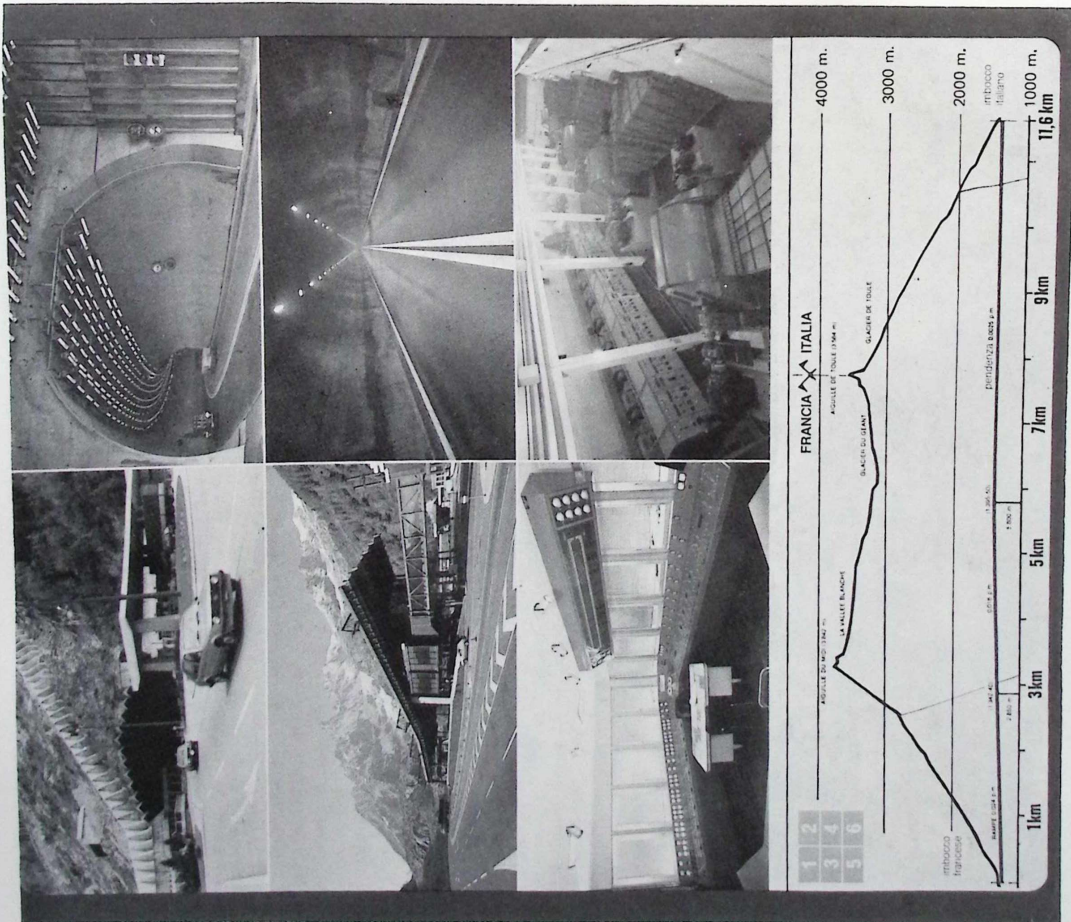


Autocestovni pravac Paris — Ženeva — Rim kroz tunel Mont Blanc... postat će starijnost do 1990.

- 1965. 490 km autoceste
- 1975. 1030 km autoceste
- 1985. 1260 km autoceste
- 1990. 1410 km čitave autoceste

Autocesta Macon — Tunel Mont Blanc predstavlja će spoj preko planinskog masiva Jura između velikih evropskih mreža autocesta na sjeveru i jugu kontinenta.

Francusko koncesionarsko društvo za tunel Mont Blanc već je od 1973. do 1982. godine u sukcesivnim dionicama puštilo u promet pravac Châtillon-de-Michaille Le Fayet koji je sastavni dio spomenutog pravca.



Koncesionarsko društvo za autocestu Pariz — Reno — Rodano, koncesionar preostale dionice Mâcon, Châtillon-de-Michaille potelo je radove na ovom potezu i već je pustilo u promet prvih dvadeset kilometara na dionici Bourg-en-Bresse Nord — Bourg-en-Bresse Sud

Do kraja 1987. autocesta »Autoroute Blanche« Châtillon-de-Michaille-Le Fayet bit će povezana s autocestom A6, Pariz — Lyon, 66000 u cijelosti (osim kratkog poteza od dvanaest kilometara Svlans — Châtillon-de-Michaille koji će biti dovršen dvije godine kasnije).

