

UDK-UDC 05:625;
YU ISSN 0017-2774

LJUBLJANA,
MAREC-APRIL-MAJ-
JUNIJ 1991

LETNIK XXXX,
STR. 73-160

GRADBENI VESTNIK 3-4 5-6



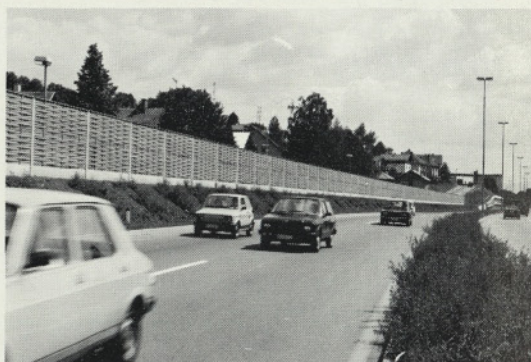
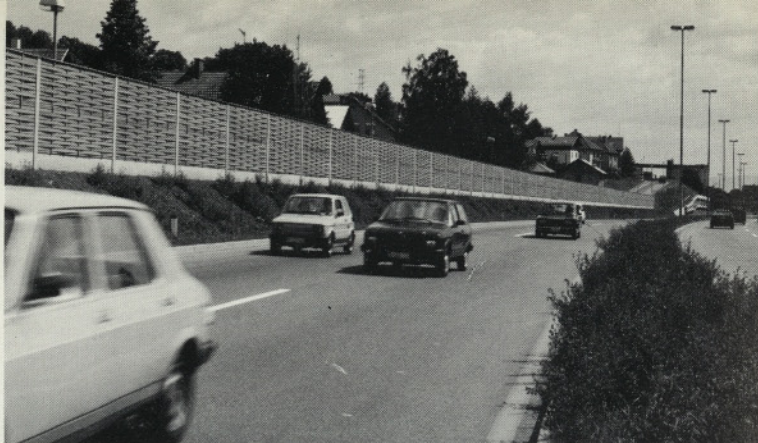
Foto: F. Hrvatinić



CESTNI INŽENIRING
LJUBLJANA



CESTNI INŽENIRING LJUBLJANA



Protihrupna
ograja ob
mariborski
hitri cesti

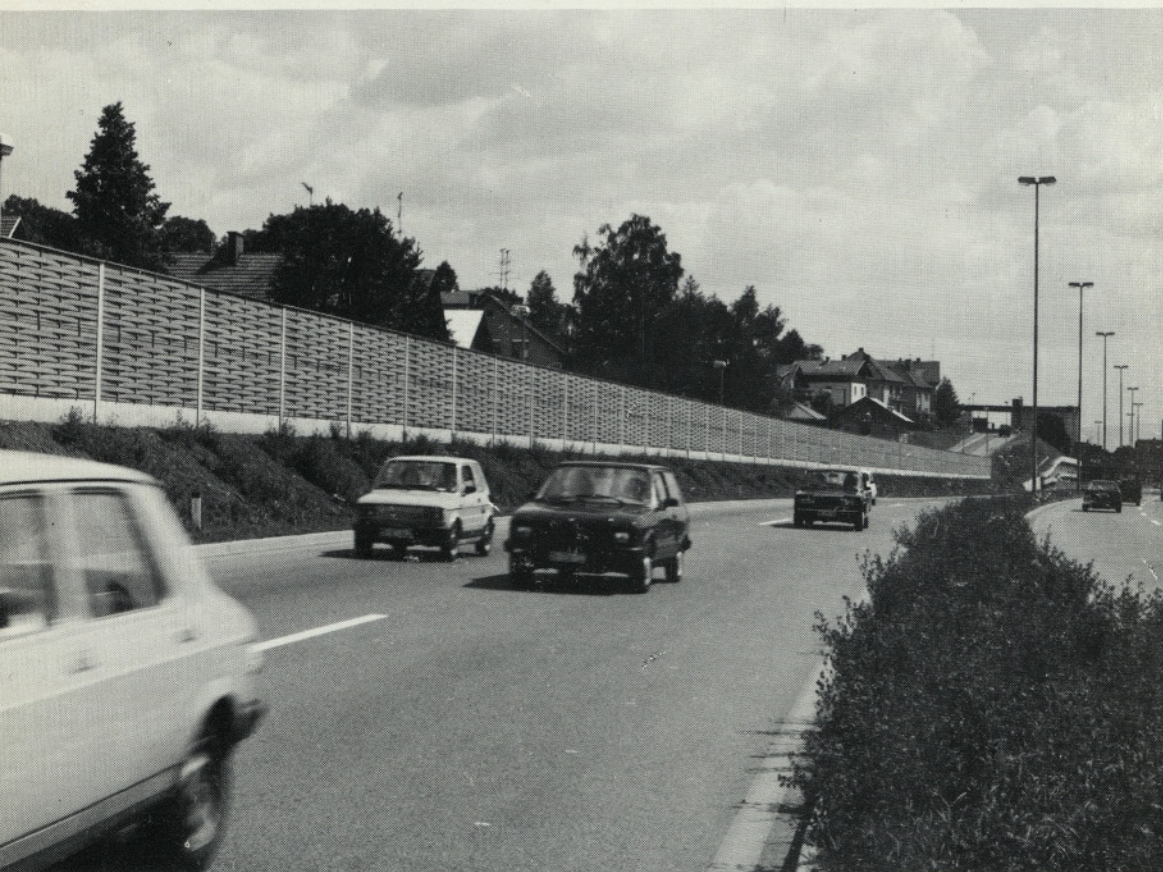


Foto: F. Hrvatin



GRADBENI VESTNIK

GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE
Št. 3-4-5-6 • LETNIK 40 • 1991 • YU ISSN 0017-2774

VSEBINA-CONTENTS

Članki, študije,
razprave
Articles studies,
proceedings

Saša Skulj: IZGRADNJA AVTOMOBILSKIH CEST V SLOVENIJI CONSTRUCTION OF MOTORWAYS IN SLOVENIA	75
Miran Marussig: NEKAJ O POIMENOVANJU IN O ŠTEVILČENJU SLOVENSКИH AVTOCEST	77
Janez Žmavc: TEHNIKA GRADNJE CEST ROAD CONSTRUCTION TECHNIK	79
Matija Vilhar: OGRAJE ZA AKTIVNO PROTIHRUPNO ZAŠČITO OB SLOVENSКИH CESTAH FENCES OF ACTIVE NOISE PROTECTION ALONG OUR ROADS	83
Andrej Ločniškar: ZEMELJSKI PLAZOVI KOT STALEN PROBLEM V CESTNI GRADNJI LANDSLIDES AS A GREAT PROBLEM IN ROAD CONSTRUCTION	85
Vili Žavrlan: SISTEMI UPRAVLJANJA IN GOSPODARJENJA Z VOZIŠČI PAVEMENT MANAGEMENT SYSTEM	88
Lado Kavčič: ZAŠČITA CEMENTNOBETONSKIH PREMOSTITVENIH OBJEKTOV PROTECTION OF CEMENT-CONCRETE BRIDGE SUPERSTRUCTURES	92
Tone Marinko: GRADNJA CESTNEGA PREDORA KARAVANKE-JUG CONSTRUCTION OF THE ROAD TUNNEL KARAVANKE-SOUTH	95
Jože Cirman: IZGRADNJA PLOŠČADI PRED KARAVANŠKIM PREDOROM KOT SESTAVNEGA DELA PROJEKTA KARAVANKE CONSTRUCTION OF THE BORDER PLATFORM IN FRONT OF THE KARAVANKE TUNNEL BEING A COMPONENT PART OF THE PROJECT OF KARAVANKE	100
Andrej Rihtaršič: PO AVTOCESTI A1 KARAVANKE-BREGANA OD KARAVANŠKEGA PREDORA PROTI VRBI ALONG THE MOTORWAY A1 KARAVANKE-BREGANA FROM THE TUNNEL OF KARAVANKE TOWARDS VRBA	104
Bojan Cerkovnik: GRADBENI IZZIV POD MEŽAKLJO CONSTRUCTION CHALLENGE UNDER MEŽAKLJA	107
Maksimiljan Pivk: VIADUKT MOSTE VIADUCT MOSTE	110
Slavko Žličar: AVTOCESTA MALENCE-ŠMARJE MOTORWAY MALENCE-ŠMARJE	113
Janez Perovšek: NEKATERI GRADBENI PROBLEMI PRI GRADNJI AVTOCESTE MALENCE-ŠMARJE CERTAIN CONSTRUCTION PROBLEMS WITH THE CONSTRUCTION OF THE MOTORWAY MALENCE-ŠMARJE	117
Slavko Žličar: VIADUKT REBER NA AVTOCESTI MALENCE-ŠMARJE THE VIADUCT REBER ON THE MOTORWAY MALENCE-ŠMARJE SAP	120
Stanko Hribar: IZGRADNJA PREDOROV NA ODSEKU AC MALENCE-ŠMARJE SAP THE TUNNEL CONSTRUCTION ON THE MOTORWAY MALENCE-ŠMARJE SAP	124
Miran Marussig: AVTOCESTA RAZDRTO-VRTOJBA MOTORWAY RAZDRTO-VRTOJBA	128
Miran Marussig: AVTOCESTA RAZDRTO-FERNETIČI MOTORWAY RAZDRTO-FERNETIČI	132
Miran Marussig: OBALNA CESTA COASTAL ROAD	136
Vlasto Zemljič: JUBILEJ - BRANKO ŽNIDERSIČ IN MEMORIAM: Maksu Puhu	139
CTK informacije - 1	141
M. Fischinger, P. Fajfar, L. Bevo: PROJEKTIRANJE MOSTOV NA POTRESNIH OBMOČJIH ASEISMIC DESIGN OF BRIDGES	145
Mag. Vera Apih, Matjaž Makarovič: PARAMETRI, KI VPLIVAJO NA TRAJNOST TANKOSLOJNIH OMETOV NA TOPLOTNOIZOLATIVNIH FASADNIH SISTEMIH PARAMETERS AFFECTING LONGTERM SERVICE OF THIN LAYER MORTARS OF FACADE THERMALINSULATION SYSTEMS	155

Poročila Fakultete za
arhitekturo, gradbeništvo
in geodezijo

Proceedings of the
Department of Civil
Engineering University
E. Kardelj, Ljubljana

Informacije Zavoda za
raziskavo materiala in
konstrukcij Ljubljana

Proceedings of the
Institute for materials and
structure research
Ljubljana

Glavni in odgovorni urednik:

Franc ČAČOVIČ



Lektor:

Alenka RAIČ

Tehnični urednik:

Dane TUDJINA

Uredniški odbor:

Sergej BUBNOV, Vladimir ČADEŽ,

Vojteh VLODYGA, Stane PAVLIN,

Gorazd HUMAR, Ivan JECELJ,

Branka ZATLER-ZUPANČIČ,

Andrej KOMEL,

Jože ŠČAVNIČAR, dr. Miran SAJE

Revija izdaja Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, Ljubljana, Erjavčeva 15, telefon: 221-587. Žiro račun pri SDK Ljubljana 50101-678-47602. Tiska Tiskarna Tone Tomšič v Ljubljani. Revija izhaja mesečno. Celotna naročnina, skupaj s članarino za člane društev znaša 250,00 din. Za študente in upokoјence velja polovična cena. Naročnina za gospodarske naročnike znaša 1.500,00 din, za inozemske naročnike 100 US\$. Revija izhaja ob finančni pomoči RK za raziskovalno dejavnost in tehnologijo, Republiške vodne uprave, Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij Ljubljana, Fakultete za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani in Centralne tehniške knjižnice Ljubljana.

IZGRADNJA AVTOMOBILSKIH CEST V SLOVENIJI

SAŠA SKULJ

POVZETEK

V republiki Sloveniji bo do konca leta 1991 zgrajenih 213 km modernih avtomobilskih cest. Treba je zgraditi še 387 km avtomobilskih cest, za kar potrebujemo po sedanjih cenah gradnje še 2100 milijonov US \$. S prispevkom 2,3 din/ liter prodanega goriva za izgradnjo avtomobilskih cest je možno to nalogo v celoti izvršiti v 12 letih. Ta čas pa lahko skrajšamo s pridobitvijo tujega kapitala v obliki koncesij.

CONSTRUCTION OF MOTORWAYS IN SLOVENIA

SUMMARY

By the end of the year 1991 there will be in Slovenia constructed 213 km of modern motorways. It is necessary to construct additionally 387 km of motorways requiring another US \$ 2100 million according to the present prices. It is possible by means of a contribution of 2 din per one liter of the gasoline sold to complete the overall task of the motorway construction within 12 years. This particular construction period could be considerably shortened by obtaining foreign capital in a form of concessions.

Zemljepisni položaj Slovenije je zaradi lege ob jugovzhodnem robu masiva Alp in zaradi globokega vklínjenja Jadranskega morja v srce Evrope izrazito prometno strateški. Od davnih dni vodijo prek našega ozemlja trgovske poti tako v smeri sever-jug kot vzhod-zahod. Razcvet turizma in gospodarstva je močno odvisen od sodobno razvite prometne infrastrukture, povezane z evropsko prometno mrežo.

Ne glede na prizadevanja za preusmeritev cestnega prometa na železnico, dobiva cestni promet in s tem cestno omrežje vse večji pomen in poudarek. Sto let po fenomenalni izgradnji železnic v osrčju Evrope so se z veliko intenzivnostjo gradile in se še gradijo varne in okolju prijaznejše avtomobilske ceste z veliko prometno prepustnostjo.

V letu 1970 smo pričeli z gradnjo prvih kilometrov sodobnih avtomobilskih cest v trasi slovenskega avtocestnega križa. Vrstni red in program izgradnje avtomobilskih cest je bil zasnovan na rezultatih strokovne študije Cestno omrežje in hitre ceste v Sloveniji, ki jo je v letih 1968-69 izdelal Cestni sklad Slovenije. Večji del podatkov in rezultatov te resne študije je še danes uporaben, izgradnja avtocest v Sloveniji pa je sicer z dokajšnjo časovno zamudo v glavnem sledila programu in vrstnemu redu, kot so ga predlagali izdelovalci študije.

Shema glavnih tokov cestnega prometa in s tem ogrodja cestne mreže je logična in sledi tako zahtevam razvoja Slovenije kot tranzitnim prometnim tokovom.

Z leti so se zahteve in programi izgradnje dopolnjevali, tako da danes lahko ugotovimo, da moramo zgraditi v Sloveniji glavno mrežo avtomobilskih in hitrih cest v skupni dolžini 600 km (glej karto in preglednico 1). Od tega bo do konca leta 1991 zgrajenih 213 km avtomobilskih cest polnega in delno polovičnega profila. Kljub temu da s stopnjo izgrajenosti moderne avtocestne mreže glede na potrebe nismo zadovoljni, pa pomeni podatek 213 km avtocest, zgrajenih v 21 letih, v povprečju izgradnjo 10 km avtomobilskih cest na leto oziroma 5 km avtomobilskih cest na leto na 1 milijon prebivalcev Slovenije. To je veliko in primerljivo s podobnimi podatki izgradnje avtocest v bogatejših deželah.