Francuska država, u suradnji s Koncesionarskim društvom tunela nastavlja radove trasiranja autoceste s četiri prometna traka na dionici Le Fayet — Tunel. Do 1990. Tu-

nel će tako biti spojen s Parizom autocestama ili cestama sličnih karakteristika.

Obilaznica grada Zeneve uskoro će postati stvarnost, ali će tek 1992. moći preuzeti promet na čitavoj dužini. Tu dionicu duga 13 kilometara karakteriziraju značajni objekti na potezu Ferney/Grand-Sacconex — francusko-švicarska granica — Bardonnex; tunel Vernier (2000 m), tunel Confignon (4200 m), novi most na rijeci Rodano (250 m), nalikiveni usjek Chêvres (400 m) i vijadukt Bordonnex (377 m) koji će korekcijom granične linije biti pomaknut na francuski teritorij.

Osim toga predviđena je izgradnja četiriju spojeva s velikim radijalnim pravcima koji opslužuju Zenevu i njenu

Vertikalcijske centrale, na svakoj strani po jedna (sl. 6), bile su neizbježna nužnost. Njihova ukupna snaga iznosi 7000 kW. Sedam ventilatora u svakoj centrali mogu ubacivati 900 m³ svježeg zraka u sekundi, tako da se svakih deset minuta može potpuno izmijeniti zrak u unutrašnjosti tunela.

U komandnoj dvorani (sl. 5) prometnik prima podatke s instrumentata razmještenih po tunelu. U svakom trenutku može očitati vrijednost koncentracije ugljičnog monoksida i zamašnjosti te prema potrebi regulirati intenzitet ventilacije. Sustav televizijske kontrole zatvorenog kruga daje mogućnost praćenja svih događaja u tunelu te omogućuje brzu i djelotvornu intervenciju u slučaju potrebe tako da se promet odvija u sigurnim uvjetima.

* * *

Projektirana je autocesta dužine 46 km od tunela do Aost-ve (financiranje) Talijansko-švicarskog koncesionarskog poduzeća. Potez dužine 34 km od Tunela do Aoste-zapad, koji predstavlja početak obilaznice grada Aosta, prolazit će kroz vrlo »teške« terene tako da se nameće potreba izgradnje velikih cestovnih objekata. Od ukupno 34 km, 4 km bit će na vijaduktima a 22 km u tunelima.

Obilaznica Aoste će dužinom od 12 km povezivati Aostu-zapad s autocestom A5. Nakon toga će Tunel biti na samo sat vožnje automobilom od Torina na manje od dva sata od Milana i na dva sata vožnje od Geneve. Italija, francuska i Švicarska time će se približiti a moderna prometna arterija, u srcu Alpa, na talijanskom će teritoriju kompletirati prometnu vezu autocestom Pariz — Zeneva — Rim.

Tunel Mont Blanc imat će pristupne ceste kakve po svom značenju i zaslužuje kao jedan od najvažnijih evropskih pravaca turističkog i trgovačkog prometa.

periferiju: cesta Meyrin (prometni pravac Zeneva — Saint-Genis/Fauchille) koja je već izgrađena, cesta Vernier, cesta Chancy i cesta Saint-Julien.

Tuneli i usjeci sa zaštitnim pokrovom dodatna su cijena neprekidne borbe protiv prometne buke. Osim toga, u gotovo čitavoj dužini ta će cesta biti u dvije razine s dubinom od 3 do 12 metara ispod razine okolnog tla. Pokosi nasipa i usjeka bit će obilno pokriveni drvećem i zasadeni ružama posebne, vrlo otporne vrsti koja je već u praksi dokazala svoje kvalitete.

Izgradnjom te autoceste riješit će se pitanje kontinuiteta na evropskom pravcu koji povezuje sjeverni dio SR Njemačke sa središnjem Španjolske. Odvojak u podnožju Salève ostvari će s jedne strane vezu s francuskom mrežom autocesta a s druge strane vezu s tunelom Mont Blanc te Lyonom i Grenobleom.