Iz preglednice 1 izhaja, da je treba zgraditi še 387 km modernih cest. Iz karte - sheme izgradnje slovenskih avtomobilskih cest je razvidno, kateri odseki so že zgrajeni, v gradnji in kateri v projektiranju ter pripravah na gradnjo. Ker mnoge zanima, koliko stanejo že zgrajene avtomobilske ceste in koliko je še potrebno denarja za gradnjo preostalih pomembnejših odsekov, so v preglednici prikazani stroški za zgrajene (oziroma v gradnji) odseke in za odseke avtomobilskih cest, ki so v pripravi na gradnjo. Prav tako je razvidno, da smo do sedaj zgradili za 1417 milijonov US \$ avtomobilskih cest in da potrebujemo za dograditev najnujnejšega omrežja še 2100 milijonov US \$. Zneski so izračunani na podlagi današnjih cen za tovrstne gradnje pri nas ali v Evropi oziroma v sosednjih državah. Iz podatkov v isti preglednici je razvidno, da

Avtor:
Saša Skulj, dipl. ing., direktor Cestnega inženiringa
Ljubljana

stane v povprečju kilometer avtoceste pri nas okoli 6,0 milijona US \$. Do leta 1992 zgrajene avtoceste vključno s predorom pod Karavankami s cesto do Vrbe in odsekom avtoceste od južne obvoznice v Ljubljani do že zgrajene avtoceste v Šmarju Sap pa v povprečju 6,64 milijona US \$. Za lažjo predstavbo navajamo nekaj podatkov o stroških graditve avtocest v Avstriji:

1. Avtocestni odsek Spittal–Beljak kot del Turske avtoceste (A-10), zgrajen v dolžini 35,2 km v obdobju 1970 do 1988, je po navedbah Turske avtocestne družbe stal 4720 mio ATS, kar je predstavljalo 12,6 mio US \$ na 1 km avtoceste.

2. Na južni avtocesti (A-2) so stroški v letih 1976 do 1990 zgrajenih avtocestnih odsekov Pack–Wolfsberg–St. Andrä–Völkermarkt v skupni dolžini 58,6 km znašali 7508,4 mio ATS, kar predstavlja 12 mio US \$ na kilometer avtoceste.

Na večkrat postavljeno vprašanje, koliko časa ali denarja bomo potrebovali, da zgradimo najnujnejši del predvidenega omrežja, je možno ugibati takole: če predpostavimo, da bomo poleg drugih namenskih virov za ceste zadržali za dalj časa v ceni goriva vsaj 4,7 din/liter prodanega goriva kot prispevek za ceste in od tega namenili vsaj 2,3 din v litru prodanega goriva za izgradnjo avtocestnega

PREGLED AVTOMOBILSKIH CEST

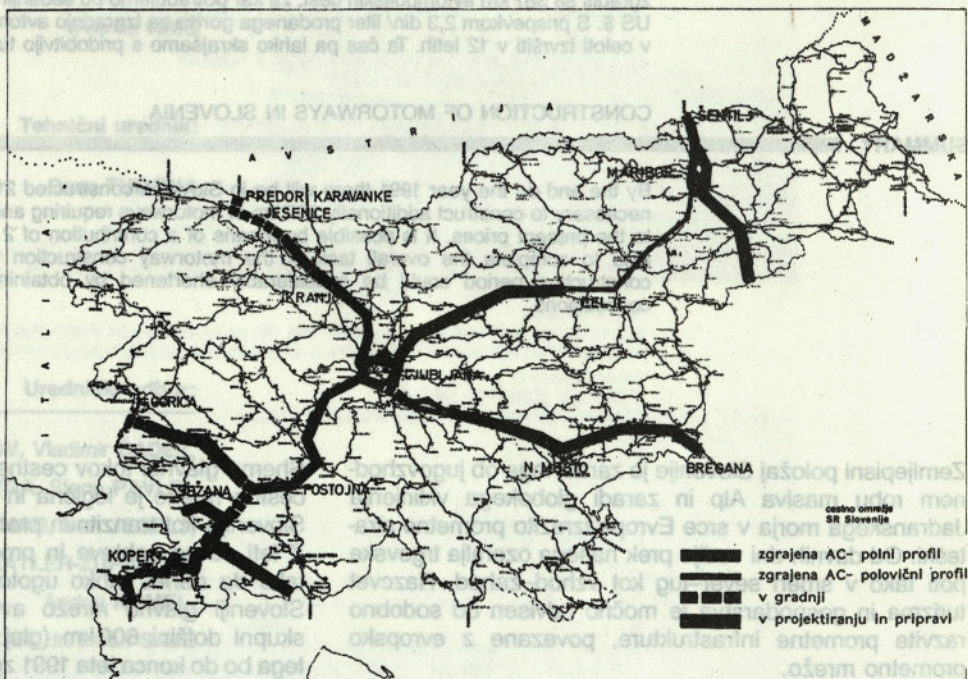


Tabela 1

a) že zgrajeni odseki b) odsek v pripravi c) skupno

ODSEK	km			Stroški v mio USD		
	a	b	c	a	b	c
	že zgrajen	v priprav.	skupaj	že zgrajen	v priprav.	skupaj
Karavanke–Ljubljana	43,9	29,2	73,1	403,1*	150,0	553,1
Ljubljana–Bregana	25,3	84,7	110,0	214,6	395,0	609,6
Maribor–Hoče–Celje						
Arja vas–Ljubljana	58,8**	74,6	133,4	272,2**	513,2	785,4
Šentilj–MB–Ptuj–Macelj	9,0	63,3***	72,3	47,6	340,2***	387,8
Ljubljana–Koper z odcepom na Gorico in Sežano	65,7	87,7	153,4	437,3	482,0	919,3
Obalna cesta	10,3	15,8	26,1	42,1	106,1	148,2
Kozina–Rupa	–	29,5	29,5	–	120,8	120,8
	213,0	384,8	597,8	1.416,9	2.107,3	3.524,2

* s predorom pod Karavankami in mejnimi objekti

** 1/2 avtocesta Hoče–Arja vas in 8,6 km sev. obvoznice Lj.

*** s priklučkom Miklavž–Slivnica na Sloveniko in obvoznico Miklavž

križa Slovenije s priključnimi cestami ter odcepi in odsek avtomobilske ceste med Mariborom in Macljem, vse skupaj v dolžini ca. 335 km, ter da za to potrebujemo po današnjih cenah ca. 26 milijard din, bomo to zmogli sfinancirati in tudi zgraditi v približno 12 letih.

Koliko časa bo dejansko potrebno za zgraditev najnujnejših avtocest, je seveda odvisno od tega, koliko sredstev bo v republiškem proračunu slovenski parlament iz cestnih virov dodelil za ceste oziroma za izgradnjo avtomobilskih cest.

Potrebni čas za izgradnjo avtocest je možno tudi močno skrajšati s tem, da se pridobijo za vlaganje v izgradnjo gospodarnejših odsekov avtocest tuji vlagatelji, ki prevzamejo v obliki koncesij finansiranje, izgradnjo in uporabo določenih delov avtocest. Vloženi kapital pa bi se vrnil s cestnino. Interes v tujini za to obstaja, slovenska vlada pa je tudi že napravila prve korake za pridobitev tovrstnih

resnih ponudb. Tudi najrazvitejše dežele so pospešile izgradnjo svojih avtomobilskih cest na tak način.

Tovrstna izgradnja z večjim ali delnim angažiranjem drugih ali tujih finančnih virov oziroma kapitala zaradi mnogo krajših rokov izgradnje ne pomeni dosti manjše potrebe po lastnih vlaganjih v krajšem časovnem obdobju, temveč predvsem bistveno skrajšanje časa izgradnje avtocest in s tem hitre učinke v prometu, turizmu in gospodarstvu sploh.

Podjetje Cestni inženiring s svojimi 65 strokovnimi delavci in v sodelovanju s strokovnjaki Republiške uprave za ceste vodi in pripravlja pripravljala dela, projektiranje in priprave na gradnjo novih avtocestnih odsekov ter opravlja nadzor pri gradnji. Pri tem delu so angažirane tudi druge slovenske in tuje strokovne institucije, svetovalna ter projektivna podjetja. Visoka strokovna usposobljenost in dolgoletne izkušnje sodelujočih strokovnjakov zagotavljajo kakovostno opravljanje nalog investitorja.

Divča-Fernetci in ac Karavanke-Bregana. Vse ostale bodo magistralne ceste ustreznega standarda. Bo tako tudi čez prihodnjih 22 let?

Oznaka avtoceste pa je petelinarna – in tudi v rabi

NEKAJ O POIMENOVANJU IN O ŠTEVILČENJU SLOVENSКИH AVTOCEST

UDK 625.711.4:801.311

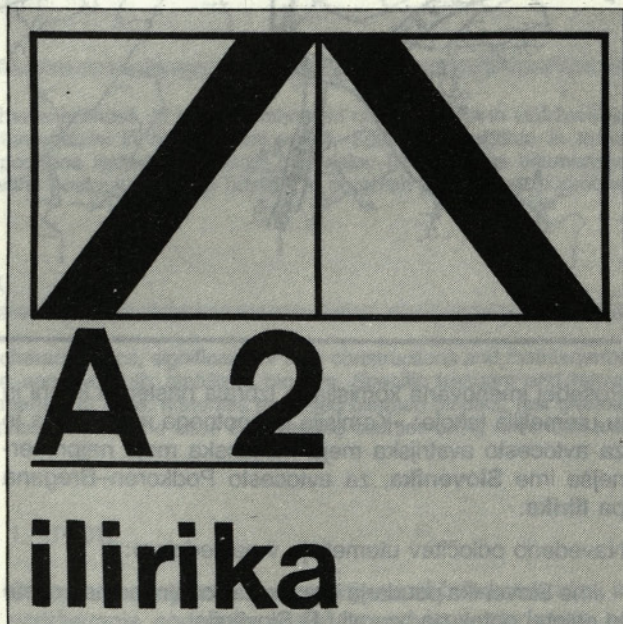
MIRAN MARUSSIG

V začetku leta 1968 se je ob zasnovi poteka avtocest sama po sebi ponudila tudi misel o označevanju, poimenovanju in oštevilčenju slovenskih avtocest.

Investicijski program je obravnaval dve osnovni avtocestni smeri: Sentilj–Maribor–Celje–Ljubljana–Razdrto–Postojna–Divča–Bertoki in Kranjska gora–Jesenice–Kranj–Ljubljana–Bregana, ter šest priključnih avtocest, in sicer: predor Karavanke–Hrušica, Ljubelj–Kranj, Razdrto–Vrtočba, Divča–Sežana, Postojna–Rupa in Škofije–Sečovelje.

Na podbudo inž. Cimolinija je bila v januarju in marcu l. 1968 izvedena anketa, katere namen je bil izdelati predlog njihovega označevanja, poimenovanja in oštevilčenja. V anketi je sodelovalo 6 cestnih strokovnjakov gradbenikov, en pravnik, en ekonomist, en profesor slavistike in en profesor zgodovine. Predlogi imen so bili različni:

Avtor:
Marussig Miran, dipl. inž. gr.
Vodja projekta Primorska



- ime ceste naj ne bi bilo vezano na posamezni cestni odsek (npr. Noriška, Triglavska, Krpanova cesta),
- poimenovanje naj bi kazalo določeno nacionalno obeležje, ki bi bilo tudi tujcu lahko izgovorljivo (Bela cesta, Slovenska cesta, Kraška cesta),
- vir za poimenovanje naj bi našli v zgodovini (Jantarjeva cesta),
- ime naj bi bilo kratko, lahko tudi z uporabo tujke (Slovenija tour, Slovenija cross, Slovenija trans, avtocesta mare, Emona trans, Silvana ipd.),
- ime naj bo nesestavljeno (Adriatika, Slovenika, Ilirika, Norika ipd.),
- in drugi predlogi: bela (belih gora), modra (modrega morja), zelena (zelenih gor), rdeča (rdečega vina, vinska), Triglavska, Jazonova, Argonavtika.

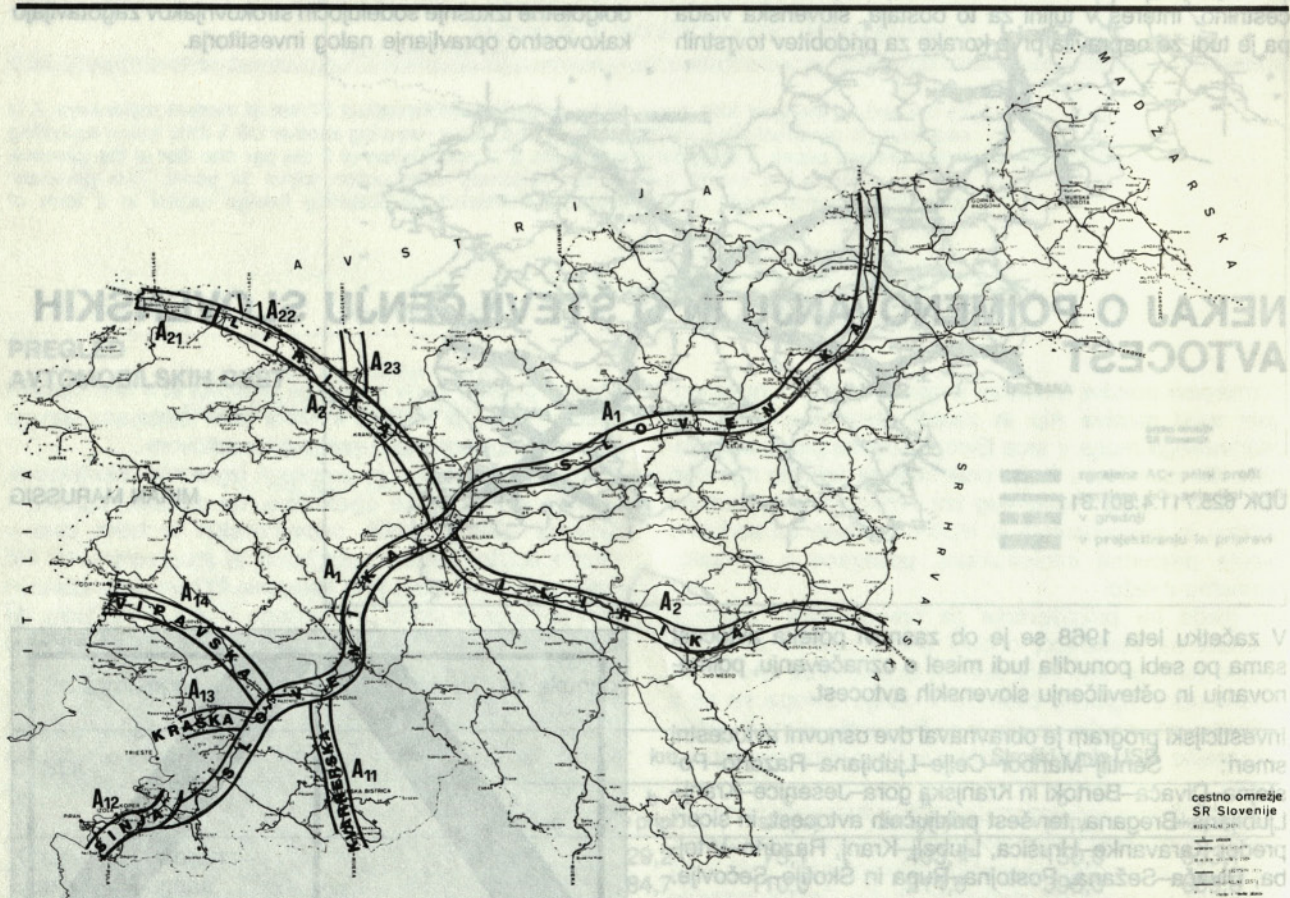
- ime poudarja integriteto vseh pokrajin in regij, združenih v političnem in teritorialnem smislu v ozemlje R Slovenije,
- ime Ilirika je tipično za slovenski nacionalni prostor. Ima svojo zgodovinsko obeležje in simbolično izraža misel združevanja južnih Slovanov,
- imeni izražata hotenje in voljo za aktiviranje slovenske javnosti in delovnih ljudi za zgraditev nedvomno najpomembnejših cestnih zvez pri nas v Sloveniji in SFRJ.«

Avtoceste naj bi bile oštevilčene s črko in številko: A (avtocesta) in številka po naslednjem vrstnem redu:

A1: SLOVENIKA

A2: ILIRIKA

Odcepi dobijo dvoštevilčno oznako:



Posebej imenovana komisija je izbrala naslednji imeni in ju utemeljila takole: »Komisija je enotnega mnenja, da je za avtocesto avstrijska meja–italijanska meja najprimernejše ime **Slovenika**, za avtocesto Podkoren–Bregana pa **Ilirika**.

Navedeno odločitev utemeljuje v naslednjem:

- ime Slovenika poudarja izrazito nacionalni pomen ceste in celotni potek po ozemlju R Slovenije,

A11: KVARNERSKA

A12: SINJA

A13: KRAŠKA

A14: VIPAVSKA

A21: PODKOREN–RATEČE–MEJA

A22: PODKOREN–KORENSKO SEDLO–MEJA

A23: PREDOR SKOZI KARAVANKE–MEJA

A24: PODTABOR–LJUBELJ–MEJA.

Avtoceste naj bi imele posebni znak z določenimi navodili za njegovo uporabo. Po izboranju različnih osnutkov je bil izbran predlog Grega Košaka, dipl. inž. arhitekture.

Njegov izbor je bil utemeljen takole:

»Znak simbolizira dve ločeni vozišči, je enostaven, doslej še nikjer uporabljen, in bo uporabljen izključno za te namene. Znak je samo osnovni simbol in le del gradiva vizualnih informacij (označb smeri, izbire črk in njih velikosti, barvne oznake sistema označb), ki tvorijo funkcionalno opremo avtoceste. Komplet bo usklajen z mednarodnimi standardi glede velikosti, čitljivosti in ostalih karakteristik.«

Odtlej je minilo dvaindvajset let.

Zgradili smo 208 km avtocest (s priključnimi vejami). Kar zadeva poimenovanje, nismo kaj prida naredili za njihovo popularizacijo. Ime »Slovenika« sem in tja kdo vendarle uporabi, »Ilirika« nihče. Udomačilo se je geografsko poimenovanje slovenskih avtocest, kot npr. »Gorenjka«, »Štajerka«, »Dolenjka«, ne sliši pa se ime »Primorska«. Ta pojem je očitno presplošen za natančnejšo opredelitev

smeri proti Gorici, Trstu, Kopru ali Reki. Najpogosteje rečemo in pišemo Ljubljana–Razdrto. Verjetno bomo rekli tudi: Ljubljana–Gorica, Ljubljana–Trst, Ljubljana–Koper, Ljubljana–Reka. Udomačilo pa se je ime »Obalna cesta«. O tej pač vsakdo ve: tista ob obali!

Pristojna republiška cestna služba se že nekaj let trudi urediti oštevilčenje avtocest, ki naj bi bila samostojna kategorija cest v vsej državi. Petnajstletna prizadevanja, pisarjenja in predlogi so dali pičel rezultat. Sklep zveznega izvršnega sveta je bil kratek: po izgradnji naj dobi avtocesta številko vzporedne magistralke, s predznakom A. Tako naprimer: ac Maribor–Celje (Pesnica–Arja vas) A-10 (ob mag. cesti M-10) itd.

Pred dvema letoma sprejet dolgoročni plan razvoja avtocest, mag. in reg. cest v Sloveniji je določil tudi končno število slovenskih avtocest. Te so: ac Šentlj–Maribor – Ljubljana–Dekani (Koper), z odcepoma Hajdina–Macelj in Divača–Fernetiči in ac Karavanke–Bregana. Vse ostale bodo magistralne ceste ustreznega standarda. Bo tako tudi čez prihodnjih 22 let?

Oznaka avtoceste pa je patentirana – in tudi v rabi.

TEHNIKA GRADNJE CEST

UDK 625.73.699.8

JANEZ ŽMAVC

POVZETEK

V prispevku so obravnavane pretežne značilnosti, ki so pomembne pri novogradnjah in vzdrževanju sodobnih vozišč z utrditvami z bitumenskimi in hidravličnimi vezivi. Specifične pogoste in težke prometne obremenitve pogojujejo posebne lastnosti osnovnih materialov (modificirana bitumenska veziva, obstojne zmesi zrn) in posebne postopke gradnje nosilnih in obrabnih plasti, ki so podrobno prikazani in ovrednoteni.

ROAD CONSTRUCTION TECHNIK

SUMMARY

This paper deals with predominant characteristics, significant for new constructions and maintenance of modern pavements with bitumen and hydraulic stabilized binders. Specific frequent and heavy traffic loads conditioned specific properties of basic materials (modified bitumen binders, fast granule mixtures) and special construction procedures of the base and wearing courses being described and evaluated in details.

Avtor:

dr. Janez Žmavc, dipl. inž. gr.

Vodja sektorja za tehnologijo in razvoj

1. UVOD

Smeri razvoja postopkov gradnje voziščnih konstrukcij in vzdrževanja sodobnih vozišč so odvisne predvsem od

pomena, ki se pripisuje varnosti vožnje, varstvu okolja in gospodarnosti, in od prizadevanj za njihovo izboljšanje. Strokovni problemi, ki se pri tem pojavljajo, so v veliki meri med seboj povezani. Rešitve teh si tudi nasprotujejo. Pogoji za optimalne rešitve pa so ustrezna znanja in izkušnje s postopki priprave, vgrajevanja in vzdrževanja voziščnih konstrukcij oziroma vozniških površin. Pri tem je treba predvsem upoštevati, da vsi razpoložljivi materiali ne zagotavljajo v enaki meri vseh željenih izboljšanih lastnosti. Tudi interesi naročnika in izvajalca so lahko nasprotni, strokovne možnosti pa različne in številne. Zato je potrebna kritična strokovna presoja problematike kot celote. Pri tem je pomembno upoštevati, da je zagotovitev in ohranitev določene kakovosti lahka, vendar pa običajno ne enostavna in cenena naloga.

2. OSNOVNI MATERIALI

Odločilni vpliv na varnost vožnje, varstvo okolja in gospodarnost pri gradnji in vzdrževanju cest ima izbira osnovnih materialov. To so predvsem zmesi kamnitih zrn in veziva za pripravo bitumenskih zmesi in cementnih mešanic. Večjo prilagoditev teh materialov namenu uporabe je mogoče na določen način zagotoviti pri – bolj ali manj ustreznih – obstoječih in novih osnovnih materialih.

2.1. Zmesi zrn

Odločilna za gradnjo in vzdrževanje sodobnih voziščnih konstrukcij je ugotovitev, da je pomen lastnosti zmesi zrn neprimerno večji, kot je bil doslej upoštevan. S preverjenimi postopki predelave (izboljšanje sestave, vmešanje veziva) pa je mogoče praktično vsako zmes kamnitih zrn uporabiti za določeno funkcijo v voziščni konstrukciji. Izkušnje potrjujejo, da so zmesi kamnitih zrn bolj odporne proti preoblikovanju, predvsem pod velikimi obremenitvami s težkimi tovornimi vozili (imajo večje efektivno notranje trenje), če skelet sestoji iz čim bolj grobih zrn drobirja. Zato je v praksi že opazen premik od uporabe zmesi zrn $\varnothing 22$ mm in $\varnothing 32$ mm k zmesem zrn $\varnothing 45$ mm in celo $\varnothing 63$ mm. Čim boljša je kakovost kamenine, tem bolj nezvezna je lahko sestava takšne zmesi zrn. Ker so grobozrnate zmesi zrn in zmesi zrn nezvezne sestave bolj nagnjene k razmešanju, so pri delu z njimi potrebni ustrezni ukrepi za zagotovitev homogenosti v vseh fazah.

2.2. Veziva

Klasičnima hidravličnima vezivoma cementu in hidratiziranemu apnu se v uporabi bolj ali manj uspešno pridružuje elektrofilitrski pepel. S kombinacijami navedenih osnovnih veziv so pridobljena kakovostna kompleksna veziva. Ta v veliki meri omogočajo proizvodnjo mešanic z optimalnimi lastnostmi, predvsem glede trdnosti in obstojnosti.

Lastnosti z mešanjem pridobljenih (predvsem trših) oksidiranih bitumnov so za nekatere namene uporabe na cestah že daljši čas problematične. V času skladiščenja, med predelavo in po vgraditvi pod prometom se v določenih pogojih lastnosti razpoložljivih bitumenskih veziv spremenijo v tolikšni meri, da ne ustrezajo več osnovnim pogojem uporabnosti. Opravljeni poskusi z vmešanjem

naravnega asfalta (Selenica) in različnih polimerov (plastomeri, elastomeri) pa so bili uspešni. Oksidativno in destilativno staranje takšnega modificiranega veziva je bistveno zmanjšano. Značilnost izboljšane veziva pa je tudi boljše termična stabilnost, in sicer

- povečana viskoznost pri višjih temperaturah (manjše trajno preoblikovanje) in
- povečana elastičnost in fleksibilnost pri nižjih temperaturah (preprečen nastanek razpok).

Odpornost proti staranju in termična stabilnost sta v naših klimatskih pogojih in pri danih prometnih obremenitvah ter terenskih razmerah zelo pomembni. Za to pa je treba zagotoviti tudi ustrezno homogenost modificiranega veziva. Vmešanje dodatka v bitumen zagotavlja boljše kakovost in manj problemov kot vmešanje v postopku proizvodnje asfaltne zmesi. V današnjih pogojih je z naravnim asfaltom modificirano bitumensko vezivo približno 20 %, s polimeri modificirano bitumensko vezivo približno 100 % dražje od navadnega bitumna. S takšnim vezivom proizvedena asfaltna zmes pa vzdrži enkrat večjo kumulativno prometno obremenitev (1). Lahko pa bi bila vgrajena tudi v ustrezno tanjši plasti (2). Teh trditvev doma še ni bilo mogoče preveriti. Dejstvo pa je, da na naših voziščih, kjer je bilo pri proizvodnji asfaltnih zmesi uporabljeno z naravnim asfaltom ali polimeri modificirano bitumensko vezivo, po več kot 10 letih še niso opazne škodljive spremembe (deformacije, razpoke).

3. POSTOPKI

Preizkušanje in uvajanje ustreznih oziroma novih tehnoloških postopkov za izboljšanje pomembnih lastnosti voziščnih konstrukcij oziroma vozniških površin bi moralo biti v vsakem specifičnem okolju sprejeto kot trajna strokovna naloga. Pri tem je prvenstveno treba upoštevati težo, ki je prisojena osnovnim smerem razvoja, to je varnosti vožnje, varstvu okolja in gospodarnosti. Glede na to je mogoče osnovne proizvodne postopke razvrstiti v splošne postopke in posebne postopke za nosilne in obrabne plasti.

Kakovost izvršenega dela je zaradi intenzivnega razvoja ustrezne opreme vedno manj odvisna od mesta izvedbe. Na mestu vgrajevanja pripravljene zmesi ali mešanice (mixed in place) so lahko enakovredne proizvedenim v centralnih obratih (mixed in plant).

3.1. Splošni postopki

Ker so postopki recikliranja v veliki meri podobni za nosilne in obrabne plasti sodobnih voziščnih konstrukcij, jih je mogoče upoštevati za najpomembnejši razvoj.

Pri nas je ponovna uporaba dragocenih obstoječih materialov občasno in v večji ali manjši meri praksa že več kot 10 let.

- Prvi poskusi so bili izvršeni z asfaltno zmesjo, odrezkano po vročem postopku iz poškodovane (deformirane) obrabne plasti. Brez popravkov je bila na cestah z majhno prometno obremenitvijo vgrajena v nosilno in obrabno-silno plast.

• Kot drugo delo velikega obsega je bila z dodatno korekcijsko asfaltno zmesjo prilagojena namenu uporabe sestava v obrabno plast vgrajene asfaltne zmesi, ki je pod prometom utrpela škodljive spremembe (deformacije, razpoke).

• Pri klasičnih asfaltnih bazah so bile z ustrezno dodatno opremo zagotovljene možnosti ponovne uporabe po hladnem postopku odrezkane (zdrobljene) asfaltne zmesi. Segrevanje s pregreto zmesjo kamnitih zrn je omogočilo uporabo do 30 % (m/m) zrn odrezkane asfaltne zmesi v novi asfaltni zmesi. Ta je v celoti ustrezala tehničnim zahtevam za nove zmesi za nosilne in/ali obrabne plasti.

• V preteklem letu pa so bile preverjene možnosti recikliranja oziroma prenove debelejših plasti v obstoječe voziščne konstrukcije vgrajenih zmesi z vmešavanjem veziva v odrezkano zmes zrn na mestu vgraditve («la chaussee renouvee»).

Dosedanje izkušnje kažejo, da so postopki recikliranja tako dorečeni, da je mogoče zagotoviti popolno kakovost asfaltnih zmesi. Za ustrezno uveljavitev v praksi pa bodo potrebne določene spremembe v razmišljanju. Rezultatov za to je dovolj na razpolago.

3.2. Posebni postopki

Zaradi naraščanja prometnih obremenitev so za nosilne plasti zanimivi predvsem postopki za povečanje odpornosti proti preoblikovanju. Poskusi s trdimi in modificiranimi bitumenskimi vezivi so bili deloma uspešni. Večji pa je bil učinek, če je bila zmes sestavljena iz razmeroma velikega deleža kakovostnih grobih zrn (makadam). Pri takšnih asfaltnih zmeseh v nosilnih plasteh je bilo deformiranje minimalno tudi po 20 in več letih v najtežjih prometnih in klimatskih razmerah.

Postopke za gradnjo in vzdrževanje obrabnih plasti sodobnih vozišč pa je treba podrobno presojati glede varnosti prometa, varstva okolja in gospodarnosti.

3.2.1. Varnost prometa

Osnovne lastnosti vozišč, ki vplivajo na varnost prometa, so sposobnost trenja, ravnost in svetlost.

Preverjeni postopki, ki zagotavljajo veliko sposobnost trenja med voziščem in pnevmatiko, so površinske obdelave in drenažni asfalti. Medtem ko površinske obdelave (površinske prevleke, tankoplastne obdelave) zagotavljajo poleg velikega trenja tudi zaporo površine vozišča, je treba pri drenažnih asfaltnih to zagotoviti z ustrezno podložno plastjo. Izbira optimalnega postopka pa je tako pri površinskih obdelavah kot tudi pri drenažnih asfaltnih odvisna od pogojev uporabe: za malo obremenjene vozne površine se je pokazala kot primerna enojna površinska prevleka 4/8 mm ali tankoplastna obdelava 0/4 mm, za bolj obremenjene vozne površine pa dvojna površinska prevleka 8/11 in 2/4 mm (praviloma z modificiranim bitumenskim vezivom) ali tankoplastna obdelava 0/8 mm.