Tunel Mont Blanc dug je 11.600 km. U promet je pušten 19. srpnja 1965. nakon šest godina intenzivnog rada. Ni jedan drugi tunel u svijetu ne prolazi kroz tako visok planinski masiv. Dvije tisuće petsto metara stijene, leda i snijega pokriva galeriju u mjestu gdje prolazi pod planinskim vrhom Aiguille-du-Midi. Za svega nekoliko minuta osoba i tereta vozila prelaze put od francuske ulazne platforme (sl. 1 i 2) do platforme na talijanskoj strani (sl. 3).

Radnici su za njih stvorili prije dvadesetak godina ovu cestu široku sedam metara (slika 4). Planini su oteli milijun kubnih metara stijene, svladali su najrazličitije teskoće, a sedamst njihovih drugova u ovoj je borbi izgubilo živote. Već u fazi trasiranja 1946. godine poginula su dva vodika iz Courmayeura, i to na dijelu planine Mont-Maudit (Prokleti brijeg).

Izgradnjom kolnika, obloge i ventilacijskih vodova ovo je divovsko djelo bilo konačno dovršeno. Na talijanskoj strani radilo je poduzeće Condotte d'Acqua a na francuskoj Konzorcij poduzeća André Borie.

Sretnu i uspješnu novu 1988. godinu želimo svim članovima Saveza društava za putove Jugoslavije, članovima Saveza društava za ceste Hrvatske, suradnicima i preplatnicima časopisa »Ceste i mostovi«

Predsjedništvo Saveza društava za ceste Hrvatske, Izdavački savjet i Urednički odbor časopisa

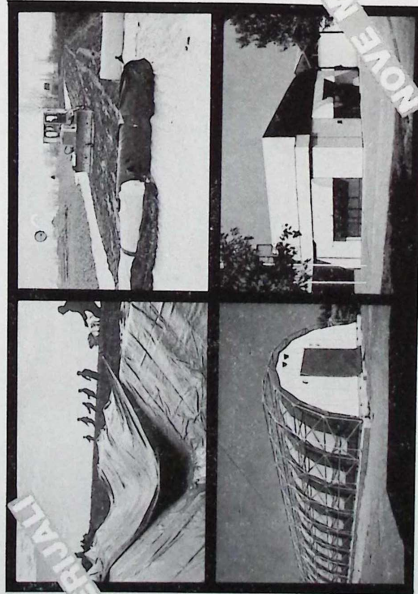
STVARA LI VAM VODA PROBLEME?

Bilo da je vaš problem manjak vode, višak vode ili njeno nepovoljno djelovanje, **LIO ENGINEERING** vam može pomoći

Pouzdana i efikasno rješavamo

odvodnju, drenažu, navodnjavanje i akumuliranje vode, zaštitna oblaganja obaloutvrda i laguna za otpadne vode, zaštitu kolničkih konstrukcija od erozije podzemnih i oborinskih voda, te armiranje asfaltnih slojeva,

hidroizolaciju u zgradarstvu
natkrivanje prostora različitih namjena lakim, montažno-demontažnim prostornim strukturama



INVESTITORI I PROJEKTANTI

U LIU istražujemo nova rješenja, da bismo riješili vaše stare probleme.

PRESTAVNIŠTVO:
BEOGRAD
29. NOVEMBRA 110
TELEFON: (011) 762-761
(011) 762-761

54000 OSJEK TENJSKA CESTA 36 TELEFON (054) 55-700

LIU
ENGINEERING

PRESTAVNIŠTVO:
ZAGREB
3. TRAVNIČKA
TELEFON: (041) 62-578
(041) 62-588



Konstruiranje armiranobetonskih stupova mostova otpornih na seizmičke sile

Prof. dr. Ivan TOMIČIĆ, dipl. inž.
Građevinski institut
Fakultet građevinskih znanosti, Zagreb

Primljeno: 14. X. 1987.

Prihvaćeno: 10. XI. 1987.

SAŽETAK

U radu se iznose najnovija eksperimentalna i teorijska istraživanja ponašanja elemenata naprezanih na ekscentrični tlak. Ta istraživanja primjenjiva su za stupove mostova u kojima se mogu predvidjeti plastični zglobovi za prelazak konstrukcije u mehanizam. Daju se izrazi za potrebnu potrebnu armaturu u funkciji uzdužne sile za osiguranje potrebne duktilnosti, te izrazi za odnos koeficijenta duktilnosti preko pomaka i zakrivljenosti. Na kraju daju se algoritmi za proračun, te prijedlozi za armiranje stupova mostova naprezanih vertikalnim opterećenjem i silama potresa.