Pri zgrajenih voziščih z drenažnimi asfaltni pa je bilo poleg pozitivnih lastnosti z dolgoletnim preverjanjem ugotovljeno

naslednje:

- asfaltna zmes 0/18 mm (vgrajena leta 1965!) je preveč groba (hrup) in problematična za vzdrževanje (krpanje),
- asfaltna zmes 0/14 mm (1975) je še groba, vendar primerna za ekstremno obremenjena vozišča,
- asfaltna zmes 0/10 mm (1981) je problematična za vzdrževanje (snežna deska v kolesnicah),
- asfaltna zmes 0/12 mm (1985) je glede drsnega trenja in vzdrževanja optimalna.

Zmes zrn drobirja mora biti pretežno iz silikatnih kamenin (delež drobirja nad 80 % m/m), delež votlin v vgrajeni plasti pa nad 18 % V/V. Razmeroma debel film veziva na zrnih je treba zagotoviti z modificiranim bitumnom in/ali dodatkom stabilizatorja.

Sposobnost trenja je mogoče za nekaj časa izboljšati z delnim odrezkanjem površine obrabne plasti po hladnem postopku. Pri tem je treba upoštevati oslabitev voziščne konstrukcije. Glede presoje sposobnosti trenja, vključno sposobnost dreniranja vozniških površin, je pomembna ugotovitev obsežnih raziskav, da je velikost zrn v asfaltni zmesi v obrabni plasti skoraj brez pomena (3). Bistvena je odpornost kamenine proti zaglajevanju. Uveljavljena mnenja bo torej treba v osnovah spremeniti.

Ravnost površine vozišča je mogoče ohraniti, če je za asfaltno zmes za obrabno plast uporabljeno modificirano bitumensko vezivo in/ali skeletna sestava zmesi zrn. Vsa pozitivna spoznanja glede tega združuje asfaltna zmes bitumenski mastikсни drobir (Splittmastixasphalt). Takšna zmes (delež drobirja znaša približno 75 % m/m, delež veziva približno 6 % m/m) zahteva skrbno in intenzivno zgostitev, vendar pa je temu ustrezno tudi odporna proti preoblikovanju in zagotavlja dobro sposobnost trenja. Preveritev v težkih pogojih (kanaliziran avtobusni promet v območju semaforiziranega križišča) potrjuje navedene značilnosti. Optimalne lastnosti pa ima v podobnih težkih pogojih tudi vozišče s poltogo obrabno plastjo (flexibet, betofalt). Izkušnje pa opozarjajo, da ima lahko že majhna nekompatibilnost uporabljenih materialov neželene posledice (razpoke).

Različna svetlost v obrabno plast vgrajenih asfaltnih plasti lahko dobro rabi za varnejše vodenje prometa. Izgradnja odstavnega pasu z obrabno plastjo asfalta iz svetle zmesi karbonatnih zrn ob temnejšem voznem pasu (zmes zrn iz silikatne kamenine) je enostavna in cenena, vendar zelo učinkovita, posebno v megli, dežju in ponoči.

3.2.2. Varstvo okolja

Zmanjšanje hrupa, ki ga povzroča promet na cestah, je danes ena pomembnejših in tehnično najbolj zahtevnih nalog. Zahteve za to, vključno tudi zmanjšanje drugih vplivov cestnega prometa na okolje, bo treba v vedno večji meri upoštevati. Vendar pa morajo biti ukrepi za varstvo okolja ekološko in strokovno smiselni in tehnološko izvedljivi.

Drenažni asfalti, ki so bili prvotno namenjeni izboljšanju varnosti vožnje, se uporabljajo danes z manjšimi modifika-

cijami kot eden pomembnejših postopkov za varstvo okolja. Povprečno zmanjšanje hrupa znaša do 5 dB (A) (4), v določenih pogojih pa tudi do 10 dB (A) (1). Podobne vrednosti zmanjšanja hrupa so bile ugotovljene tudi na po posebnem postopku obdelanih površinah cementnega betona (5). Te vrednosti je treba ovrednotiti z upoštevanjem, da polovični promet zmanjša nivo hrupa za približno 3 dB (A) in podobno tudi podvojitve oddaljenosti od izvora hrupa. Presoditi pa je treba, ali je zmanjšanje hrupa, ki ga je mogoče doseči z vgraditvijo drenažnega asfalta v obrabno plast, ugodnejše za okolje od vpliva soli, ki je za takšne vozne površine pozimi edino sredstvo za posipanje proti poledici in snegu.

Kot varstvo okolja pa je treba obravnavati tudi ponovno uporabo materialov, ki so bili pridobljeni iz obstoječih voziščnih konstrukcij. Možnosti odlaganja teh materialov so v naravi omejene, če naj bi se po današnjih merilih primerno okolje za življenje ohranilo.

3.2.3. Gospodarnost

Strokovne analize pogojev gradnje in uporabe cest omogočajo pomembne ukrepe tudi glede gospodarnosti. Predvsem možnosti varčevanja s kakovostnimi in drugimi materiali še niso dovolj uveljavljene. Na primer:

- Pridobljene obstoječe asfaltne zmesi so praktično v celoti obravnavane kot odpadni material, torej strošek; kakovost zmesi zrn in deloma tudi veziva pa se običajno le nepomembno razlikuje od kakovosti novih materialov.
- Kakovostni pesek iz silikatnih kamenin je nedvomno potreben v asfaltnih zmesih za obrabne plasti v posebnih pogojih. Za normalne pogoje uporabe pa zagotavlja ustrezno trenje tudi pesek iz karbonatnih kamenin; kakovost bitumenske malte s takšnim peskom je celo boljša.

• Porabo dragih zmesi zrn iz silikatnih kamenin za asfaltne zmesi za obrabne plasti je v količini mogoče bistveno zmanjšati, če se z ustreznim postopkom obdelata samo površina vozišča (površinska prevleka, tankoplastna obdelava). Ustrezno debelejša nosilna plast (večja zrna) zagotavlja tudi večjo odpornost proti preoblikovanju vozišča.

• Prilagoditev voziščnih konstrukcij na večpasovnih cestah predvidenim prometnim obremenitvam je predmet realne strokovne presoje. Po pravilu je mogoče na manj obremenjenem pasu namesto dela vezane nosilne plasti (asfaltne zmesi) vgraditi v enaki debelini plasti nevezano zmes zrn (drobljenec ali prodec).

Za presojo gospodarnosti bo treba podrobneje razčleniti tudi celotno porabo energije pri vročih in hladnih postopkih, npr. pri rezkanju in uporabi ustreznih veziv. Učinek gorilnika v sušilnih bobnih se zanesljivo še lahko poveča, enako tudi uporaba nastale toplote. S tem je mogoče povezati tudi zapostavljeni problem deponiranja zmesi zrn. Prav tako pa bo še treba vsestransko preučiti sistem ustreznega dograjevanja voziščnih konstrukcij (tanke in debele plasti, optimalna doba trajanja), da bi bile sposobne prevzeti predvidene obremenitve.

4. SKLEP

Število vozil na cestah bo pri nas v prihodnje še naraščalo, enako tudi osne obremenitve vozil. Za oboje je treba pravi čas ustrezno poskrbeti. Nekaj možnosti za to je informativno prikazanih v opisanih postopkih za zagotovitev varnosti vožnje, varstva okolja in gospodarnosti del na cestah.

LITERATURA

1. Downes, Koole, Mulder, Graham: New bituminous binders for asphalt roads, Strassen und Verkehr 2000, 2B-2 (FGSV), Berlin 1988.
2. Nakkel: Funktionsqualität – Umweltqualität, Erreichen und Erhalten des Qualitätsstandards, Strassen und Verkehr 2000, 2B-1 (FGSV) Berlin 1988.
3. Dames, Lindner: Untersuchungen über den Einfluss des Grösstkorns in bituminösen Deckschichten auf die Griffigkeit, Strasse und Autobahn, H. 6/1989.
4. Canisius: Lärmindernde Strassendecken, Asphaltstrassentagung 1989 (FGSV – H. 29), Kirschbaum Verlag, Bonn 1989.
5. Sommer: Ways of reducing tire-noise on concrete pavements, 6th International symposium on concert roads, V. II, Madrid 1990.

OGRAJE ZA AKTIVNO PROTIHRUPNO ZAŠČITO OB SLOVENSКИH CESTAH

UDK 625.74.5 + 699.844

MATIJA VILHAR

POVZETEK

Predlagana je razvrstitev protihrupnih ograj za zaščito pred prometnim hrupom ob cestah na podlagi akustičnih lastnosti. Prav tako je prikazan razvoj ograj, ki so po rezultatih laboratorijskih preiskav uvrščene med absorpcijske in visokoabsorpcijske protihrupne ograje.

FENCES OF ACTIVE NOISE PROTECTION ALONG OUR ROADS

SUMMARY

There is proposed a classification of noise protection fences for protection against road traffic noise and on the basis of acoustic properties. Development of noise protection fences, being according to laboratory tests classified under absorptive and high absorptive noise protection fence, is presented here.

1. UVOD

V Sloveniji smo prvi v jugoslovanskem prostoru uveljavili predpis, ki določa največje dopustne ravni prometnega hrupa ob cestah. To je Odlok o maksimalno dovoljenih ravneh hrupa za posamezna območja naravnega in bivalnega okolja ter za bivalne prostore, ki je bil objavljen v Uradnem listu SRS, št. 29, leta 1980. Zaščita okolja pred cestnim hrupom postaja pri gradnjah, rekonstrukcijah in modernizacijah cest vse pomembnejša. Izvedeni so bili številni aktivni protihrupni ukrepi, protihrupne ograje, nasipi, ukopi cest in ozelenitve ali pa pasivni ukrepi, kot na primer zamenjava običajnih oken s »termopanskimi«. Predvsem pa je načrtovanje protihrupnih ukrepov in drugih ukrepov za zaščito okolja že v času idejnega snovanja novih prometnic običajna in tudi obvezna dejavnost.

V pričujočem delu bo nekoliko podrobnejše prikazan razvoj ograj za aktivno protihrupno zaščito, to je ograj, ki imajo izboljšane lastnosti absorpcije zvoka.

Kovinske visokoabsorpcijske ograje so bile razvite in izdelane v podjetjih IMKO in TERMIKA iz Ljubljane. Visokoabsorpcijsko leseno ograjo je razvil PIONIR iz Novega mesta. Dve različni konstrukciji lesenih absorpcijskih ograj so izdelali v škofjeloški JELOVICI in BOR-u iz

Laškega. Pojavljajo se še podjetja, ki želijo ponuditi trgu nove vrste protihrupnih ograj iz različnih materialov. V fazi raziskav pa so tudi v svetu šele v novejšem času uveljavljeni ukrepi za zmanjšanje hrupnosti vozil z izgradnjo vozniških površin, ki zmanjšujejo prometni hrup.

2. RAZVRSTITEV PROTIHRUPNIH OGRAJ

Protihrupne ograje, ki jih prištevamo med aktivne protihrupne ukrepe ob cestah, so ograje iz različnih materialov (kovina, les, plastika, mineralna ali steklena volna itd.), postavljene med prometnico in objekti bivalnega okolja ali naravnimi površinami, ki jih ščitimo pred prometnim hrupom.

Pri določanju akustičnih lastnosti protihrupnih ograj velja za izhodišče zahteva, da morajo biti konstrukcijsko zgrajene tako in iz takih materialov, da se zvok določenega frekvenčnega območja zmanjša pri prehodu skozi ograjo za najmanj 25 dB (A). Ta zahteva opredeljuje lastnost dušenja hrupa protihrupne ograje oziroma izolirnost.

Po stopnji odboja (refleksije) zvoka določenega frekvenčnega območja, ki je blizu frekvenčnemu območju prometnega hrupa (A-vrednost), delimo protihrupne ograje na:

A) **odbojne**, ki zmanjšujejo odbiti hrup glede na vpadnega za manj kot 4 dB (A).

B) **absorpcijske**, ki zmanjšujejo odbiti hrup od 4 do 8 dB (A) in

Avtor:
Matija Vilhar, dipl. inž.
vodilni tehnolog za razvoj

C) **visokoabsorpcijske**, ki zmanjšujejo odbiti hrup za več kot 8 dB (A).

Akustične lastnosti protihrupnih ograj se določajo z laboratorijskimi meritvami.

Ker domačih predpisov ni, so bili pri razvoju protihrupnih ograj uporabljeni nemški tehnični predpisi in smernice »Zusätzliche technische Vorschriften und Richtlinien fuer die Ausfuehrung von Laermschutzwaenden an Strassen ZTV – Lsw 81«.

3. KONSTRUKCIJA KOVINSKIH IN LESENIH PROTIHURPNIH OGRAJ

Montažne protihrupne ograje so sestavljene iz naslednjih delov:

- kovinskih ali lesenih lamel s polnilom za absorpcijo zvoka,
- nosilnih stebrov,
- temeljev in
- spodnjih predfabriciranih cementnobetonских elementov.

Pločevina, iz katere so izdelane lamele za absorpcijo hrupa, je običajno pocinkana ali aluminijaska. Zunanja površina je prevlečena z zaščitno-dekorativnim premazom. Pločevina je na strani, od koder prihaja zvok, perforirana.

Lesene lamele so običajno sestavljene iz letvic iglavcev. Les mora biti globinsko impregniran, tako da je zagotovljena trajnost lesene konstrukcije za daljše časovno obdobje brez vzdrževalnih del.

Polnilo lamel je steklena ali mineralna volna, ki mora biti odporna proti delovanju vode, soli in industrijske atmosfere. Volumenska teža polnila je odvisna od zahtevanih akustičnih lastnosti protihrupne ograje, največkrat je več kot 90 kg/m^3 .

Stebri ograje so jekleni vroče cinkani H profili dimenzij, ki so usklajene s statičnimi zahtevami konstrukcije. Stebri so bodisi privijačeni na sidrne vijake v temeljih ali pa postavljeni v čaše temeljev in zaliti z betonom.

Točkovni temelji iz cementnega betona MB 30 so delno predfabricirani. Dimenzije so odvisne od višine protihrupne ograje, nosilnosti temeljnih tal in vetrovne cone, ki določa statični izračun temeljev.

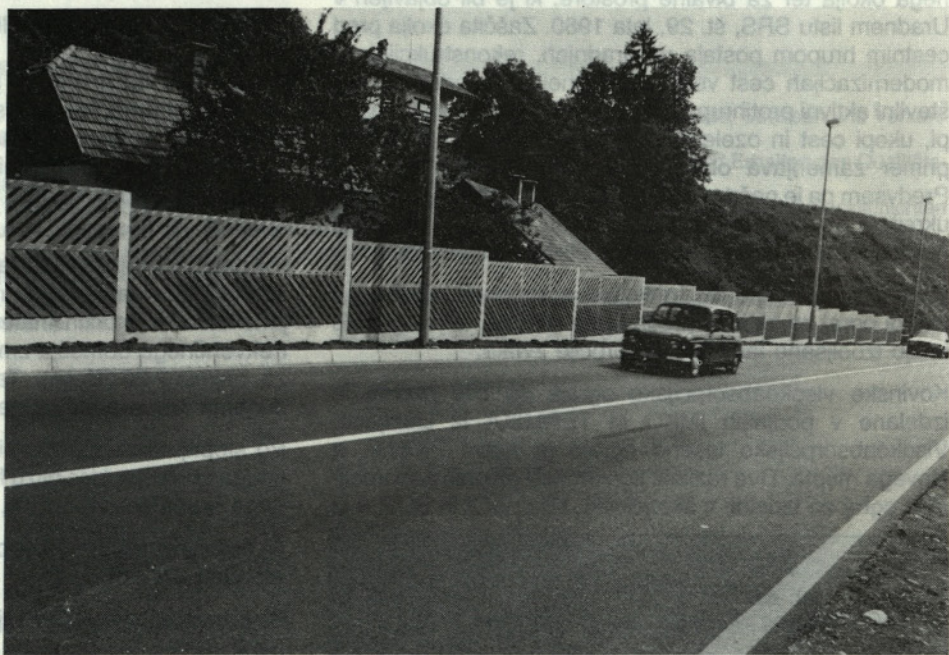
Spodnji element ograje je plošča iz armiranega cementnega betona MB 30.