1. OPĆENITO

Projektiranje i izvođenje objekata otpornih na djelovanje sile potresa — zahtjev je koji vrijedi za veći dio naše zemlje. Učestali zemljotresi nanijeli su golemu materijalnu štetu, a odujili i mnoge ljudske živote. Sirom svijeta, a i u nas, registriran je znatan broj ozbiljno oštećenih mostova i vjadukata, a neki su se i srušili pod djelovanjem seizmičkih sila. Uzrok tome nisu samo snažni potresi već i nedovoljno otporni mostovi koji su građeni u daljnjoj i bližoj prošlosti. Ta stvarnost pobudila je interes za istraživanje ponašanja armiranobetonskih i prednapetih konstrukcija pod djelovanjem horizontalnih sila potresa. Rezultat su mnoge studije, preporuke i propisi za gradnje seizmički otpornih objekata, pa prema tome i mostova.

Svrha je ovog rada da ukaže na neka znanstvena i stručna dostignuća konstruiranja armiranobetonskih stupova mostova otpornih na sile potresa, na novosti u propisima drugih zemalja te na nedostatke i nedorečenosti našeg Načrta pravilnika o tehničkim normativima za projektiranje i proračun inženjerskih objekata u seizmičkim područjima¹. Nadalje, sugestije i prijedlozi koji se nude u ovom radu mogu dopuniti neke odredbe naših propisa i poslužiti umjesto onih kojih nema, te na taj način pridonijeti ekonomičnijem i kvalitetnijem gradnji seizmički otpornih mostova.

Požaljno je da objekti koji se grade u seizmički aktivnim područjima, osim potrebne nosivosti, imaju, zbog racionalnosti, i svojstvo duktilnosti. Sa sigurnošću

se može tvrditi da je gradnje objekata izloženi silama potresa s potpuno elastičnim ponašanjem neracionalno. Danas je u svijetu, a i našim Pravilnikom, prihvaćen koncept proračuna armiranobetonskih konstrukcija na reducirane sile potresa. Međutim, to je jedino moguće onda kad konstrukcija posjeduje svojstvo plastičnog deformiranja odnosno duktilnosti. Našim Pravilnikom za gradnje objekata visokogradnje u seizmičkim područjima¹ dopuštaju se oštećenja konstrukcija pod djelovanjem zemljotresa najjačeg intenziteta, s time da ne smije doći do njihovog rušenja. Time se izravno dopušta rad konstrukcije u postelastičnom području. Objekte koji imaju svojstvo duktilnosti moguće je proračunavati na umanjene sile potresa, zbog trošenja seizmičke energije na plastično deformiranje.

Armiranobetonski i prednapeti mostovi danas se najčešće projektiraju tako da im je gornji stroj od jakih greda ili nosača šupljeg presjeka oslonjen na pojedinačne armiranobetonske stupove (sl. 3) ili kod širih kolnika na dva ili više stupova koji s naglavnicom čine okvir. Dalje, eksploatacija mostova zahtijeva što manje deformacije kolničke konstrukcije. Stoga se, kao nepoželjni, izbjegavaju plastični zglobovi u gredama, a dopuštaju u stupovima ograničene deformabilnosti. Iz toga slijedi da je u stupovima naprezanim na ekscentrični tlak potrebno osigurati odgovarajuću duktilnost kako ne bi došlo do krhkih lomova prije dostizanja granice popuštanja u vlačnoj armaturi, a time i do apsorpcije seizmičke energije.

Poznato je da se objekti visokogradnje projektiraju tako da do trošenja seizmičke energije dođe u gredama a ne u stupovima. Razlog je tome mogućnost nepoželjnog mehanizma s plastičnim zglobovima u stupovima samo jedne etaže, te u poteškoćama osiguranja dovoljnog duktiliteta u stupovima koji su naprezani na ekscentrični tlak. Naime, velična uzdužne sile utječe na duktilnost. Povećanjem uzdužne sile smanjuje se duktilnost elemenata, odnosno padajuća grana dijagrama moment savijanja — zakrivljenost je strmija. Da se osigura potrebna duktilnost u stupovima naprezanim na ekscentrični tlak, Pravilnik za gradnje u seizmički