Razdalja med stebri je običajno 4 m, višina pa do 4,5 m. Debelina lamel je od 0,1 do 0,15 m. Če je dolžina ograje več sto metrov, morajo biti na vsakih 150 m vgrajena vrata za zasilni prehod ograje.

Pogosto uporabljajo v tujini namesto temeljenja namestitve kovinskih ali lesenih protihrupnih lamel na betonsko varnostno ograjo (New Jersey ograja) ob cesti ali v oštripasovnice.

4. POSTAVITEV OGRAJ

Protihrupne ograje so lahko zaradi togih nosilnih stebrov »nevarne ovire«. Pred nevarnimi ovirami ob vozišču je potrebno pri hitrostih prometa, večjih od 70 km/h, vedno namestiti varovalno ograjo. Tako je tudi protihrupna ograja ob vozišču praviloma zavarovana z varnostno kovinsko



Sl. 1. Protihrupna ograja na Blejski vpadnici

ali betonsko ograjo.

Običajno so ograje postavljene dlje od roba ceste na pobočjih neposredno pred objekti, ki jih ščitimo ali na umetno zgrajenih nasipih, ker so tako nameščene ograje nižje in zato cenejše.

Izbor med kovinskimi in lesenimi izvedbami ograj narekuje prilagajanje okolju. Za okolja, ki odklanjajo uporabo kovinskih konstrukcij in betona, uporabljamo lesene, kombinirane in mnogokrat tudi ozelenjene ograje.

5. NAMESTO SKLEPOV

Okolje slovenskih cest je mogoče zaščititi pred prometnim hrupom z ograjami enake kakovosti in podobnega videza, kot jih že vrsto let uporabljajo v tujini. Najmanj pet podjetij je, ki imajo vpeljana proizvodnja protihrupnih ograj iz različnih materialov. Pomembno je, da dosegajo akustične lastnosti doma proizvedenih ograj, po klasifikacijah iz tujih

predpisov, razred visoke absorpcije.

Načrtuje se nadaljnji razvoj aktivnih protihrupnih ukrepov pa tudi drugih tehničnih rešitev, ki s strani ceste in posegov ob cesti zmanjšujejo prometni hrup. Žal imajo projektanti cest premalo vpliva na zmanjševanje hrupa, ki ga povzročajo sama vozila.

Sposobnost, da tehnično obladujemo razvoj, načrtovanje in postavitev aktivnih ukrepov protihrupne zaščite še ne zadošča, da bi postavili ograje povsod tam, kjer bi bile potrebne in strokovno upravičene. Ekonomska moč našega cestnega gospodarstva namreč ni zadostna in znatno omejuje realizacijo ukrepov. Lahko pa ugotovimo, da razvoj zaščite okolja cest hitro napreduje.

Uvajanje novih aktivnih protihrupnih ukrepov pri gradnji in modernizaciji cest v Republiki Sloveniji predstavlja le del aktivnosti o zaščiti okolja pred vplivi cestnega prometa, pri čemer je posebna pozornost posvečena tudi zaščiti podtalnice in ozelenitvam pri večjih gradbenih delih.

ZEMELJSKI PLAZOVI KOT STALEN PROBLEM V CESTNI GRADNJI

UDK 625.711 : 551

ANDREJ LOČNIŠKAR

POVZETEK

Zemeljski plazovi povzročajo v cestogradnji velike probleme. Zato je poznavanje vzrokov njihovega nastanka odločujočega pomena za možnost preprečitve splazitev ali pravilno sanacijo splazele mase.

Plazenje je posledica delovanja eksogenih, endogenih in tudi kozmičnih sil. Pogosta nestabilnost na pobočjih se pojavlja pri tako imenovanih kritičnih hribinah in zemljinah. To so kamenine s slabimi geomehanskimi karakteristikami, katerih prisotnost je v Sloveniji precejšnja. Pomembni faktor za labilnost kamenin pa je vsekakor voda, ki v vseh svojih oblikah pripomore, da se geomehanske karakteristike kamenin močno poslabšajo. Najbolj neugodni dotoki vode so relativno kratki a bogati nalivi, ki so na našem ozemlju v zadnjih letih pogosti.

Članek vsebuje poleg različnih razvrstitev plazov tudičasne oziroma prve in trajne sanacijske ukrepe.

Avtor:
Andrej Ločniškar, dipl. inž. geol.
svetovalec za geologijo

LANDSLIDES AS A GREAT PROBLEM IN ROAD CONSTRUCTION

SUMMARY

Landslides represent a great problem in road construction. The causes of their origin are of significant importance to prevent sliding or to achieve the restoration of the sliding soil. Landslides are the consequence of the activity of exogenous, endogenous as well as cosmic forces. The frequent instability on slopes appears with so called »critically« compact rocks and soil. These are rocks with bad geomechanical characteristics, which are often found in Slovenia.

The significant factor for the lability of rocks is water, which causes, in all its forms, the deterioration of geomechanical characteristics of minerals. The most damaging inflows of water are the relatively short but abundant rain showers which have been quite frequent the last few years in our area.

In addition to various classifications of landslides, the article contains temporary of initial and permanent restorative measures.

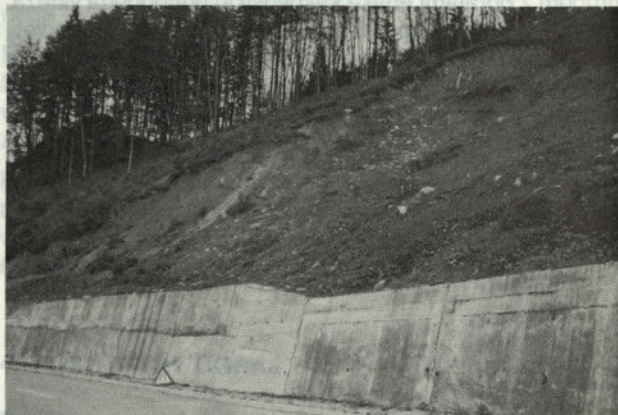
Nestabilnost brežin, ki se odraža kot plazenje zemeljske mase, je bila tema mnogih razprav, zato se bom v tem članku omejil na opis vzrokov za nastanek plazov, njihovo klasifikacijo in možnosti preprečitve oziroma sanacije plazov.

Starost plazov ni bistveno manjša od starosti našega planeta, tako da jih lahko štejemo med naravne pojave. Poleg naravno povzročenih zdrsov pa smo priča številnim plazovom, ki nastanejo zaradi človekovega posega v okolje.

Strokovno je plazenje posledica delovanja eksogenih, endogenih in kozmičnih sil. Vsaka posebej ali pa kombinacija naštetih sil povzročajo, da se pojavi porušitev ravnotežja in nato zdrs dela površinske zemljine ali hribine. Eksogene ali zunanje sile se odražajo pri raznovrstnem preprečevanju, eroziji vodotokov in precejanju podtalne vode. Endogene ali notranje sile pa nastanejo pri mikro in makro tektoniki vse do premikanja velikanskih plošč, kot na primer premik jadranske plošče proti evropski plošči. Kozmične oziroma zunajzemeljske sile pa se odražajo v nihanju lege zemeljske osi, premikanju zemeljskih polov in v ekliptiki. V veliki meri pa poleg omenjenih vzrokov pripomore k plazenju tudi neugodna geološka zgradba ozemlja. Slovenija je glede geološke in tektonske zgradbe zelo pestra. Zaradi te raznolikosti pa je prisotnost inženirsko-geološko in geološko-geotehnično tako imenovanih kritičnih hribin in zemljin precejšnja. Kritične hribine in zemljine so kamenine z zelo slabimi geotehničnimi parametri. Na Ljubljanskem barju je to židko meljno blato, imenovano polžarica; v območju posavskih gub, Karavank in na Dolenjskem je taka hribina premokarbonski in triasni skrilav grafitoidni glinovec; na Gorenjskem je kritična zemljina starotericiarna sivica; na Štajerskem so zgornje in spodnje pliocenske gline s peski; na Primorskem in Notranjskem pa starotericiarni fliš in njegova preperina. Ta razdelitev in lokalna rejonizacija sta zelo generalni, saj se omenjene zemljine in hribine pojavljajo tudi drugje.

Omenjeno nakazuje, da v celotnem slovenskem prostoru prihaja do velikih stabilnostnih problemov v vseh gradbenih posegih.

Za pojav plazenja sta pomembna dva dejavnika: prvi je gravitacija, ki teži k premiku višje ležečih kamnin navzdol, drugi pa je notranja trdnost kamenine, ki preprečuje



Sl. 1. Širjenje preperinskega plazu nad podporno konstrukcijo

premik. Dokler so sile težnosti v ravnotežju z mobiliziranimi silami notranjega odpora v kameninah, do porušitve stabilnosti ne more priti. Mobilizacija notranjega odpora kamenine pa je možna le do maksimalne strižne trdnosti kamenine. Prav strižna trdnost pa je tista, ki zaradi svoje nizke vrednosti prej omenjene kamenine uvršča med kritične. Notranji odpor določenega materiala proti strižnemu prestrigu po ploskvi se izraža s kotom notranjega trenja in kohezijo tega materiala. Zunanji vplivi, kot sta prisotnost vode in kakršnokoli preperevanje, pa pri kritičnih kameninah kot notranjega trenja in kohezijo bistveno zmanjša. Pri nevezanem materialu je stabilnost enostavno povezana s kotom notranjega trenja in ni odvisna od višine nasipa ali globine vkopa. Pri vezanih kameninah pa so brežine stabilne tudi pri nagibih, večjih od kota notranjega trenja, ker se notranji odpor materiala poveča za kohezijo. Pri takih materialih pa je stabilnost nasipa ali vkopa neodvisna od višine, ker velja relacija, da je pri nižji koheziji manjša tudi kritična višina.

Eden glavnih vzrokov, da postane kako področje nestabilno, je prisotnost vode v zemljini ali hribini. Poleg nenadnega povečanja težnostne sile s povečanjem deleža vode v materialu pa se močno poslabšajo tudi osnovne geomehanske karakteristike določene kamenine. Taki pogoji nastanejo ob ali po obilnih deževjih, ki so zadnja leta vse pogostejša.

Pri takem nenadnem povečanju količin vadozne vode pride do različnih vrst plazenja: od manjših premikov preperinskega pokrova, lezenja ali tečenja goste suspenzije ali blatnega toka, malo večjih usadov, pa vse do velikih regionalnih premikov. Zadnji tak primer je velik (več 10.000 m³) plaz Podvolovjek pri Lučah, ki se je sprožil ob močnem deževju novembra 1990. Zdrs je nastal po naprej pogojeni drsni ploskvi (prelomu), ki jo je bilo nemogoče prej predvideti. Negativni vplivi za nastanek plazov v zvezi z vodo so še nihanje podtalnice, nastajanje in širjenje (pri zmrzovanju) razpok, ki vzpostavijo komunikacijo z drsno ploskvijo in pa spreminjanje prostornine pri nabrekanju nekaterih mineralov glin.

Vsako plazenje se izvrši po neki ploskvi, ki jo imenujemo drsina. V idealnem materialu je porušitev po krožni drsini oziroma drsini, ki je blizu krožni. V naravi so idealni pogoji redki (krožne drsine so ponavadi le v nasipih, ki jih je izdelal človek) in porušitev se zgodi po v naprej pogojeni ploskvi, na kateri je strižni odpor v tleh najmanjši.

Plazove klasificiramo po različnih kriterijih: po geološki strukturi, po obliki plazine in drsne ploskve, hitrosti plazenja in po kompaktnosti splazele mase.

V osnovi delimo plazove na **zemeljske**, kjer telo plazu predstavljajo zemljine, in **hribinske**, kjer je telo plazu kompaktna hribinska masa. Glede na geološko strukturo so plazovi blokovni, paketni, kompaktni in preperinski. Nestabilni pojavi, vezani na debelino zdrselega materiala, so: zdrs humusa na površini, plitvi plazovi (do 1 m), globoki plazovi (do 10 m) in regionalni plazovi (več 10 m globoko je drsna ploskev). Delitev po obliki drsine ploskve je: zdrs v homogenih materialih po krožnici in zdrs po naprej pogojenih drsinah. Po hitrosti zdrsa ločimo: usade in podore, do katerih pride v zelo kratkem času. Usadi so značilni za zemeljine, podori pa za hribine. Kriteriji za hitro

plazenje so premiki nekaj cm na uro, za počasno plazenje pa nekaj mm na dan. V to skupino uvrščamo še fosilne plazove, ki več let mirujejo, vendar pa obstaja možnost, da se ob spremembi delovanja zunanjih sil zopet aktivirajo. Po kompaktnosti splazele mase delimo plazove na: blatne tokove, plazenje preperinskega pokrova in homogene plazine.

Redko smo v naravi priča plazovom, ki bi jih lahko uvrstili samo v enega od naštetih tipov, saj meje med omenjenimi niso ostre. Marsikateri strokovnjaki uporabljajo drugačne klasifikacije plazenja, vendar je generalna delitev podobna.

Pred sanacijskimi ukrepi na plazovitem področju je potrebno plaz z različnimi geološko geofizikalno geotehničnimi metodami raziskati, da ugotovimo njegovo razprostranjenost, nadaljnji potek plazenja ter določitev geotehnične lastnosti plazine in podlage.

Pri sanaciji plazov ločimo prve začasne sanacijske ukrepe in pa sanacijske ukrepe za trajno stabilnost. Prvi sanacijski ukrepi so naslednji:

- preusmeritev dotokov površinskih voda na telo plazu,
- odvodnjavanje vod iz telesa plazu s površinskimi jarki,
- prekrivanje plazu s folijo za preprečevanje omočenja plazine,
- lokalna zemeljska dela na območjih, kjer so ogroženi objekti,
- lokalna preusmeritev toka plazine,
- zaščita objektov s premičnimi lesenimi opaži.

Najbolj pogosti sanacijski ukrepi za trajno stabilnost pa so:



Sl. 2. Splazitev dela cestnega telesa vsled slabega dreniranja zaledne vode

- pregrupacija zemeljskih mas,
- odvodnjavanje površinskih vod in dreniranje,
- stabilizacija tal,
- pomožni sanacijski ukrepi (zatravitev z vegetacijo),
- gradbeni posegi.

V slovenski cestni gradnji je eden največjih problemov prav nestabilnost brežin. Že v predhodnih geološko-geo-

mehanskih raziskavah na predvidenih trasah cest poizkušamo pridobiti čim kakovostnejše podatke za ocenitev pogojev izvedbe cestnega telesa. Mnogokrat se ni mogoče izogniti dragim gradbenim konstrukcijam (avtocesta pod Mežakljo, predvidena trasa avtoceste pod Nanosom) za zagotovitev trajne stabilnosti brežine. Še vedno pa obstaja dvom, ali je finančno bolj upravičeno izvajanje trajnih stabilnosti brežin ali pa le delna stabilnost in v primeru zdrsov izvajanje sanacijskih ukrepov.

SISTEMI UPRAVLJANJA IN GOSPODARJENJA Z VOZIŠČI

UDK 625.7 : 351

VILI ŽAVRLAN

POVZETEK

Slabo stanje voznih površin na številnih magistralnih in regionalnih cestah v Sloveniji vpliva na gospodarstvo s povečevanjem stroškov, ki jih povzroča dražji in časovno dolgotrajnejši transport in povečano število prometnih nezgod. Mnoge ceste, ki so bile zgrajene pred 10 ali celo 15 leti in ki so v zelo slabem stanju, se le minimalno vzdržujejo, čeprav bi bilo na njih potrebno opraviti večja obnovljiva dela že precej let nazaj, da bi bil zagotovljen ustrezní nivo uslug in varnosti. Eden izmed razlogov za tako stanje je pomanjkanje sredstev, vendar to ni edini razlog. Do danes v Sloveniji še nismo uspeli vpeljati ustreznega sistema za gospodarjenje z vozišči, ki bi zagotavljal identifikacijo, zbiranje, shranjevanje, dopolnjevanje in upravljanje z vsemi podatki, ki jih potrebujemo za planiranje, upravljanje in ukrepanje na cestnem omrežju. Uporaba takšnega, integralnega informacijskega sistema in modela za odločanje, bi nam pomagala, da bi lahko realno ocenili stanje cestnega omrežja in določili ter ovrednotili dejanske potrebe. Prav tako bi nam omogočila izbrati dolgoročne strategije vzdrževanja in obnavljanja za vsak posamični cestni odsek in bolj učinkovito porazdeljevati razpoložljiva sredstva, namenjena vzdrževanju in obnavljanju cestnega omrežja v Sloveniji.

PAVEMENT MANAGEMENT SYSTEM

SUMMARY

Poor condition of pavement on many of major and regional roads in Slovenia influences national economy by means of increased costs, caused by more expensive and time waisting road transport and increased number of accidents. On many roads, which were built more then 10 or even 15 years ago and which are in poor condition, only routine maintenance is applied, although an overlay or other rehabilitation techniques would be necessary long ago, to provide adequate serviceability and safety. One of the reasons for that is the lack of necessary funds. But it is not the only reason. Until today we have not yet introduced an adequate pavement management system for identifying, collecting, storing, retrieving and managing all data relating to pavements which are relevant to the planning, management and operation of a road network. The use of an integrated information system and decision model would help us to estimate the real condition of road network and to establish the needs. It would also make us possible to choose opimal longterm strategies of maintenance and rehabilitation for each of the road sections and to spread the road funds more efficiently.

Avtor:
Žavrlan Vili, dipl. inž.
svetovalec za voziščne konstrukcije

1. INFORMACIJSKI SISTEMI V CESTNEM GOSPODARSTVU

Informacija je danes osnova za sprejemanje odločitev in večino aktivnosti na področjih, kjer se zahtevata dolgoročno planiranje in programiranje dela. Med ta področja lahko štejemo tudi cestno infrastrukturo, saj se upravljanje cestnega omrežja po svojih splošnih zahtevah ne razlikuje bistveno od katerekoli druge gospodarske dejavnosti. Upravljanje cestnega omrežja zahteva medsebojno usklajevanje sredstev in dela, tako da se lahko zagotovi ustvaritev postavljenih ciljev. Ti cilji pa se kažejo predvsem v zagotovitvi ustreznega nivoja uslug uporabnikom cest in uporabnikom cestnega transporta.

Odločitve o razporejanju sredstev v cestno infrastrukturo (pa naj gre za vzdrževanje, obnove, rekonstrukcije in novogradnje) običajno temeljijo na zahtevah, ki izhajajo iz prometnih razmer in nivojev uslug, ki jih želimo imeti.

Za sprejemanje ustreznih odločitev so v cestnem gospodarstvu na splošno potrebni realni, dostopni in ne predragi podatki ter model oziroma sistem za vrednotenje podatkov ter sprejemanje odločitev. Slabe odločitve lahko sprejemamo brez sistema za odločanje, čeprav imamo dobre informacije, do dobrih odločitev pa je praktično nemogoče priti brez dobrih informacij in ustreznega sistema za odločanje. Nekdaj so za sprejem odločitve zadostovale izkušnje in presoja, danes pa je število ter kompleksnost dejavnikov, ki vplivajo na razporejanje sredstev v cestno infrastrukturo, tako velik, da brez realnih, objektivnih podatkov in ustreznega sistema za odločanje ni mogoče sprejemati racionalnih, tehnično in ekonomsko pravih odločitev.

2. STANJE CESTNEGA OMREŽJA V SLOVENIJI

Cestno omrežje Republike Slovenije po podatkih Republiške uprave za ceste sestavljajo ceste naslednjih kategorij:

– avtoceste	229 km
– magistralne ceste	1352 km
– regionalne ceste	3391 km
– lokalne ceste	9554 km

Skupaj obstaja v Sloveniji 14.526 km kategoriziranih cest. Poleg tega obstajajo tudi nekategorizirane ceste, kot so krajevne ceste, mestne ceste itd., ki so prav tako sestavni del javnega cestno-prometnega omrežja.

Od navedenih kategoriziranih cest je okoli 70 % utrjenih, preostale so makadamske. Večina makadamskih cest (88 % dolžine) je na lokalnem cestnem omrežju, preostalih 12 % je na regionalnih cestah.

Večina voziščnih konstrukcij na utrjenih cestah dosega starost od 10 do 20 let, precej jih je starih nad 20 let in sorazmerno malo do 10 let. Glede na ocene stanja vozniških površin na avtocestah in magistralnih ter regionalnih cestah v Sloveniji (okoli 30 % dolžine cest je ocenjenih kot slabih), ki potekajo po subjektivnih kriterijih od leta 1983 dalje, je sklepati, da so sredstva, ki jih vsakoletno

v to omrežje vlagamo, premajhna za doseganje nivoja uporabnosti, kakršnega imajo ceste v razvitih državah zahodnega sveta. Dejstvo je, da so voziščne utrditve na številnih naših cestah v fazi pospešenega slabšanja stanja oziroma degradacije, ko so za vzpostavitev ustreznih uporabnosti potrebni veliki in dragi ukrepi. Z drugimi besedami povedano, na številnih cestah smo zaradi neustreznega financiranja oziroma pomanjkanja sredstev v preteklih letih zamudili rok, ko bi bilo popravilo vozišč s tehničnega in ekonomskega aspekta najugodnejše.

3. ZNAČILNOSTI SISTEMOV ZA UPRAVLJANJE IN GOSPODARJENJE Z VOZIŠČI

Sistemi za upravljanje in gospodarjenje z vozišči so sistemi, s pomočjo katerih je omogočen optimalen pristop k planiranju vzdrževanja in obnavljanja zgrajenih vozišč oziroma vozniških površin, tako s tehničnega kot z ekonomskega vidika. Z uporabo teh sistemov je mogoče v nekem določenem časovnem obdobju zagotavljati:

- maks. nivo uporabnosti vozišč glede na razpoložljive vire sredstev ali

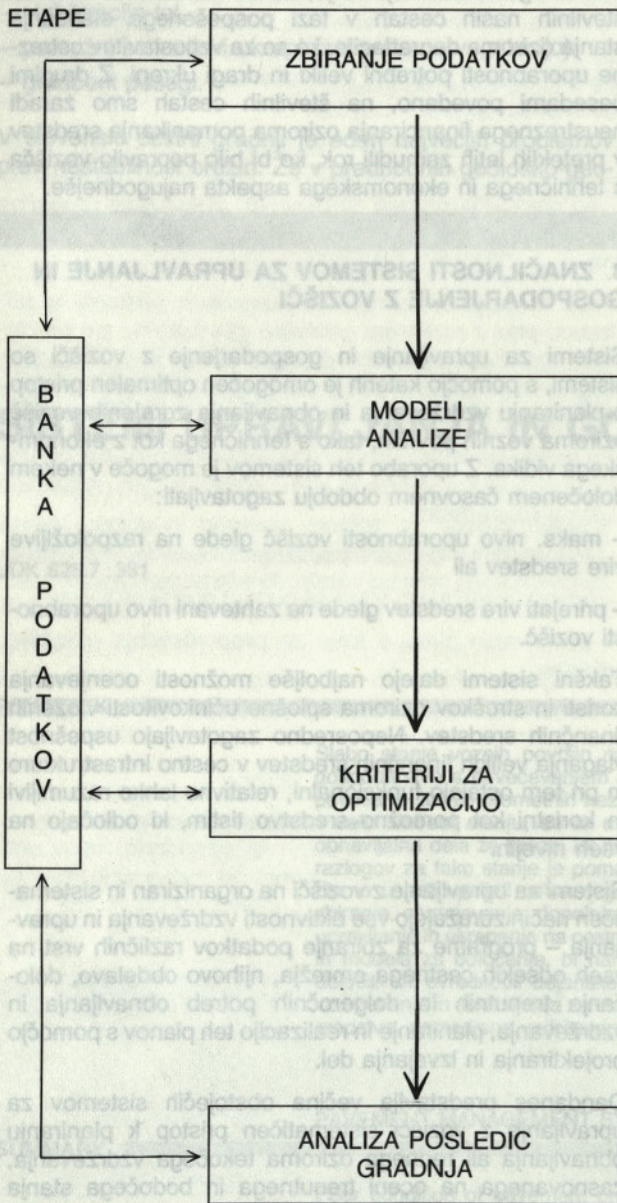
- prirejati vire sredstev glede na zahtevani nivo uporabnosti vozišč.

Takšni sistemi dajejo najboljše možnosti ocenjevanja koristi in stroškov oziroma splošne učinkovitosti vloženih finančnih sredstev. Neposredno zagotavljajo uspešnost vlaganja velikih finančnih sredstev v cestno infrastrukturo in pri tem ostajajo funkcionalni, relativno lahko razumljivi in koristni kot pomožno sredstvo tistim, ki odločajo na vseh nivojih.

Sistemi za upravljanje z vozišči na organiziran in sistematičen način združujejo vse aktivnosti vzdrževanja in upravljanja – programe za zbiranje podatkov različnih vrst na vseh odsekih cestnega omrežja, njihovo obdelavo, določanje trenutnih in dolgoročnih potreb obnavljanja in vzdrževanja, planiranje in realizacijo teh planov s pomočjo projektiranja in izvajanja del.

Dandanes predstavlja večina obstoječih sistemov za upravljanje z vozišči sistematičen pristop k planiranju obnavljanja ali rednega oziroma tekočega vzdrževanja, zasnovanega na oceni trenutnega in bodočega stanja vozišča. To planiranje vzdrževanja in obnavljanja vozišč predstavlja kompleksen proces odločanja, v katerega je vključen izbor ustreznih odsekov, na katerih je potrebno intervenirati, ustreza določitev termina izvajanja teh intervencij in izbor ustreznih ukrepov vzdrževanja oziroma obnavljanja vozišč na teh odsekih. Dobiti odgovor na ta vprašanja, kar pomeni tudi izbor najugodnejše strategije v pogojih različnih finančnih, administrativnih, organizacijskih, tehnoloških in drugih omejitev, je mogoče le z izvajanjem koordiniranih aktivnosti, ki združujejo potrebno število ključnih elementov – modulov upravljanja in odločitev, ki se morajo na različnih nivojih tega upravljanja neprestano sprejemati. Združevanje teh elementov na organiziran in koordiniran način, z uporabo ustreznih delovnih modelov in postopkov, je bistvena predpostavka

Osnovne etape procesa upravljanja s cestami



Elementi

- Strukturno stanje ceste
- Funkcionalno stanje ceste
- Prometni pogoji (jakost in osne obremenitve)
- Stroški in koristi (za uporabnike, družbo)

- Predvidevanje stanja ceste
- Predvidevanje obsega poškodb
- Opcije/Strategija vzdrževanja
- Stroški in koristi od uporabe zaradi prometa
- Stroški in koristi od uporabe zaradi ceste

- Najnižji nivo funkcionalne uporabnosti ceste
- Najnižji nivo strukturne uporabnosti ceste
- Minimalni splošni stroški ali maksimalni čisti dobiček

- Velikost potrebnih finančnih sredstev
- Planiranje vzdrževalnih del

vsakega sistema za upravljanje in gospodarjenje z vozišči.

Pred ljudi, ki vodijo sisteme za upravljanje in gospodarjenje z vozišči, se postavlja več vprašanj:

- prvo, ki je predvsem tehnične narave, se glasi, kako ugotoviti potrebe in določiti ustrezne ukrepe
- drugo, ki je tehnične in ekonomske narave, se glasi, kako izbrati prioritete med različnimi potrebami v primeru, ko so viri sredstev premajhni in kako ta sredstva razporediti

– tretje, tudi zelo pomembno vprašanje, ki je na prvi pogled manj izstopajoče, ker se nanaša na daljše časovno obdobje oziroma zahteva širši aspekt obravnave, se glasi, kako uskladiti ukrepe in prioritete v primeru premajhnih sredstev, da bi bile koristi glede na realizacijo čimvečje.

Večina do danes sestavljenih sistemov za upravljanje z vozišči vsebuje štiri glavne etape izvajanja:

- V prvi se ugotavlja stanje cestnega omrežja, in to trenutno stanje kot tudi stanje za obdobje, za katerega

se sestavlja plan (običajno 5 let za srednjeročne in 10 let za dolgoročne plane). Pri tem se uporablja model za napovedovanje stanja oziroma model predikcije.

– Druga etapa zajema ekonomsko analizo, ki je lahko zelo različna od primera do primera. Pri večini sistemov za upravljanje z vozišči je to analiza stroškov in koristi za vsako od možnih različnih alternativ ukrepanja in to za vse odseke cest ali pododseke, izbrane v prvi etapi.

– Izvršene ekonomske analize v večini sistemov predstavljajo vhodno informacijo za izvedbo postopka optimizacije. Cilj optimizacije je določitev prioritete med odseki oziroma pododseki in izbira optimalne strategije ukrepanja, kar ima za posledico povečanje koristi od vloženih finančnih sredstev.

– Na podlagi rezultatov optimizacije se sestavi letni plan oziroma program izvajanja ukrepov na voziščih ter izvedbo predlagani ukrepi.

Na naslednji skici so shematsko prikazane osnovne etape procesa upravljanja s cestami oziroma vozišči kot sinteza posameznih procesov, ki se uporabljajo v večini sistemov upravljanja s cestami po svetu.

4. Sklep

V zaostrenih razmerah postaja ohranitev zgrajenih vozišč poglobitnega pomena za vso družbo, saj slabo stanje voznih površin v veliki meri vpliva na povečevanje stroškov številnih panog gospodarstva in družbene nadgradnje. Zaradi tega bi bilo potrebno v Sloveniji čimprej pričeti z dopolnjevanjem banke cestnih podatkov z vsemi potrebnimi objektivnimi podatki o stanju vozišč in z uvajanjem računalniškega sistema za upravljanje in gospodarjenje z njimi, v končni fazi pa tudi s cestami v celoti. Le na ta način bodo finančna sredstva, namenjena za vzdrževanje

in obnovo obstoječih vozišč, optimalno izkoriščena in s tem ceste v boljšem stanju.

Vpeljava sistema upravljanja in gospodarjenja z vozišči je ena izmed prioriteten nalog Republiške uprave za ceste Slovenije. Vpeljavo sistema lahko v splošnem razdelimo na štiri faze:

– določitev terminov, ki nastopajo v zvezi z vpeljavo sistema upravljanja in gospodarjenja z vozišči

– sestavo ustrezne banke (cestnih) podatkov

– izbor ustrezne merilne opreme za ugotavljanje (merjenje) stanja vozišč

– izbor modela odločanja za racionalno, tehnično in ekonomsko opravičljivo vlaganje in razporejanje sredstev v vzdrževanje in obnovo vozišč.

V Sloveniji je bilo v preteklih letih, z upoštevanjem domačih in tujih izkušenj, že določeno, kateri podatki o stanju vozišč so pomembni za sistematično upravljanje in gospodarjenje z njimi. V veliki meri je določeno tudi izrazoslovje s tega področja in sestavljena banka, ki že vsebuje nekatere od potrebnih cestnih podatkov.

Ostale pomembne aktivnosti, kot so izbor in nabava ustrezne merilne opreme za meritve stanja vozišč ter izbora modela za vrednotenje stanja in sprejemanje odločitev, so v pripravi. V letu 1991 bo potrebno nabaviti ustrezno merilno opremo za meritve stanja vozišč in izbrati model za vrednotenje podatkov ter sprejemanje odločitev. V letu 1992 se predvideva testiranje merilne opreme in izvedba meritev izbranih karakteristik vozišč na cestnem omrežju Slovenije. Prve rezultate uvedenega sistema upravljanja in gospodarjenja z vozišči na cestah v Sloveniji je pri predpostavki, da bodo na voljo potrebna finančna sredstva, realno pričakovati v letu 1993.

OBVESTILO

Obveščamo vse naročnike Gradbenega vestnika, da je izvršni odbor ZDGITS na svoji zadnji seji sprejel sklep, da je potrebno naročnino za Gradbeni vestnik letnik 1991 poravnati najkasneje do konca meseca maja.

Prosimo vse naročnike, ki do danes niso poravnali te obveznosti, da to storijo v najkrajšem času pri svojem matičnem društvu ali na žiro račun Zveze št. 50101-678-47602.

UREDNIŠTVO

ZAŠČITA CEMENTNOBETONSKIH PREMOSTITVENIH OBJEKTOV

UDK 699.8 : 691.3

LADO KAVČIČ

POVZETEK

V članku želim v grobem prikazati glavne mehanizme propadanja cementnobetonских konstrukcij na in ob cestah. Poglavitni vzrok propadanja cementnega betona so delovanje zunanjih vplivov (zmrzal, kemijska agresija okolja) in nestrokovna izvedba. Zaščita cementnega betona se razvija v več smereh, glavni namen zaščitnih premazov pa je preprečevanje dostopa vode in v njej raztopljenih agresivnih snovi v cementni beton.

PROTECTION OF CEMENT-CONCRETE BRIDGE SUPERSTRUCTURES

SUMMARY

In this article are roughly presented the main mechanisms of cement-concrete deteriorations on and near the roads. The main reason for cement-concrete deterioration lies in the effects of external impacts (frost, chemical aggression of the environment) and unprofessional execution.

Cement-concrete protection is developing in several directions, the main purpose of the protection coatings is to prevent water access and in it dissolved aggressive substances into cement-concrete.

1. UVOD

Tako kot vsi materiali je tudi cementni beton premostitvenih objektov podvržen staranju in propadanju. Vedno bolj agresivno okolje, zmrzovanje, sol za posipanje cest, težke obremenitve, večkrat pa tudi nestrokovna izvedba so glavni faktorji, ki vplivajo na hitrost propadanja cementnobetonских konstrukcij. Mišljenje, da cementni beton ne potrebuje vzdrževanja, samo še pospešuje njegovo propadanje. Pravočasno ukrepanje pri pojavu prvih poškodb bistveno podaljša življenjsko dobo objekta, pa tudi stroški so v tej fazi minimalni. Z zaščito vidnih površin cementnega betona novih objektov pa se potreba po opravljanju sanacijskih posegov še za nekaj let odmakne.

2. VZROKI PROPADANJA

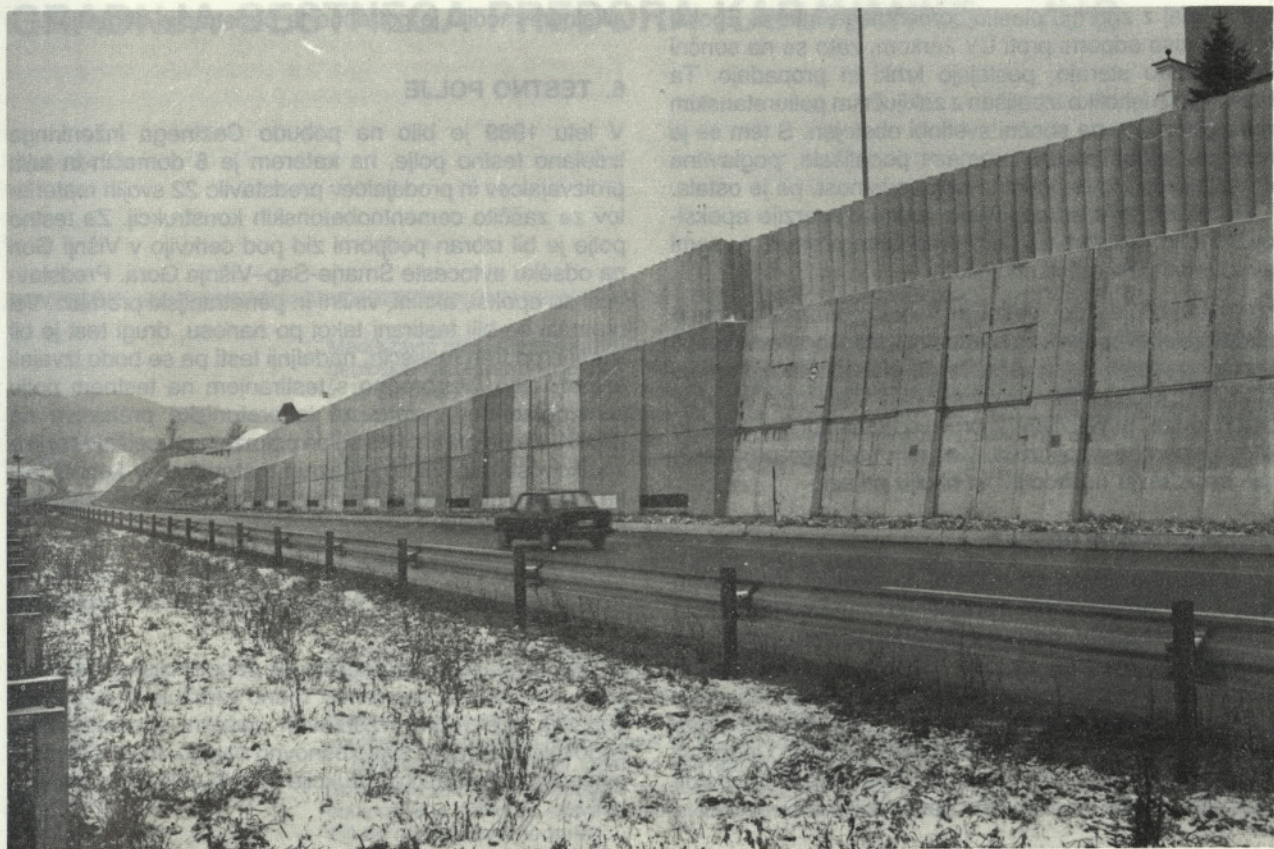
Cementni beton začne propadati na mestih, kjer ima agresija okolja najlažji dostop do jekla za ojačitev. Vpliv zmrzovanja in odtaljevanja, vpliv odtaljevalnih soli (NaCl, CaCl₂), vpliv karbonatizacije zaradi CO₂ iz zraka ter vpliv raznih agresivnih snovi iz okolice (kisline, lugi, soli, maščobe, sladkor, plini) ta proces močno pospešijo. Iz prakse je znano, da cementni beton, ki brez poškodb zdrži prvo zimo, običajno ne začne propadati iz prej naštetih vzrokov. Zelo pomembna za obstojnost cementnega betona je pravilna postavitve jekla za ojačitev. Najmanjša debelina zaščitnega sloja cementnega betona nad armaturo je po starih predpisih 2,5 cm, po novih pa 3,5 cm. V svetu pa se debeline zaščitne plasti še povečujejo (5 cm in več).

3. VPLIVI ZMRZOVANJA IN ODTALJEVANJA

Cementni betoni, ki so neposredno izpostavljeni vremenskim vplivom, morajo biti izvedeni tako, da brez škode prenašajo vplive zmrzovanja in odtaljevanja, večkrat tudi v prisotnosti odtaljevalnih soli. Za take razmere se pripravlja cementni beton z dodatkom mikroaeranta. Količina potrebnih mikropor v cementnem betonu je od 3 do 7% (V/V), odvisno od maksimalnega zrna uporabljenega mineralnega agregata. Prav tako kot količina mikropor v cementnem betonu je pomembna tudi njihova velikost in medsebojna oddaljenost. Optimalna velikost mikropor je do 0,3 mm, faktor oddaljenosti pa ne sme presegati 0,2 mm. S tako velikostjo in porazdelitvijo mikropor v cementnem betonu se dovolj uspešno preprečuje kapilarni dvig vode in v njej raztopljenih snovi v notranjost cementnega betona.

Pri projektiranju mikroaeriranega cementnega betona je

Avtor:
Lado Kavčič, gr. inž.
sodelavec za cementni beton



Testno polje v Višnji Gori

potrebno upoštevati, da z uvajanjem mikropor znižamo končno tlačno trdnost cementnega betona. Predpisi dovoljujejo padec tlačne trdnosti za največ 5%, za vsak odstotek uvedenih mikropor. Cementni beton je zmrzlinško obstojen, kadar se njegov modul elastičnosti ali tlačna trdnost po 200 ciklusih zmrzovanja in odtaljevanja (4 ure na 20°C , 4 ure na -20°C) ne zmanjša za več kot 25%. Za manj obremenjene konstrukcije se lahko določi tudi nižja marka obstojnosti (OMO 100 ali 150). Ostrejši je kriterij za testiranje betonov, ki so izpostavljeni zmrzovanju in solem. Tak cementni beton je obstojen, kadar se njegova masa po 25 ciklusih zmrzovanja in odtaljevanja ob prisotnosti soli (OSMO 25) ne zmanjša za več kot $0,2\text{mg}/\text{mm}^2$, globina poškodb pa ni večja od 1 mm.

4. VPLIV KLORIDOV IN CO_2

Cementni beton, pripravljen s portland cementom, ima običajno pH vrednost med 12 in 13. V tako alkalnem okolju se jeklo za ojačitev pasivizira kot fero oksid in ne korodira. S prodorom Cl^- ionov v cementni beton se pH vrednost betona znižuje in ko pade pod vrednost pH 11,5, začno delovati korozijski procesi. Jeklo korodira, železov oksid pa ima 2,2-krat večjo prostornino kot jeklo, zato cementni beton okrog korodirajoče armature razpoka in se v končni fazi odlušči.

Na znižanje pH vrednosti cementnega betona vpliva tudi

prodiranje CO_2 iz zraka. Ta vpliv je še posebno močan pri poroznih cementnih betonih ali betonih, ki so pripravljene z visokim V/C faktorjem. Z nastankom karbonatov, ki nastanejo z reakcijo med prostim apnom iz cementa in CO_2 iz zraka pade pH vrednost cementnega betona celo pod 9,4. Tak cementni beton pa je primeren medij za izredno hitro napredovanje korozije na jeklu.

5. ZAŠČITA CEMENTNEGA BETONA

Za zaščito starih, saniranih pa tudi novih cementnobetonških objektov je razvitih kar nekaj postopkov, največ pa se uporabljajo premazni in penetracijski sistemi. Pomembno pri zaščiti starih ali saniranih objektov je, da se prodirajoči kloridi v čim večji meri odstranijo iz cementnega betona (elektrokemični postopki).

5.1. Premazni sistemi

Razvoj premaznih sistemov je napredoval že prek nekaj faz. Prvi premazni sistemi so bazirali na dvokomponentnih epoksi materialih. Glavna dobra lastnost teh premazov je izredno dober oprijem na cementni beton, če je le-ta primerno očiščen. V uporabi pa so se pokazale tudi nekatere slabe lastnosti, ki bistveno vplivajo na trajnost takega premaza. Epoksi premazi so popolnoma vodotesni in neprepustni za paro, kar povzroča na vlažnih cementnih betonih velike notranje pritiske, ki pogosto odluščijo pre-

maz skupaj z zgornjo plastjo cementnega mleka. Epoksi premazi niso odporni proti UV žarkom, zato se na sončni svetlobi hitro starajo, postajajo krhki in propadajo. Ta sistem je bil nekoliko izboljšán z zaključnim poliuretanskim premazom, ki je na sončni svetlobi obstojen. S tem se je življenjska doba epoksi premaza podaljšala, poglavitna pomanjkljivost, to je popolna neprepustnost, pa je ostala. V novejšem času se pojavljajo vodne disperzije epoksidov, ki dajo nekoliko za paro prepusten premaz z vsemi navedenimi lastnostmi epoksidov.

Posebna skupina so akrilni in vinilni premazi, ki imajo nekoliko slabši oprijem na cementni beton, so pa nekoliko elastični in prepustni za paro. Zaradi elastičnosti ti premazi lahko prekrivajo lasaste razpoke. Akrilni premazi so enokomponentni, pripravljani v proizvodnem obratu, zato je njihova uporaba enostavna. Ker ne vsebujejo organskih topil, so zdravju neškodljivi in okolju prijazni.

5.2. Penetracijski premazi

Penetracijski premazi so izdelani na podlagi silikonov in silanov. Ti premazi ne spremenijo zunanjšega videza cementnega betona, površina je vodoodbojna, vendar pa popolnoma prepustna za paro. Penetrant prodre nekaj mm v globino cementnega betona in preprečuje kapilarni dvig vode in v njej raztopljenih snovi. S tem je odstranjen glavni vzrok propadanja cementnega betona. Upočasni se tudi proces karbonatizacije (do 80%). Zaradi neobstoynosti silikonskih in silanskih penetracijskih sredstev v

alkalnem mediju je potrebno te penetracije obnavljati.

6. TESTNO POLJE

V letu 1989 je bilo na pobudo Cestnega inženiringa izdelano testno polje, na katerem je 8 domačih in tujih proizvajalcev in prodajalcev predstavilo 22 svojih materialov za zaščito cementnobetonских konstrukcij. Za testno polje je bil izbran podporni zid pod cerkvijo v Višnji Gori na odseku avtoceste Šmarje-Sap-Višnja Gora. Predstavljeni so epoksi, akrilni, vinilni in penetracijski premazi. Vsi premazi so bili testirani takoj po nanosu, drugi test je bil izvršen po treh mesecih, nadaljnji testi pa se bodo izvajali enkrat letno. Vzporedno s testiranjem na testnem polju so izdelani tudi vzorci za laboratorijske preiskave na ZRMK. Že po prvem letu so se pokazale precejšnje razlike v kakovosti različnih premaznih materialov. V končni fazi pa pričakujemo odgovor na vprašanje: katero zaščitno sredstvo uporabiti?

7. SKLEP

Za vse uporabljene premazne ali penetracijske materiale je pomembno, da se premaz redno vzdržuje in po potrebi obnavlja. Le redno vzdrževan zaščitni premaz lahko zadovoljivo opravlja svojo osnovno nalogo, to je varovanje cementnobetonских konstrukcije pred škodljivimi zunanji vplivi.



ZVEZA DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE
Ljubljana, Erjavčeva 15; tel. 061/221 587

PRIPRAVLJALNI SEMINARJI ZA STROKOVNE IZPITE V GRADBENIŠTVU ZA LETO 1991

- 6. seminar od 16.–20. septembra 1991
- 7. seminar od 21.–25. oktobra 1991
- 8. seminar od 18.–22. novembra 1991
- 9. seminar od 23.–27. decembra 1991

Prijaviti se je treba približno en mesec pred pričetkom na naslov: Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, Erjavčeva 15, 61000 Ljubljana. Prijava je v obliki dopisa, z navedbo imena, naslova in poklica kandidata, datuma udeležbe seminarja in točnega naslova plačnika stroškov za udeležbo na seminarju. Račun izstavi po ugotovljeni udeležbi organizator.

GRADNJA CESTNEGA PREDORA KARAVANKE – JUG

UDK 624.191

TONE MARINKO

POVZETEK

Meddržavni predor dolžine 7864 m pod Karavankami je na južnem odseku potekal v izredno zahtevnih geoloških razmerah v obdobju 1986–1991. Gradnja predora je potekala po novi avstrijski metodi, ki jo je predvidel projekt, ki ga je izdelala mednarodna skupina projektantov. Delo sta na mednarodni licitaciji za južni odsek dobila Slovenija ceste Tehnika iz Ljubljane skupaj z nemško-avstrijsko firmo Polensky und Zoellner, ki sta ga opravila v predvidenem roku, tako da sedaj poteka vgradnja elektrostrojne opreme, ki bo zaključena do meseca maja 1991. V juniju letos pa bo predor predan v promet.

CONSTRUCTION OF THE ROAD TUNNEL KARAVANKE – SOUTH

SUMMARY

Construction of the international tunnel in the length of 7 864 m under the mountain chain of Karavanke was on its southern section going on under extremely demanding geological conditions during the period from 1986 to 1991. The construction of the tunnel was performed according to the new Austrian method, foreseen by the design, prepared by the international group of designers. Works for the southern section were on the basis of an international bidding competition awarded to Slovenija Ceste – Tehnika from Ljubljana together with the German-Austrian firm Polensky und Zoellner and were completed within the scheduled completion deadline. At the moment installation of power-mechanical equipment is going on and it is expected to be completed by May 1991. In June this year the tunnel will be handed over to traffic.

Prvi dogovori o gradnji baznega predora pod Karavankami segajo v leto 1964, ko so se sestali cestni strokovnjaki Koroške in Slovenije. Dogovorjeno je bilo, da je potrebno pričeti s študijami za povezavo avstrijskega in jugoslovanskega cestnega omrežja.

V naslednjih letih so bili zbrani podatki in s tem dane osnove, tako da je Cestni sklad SR Slovenije v marcu 1967 sklenil pogodbo za izdelavo študije o prečanju Karavank s predorom. Izdelana je bila študija, ki je obsegala 22 variant. Študija je pokazala, da je smiselno graditi predor na področju med Jesenicami in Martuljkom in da je zaradi specifičnih geografskih pogojev smotno zgraditi bazni predor. Po ovrednotenju posameznih variant po različnih kriterijih je bila izbrana trasa predora v neposredni bližini pred 84 leti zgrajenega železniškega predora na Hrušici. Po podpisu meddržavne pogodbe leta 1977 je bila pričeta izdelava projektov za razpis. Projekte je izdelala mednarodna skupina projektantov:

Centroprojekt, Beograd (YU)
Dorsch Consult, München (D)
Geoconsult, Salzburg (A)
Iskra, Ljubljana (YU)
Motor Columbus, Baden (CH)

V jeseni 1979 so na obeh straneh predora stekla prva pripravljalna dela, ki pa so bila kasneje prekinjena zaradi pomanjkanja sredstev na naši strani. V tem času je bil na naši strani zgrajen most prek Save v bodoči trasi AC z regulacijo reke Save, zgrajen je bil del prestavljene magistralne ceste, ki je bila z zgradnjo portalne pilotne stene prekinjena. Zgrajena je bila tudi dostopna cesta do lokacije predvidenega vertikalnega prezračevalnega jaška.

Na zasedanju meddržavne komisije 1985 je bil sprejet sklep o nadaljevanju gradnje predora. Na jugoslovanski strani je bil izveden postopek mednarodne licitacije. Kot najugodnejši ponudnik je bilo izbrano podjetje Slovenija ceste – Tehnika iz Ljubljane skupaj z nemško-avstrijsko firmo Polensky und Zoellner.

Ponovni pričetek pripravljalnih del je bil v januarju 1986. Do avgusta 1986 so bila pripravljalna dela izvedena do take faze, da so bila skozi masivno pilotno steno, sidrano v pobočje, začeta izkopana predorska dela.

Avtor:
 Tone Marinko, dipl. inž. gr.
 Vodja projekta Karavanke

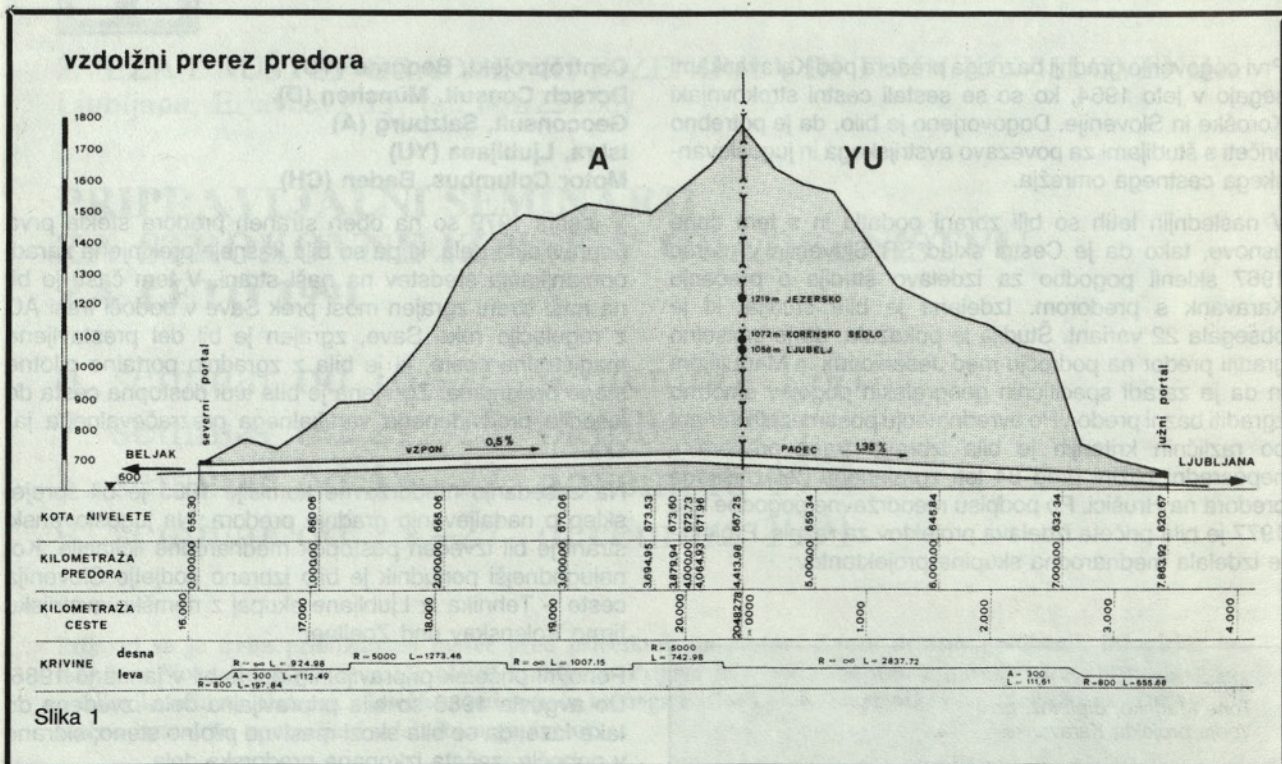
Geološke raziskave in že znani podatki o hribini ob gradnji železniškega predora so bili skrbno obdelani. Za potrebe glavnega projekta predora so bile izvedene na naši strani kompleksne geološko-geotehnične raziskave z namenom, da bi čimbolj natančno spoznali heterogeno geološko zgradbo v okolici predora, ki bi bila osnova za dimenzioniranje primarnih podpornih ukrepov. Na avstrijski strani podrobne geološke preiskave niso bile izvedene zaradi enostavne geološke zgradbe, ki jo je potrdila že gradnja železniškega predora v neposredni bližini. Na jugoslovanski strani so bila izvedena vrtna dela, geofizikalne meritve v vrtninah in na površini, meritve deformabilnosti hribine in geomehanske laboratorijske analize vzorcev izvrtin. Poleg petih plitvih vrtin v območju južnega portala so bile izvedene tudi tri globoke strukturne vrtnine (jedro) do nivelete predora povprečne dolžine ca. 600 m. Dve vrtini sta bili izvedeni za določitev geološke zgradbe, tretja, locirana v osi prezračevalnega jaška, pa je bila namenjena predvsem geofizikalnim meritvam, meritvam deformabilnosti hribine in odvzemu vzorcev za geomehanske laboratorijske preiskave. Na celotnem odseku od portala do državne meje so bile izvedene meritve refrakcijske seizmike. Vse te meritve so podale zaokroženo sliko o litološki zgradbi hribine in tektoniki, pri čemer je bilo ugotovljeno veliko število prelomov, njihova kategorizacija in smeri vpadov. Rezultati preiskav so pokazali, da bodo razmere pri gradnji predora na jugoslovanski strani izredno težke. Sedaj po končanih izkopnih delih lahko ugotovimo, da se je ta napoved uresničila, tako da lahko južni del cestnega predora pod Karavankami uvrstimo med geološko najzahtevnejše predore v Alpah.

V času izkopnih del je bila zagotovljena stalna geološka spremljava, tako da je bil izvršen geološki popis in fotografije hribine po vsakem odstrelu. Tako imamo popisanih ca. 1100 čel odkopa. Da bi spoznali geološke razmere v smeri odkopa, so bile vrtnane vedno po tri predvrtine do globine 40 m pred čelom, ki so rabile tudi za zgodnje odkrivanje metana v karbonskih klastitih.

V gori so si sledili geološki skladi po naslednjih stacionazah:

- 0–334 m
pobočni grušč s samicami, občasno zvezan v brečo
- 334–935 m
skitski skladi
- 935–1550 m
permski skladi
- 1550–2400 m
karbonski skladi
- 2400–2595 m
prelomna kontaktna cona z menjavanjem karbonskih plasti s spodnjetriasnimi plastmi
- 2595–3257 m
triasne plasti – šlernski dolomit
- 3257–3436 m
laporni apnenci

Projekt je predvidel gradnjo predora po novi avstrijski metodi, ki je primerna za gradnjo predorov v zahtevnih geoloških razmerah, ker se podporni ukrepi prilagajajo

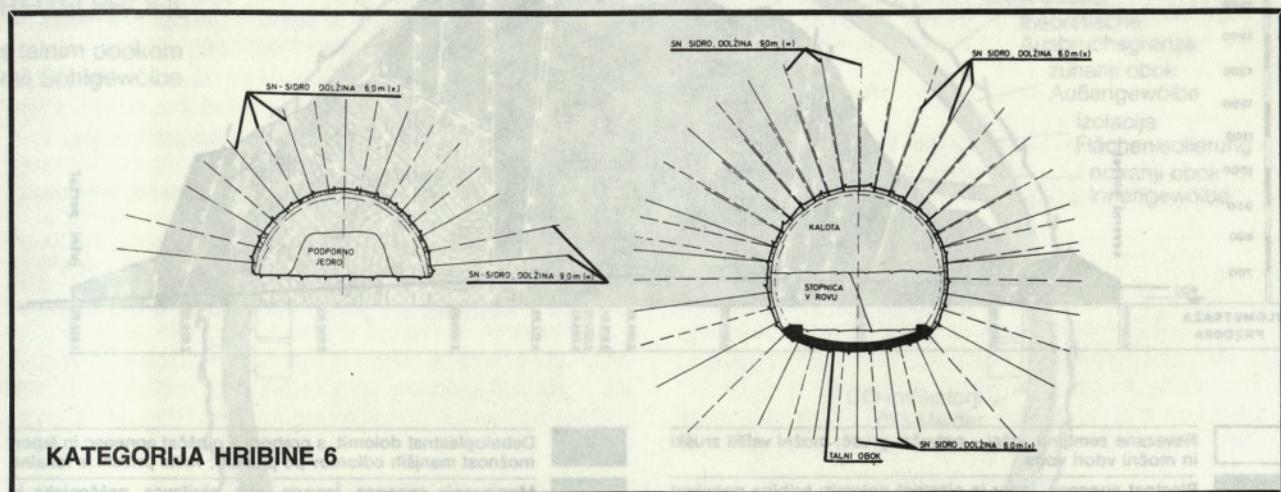


kakovosti hribine. Bistvo nove avstrijske metode je, da z radialno vgrajenimi sidri različnih dolžin (glej sliko 1) z armiranim brizganim betonom in predorskimi lokovi pritegnemo v sodelovanje tudi zaledno hribino, ki v določenem času prevzame hribske pritiske (nosi sama sebe). Sidra zaledno hribino povežejo v homogen obok, ki je sposoben prevzeti hribske pritiske. Sekundarna betonska obloga – notranji obok – se vgradi šele po končanih deformacijah, ko je hribina umirjena in zato nima podporne funkcije – rabi kot fasada predora in nosilec vmesnega stropa in predelne stene.

Za pravilno določitev podpornih ukrepov, kot je število in dolžina sider, debelina brizganega betona itd., je potrebno

Na prehodu iz permskih skladov v karbonske klastite na stacionaži 1435–1460 m so nastopili močni hribski pritiski, ki so povzročili porušenje brizganega betona, ki je zaradi odpadanja zdrobljenih kosov brizganega betona predstavljal nevarnost za možstvo. Do umiritve profila na tej stacionaži je prišlo po izvedbi dodatnega sidranja iz izvedbi talnega obloka.

Da bi kljub tako velikim deformacijam ostal brizgani beton nepoškodovan, je bilo odločeno, da vgradimo v kaloti na spojih predorskih lokov, ki so sestavljeni iz petih segmentov, 4 deformacijske reže širine ca. 50 cm. Te deformacijske reže (dilatacije) so omogočile, da so se deformacije izvršile na režah in da so vmesni segmenti betona ostali



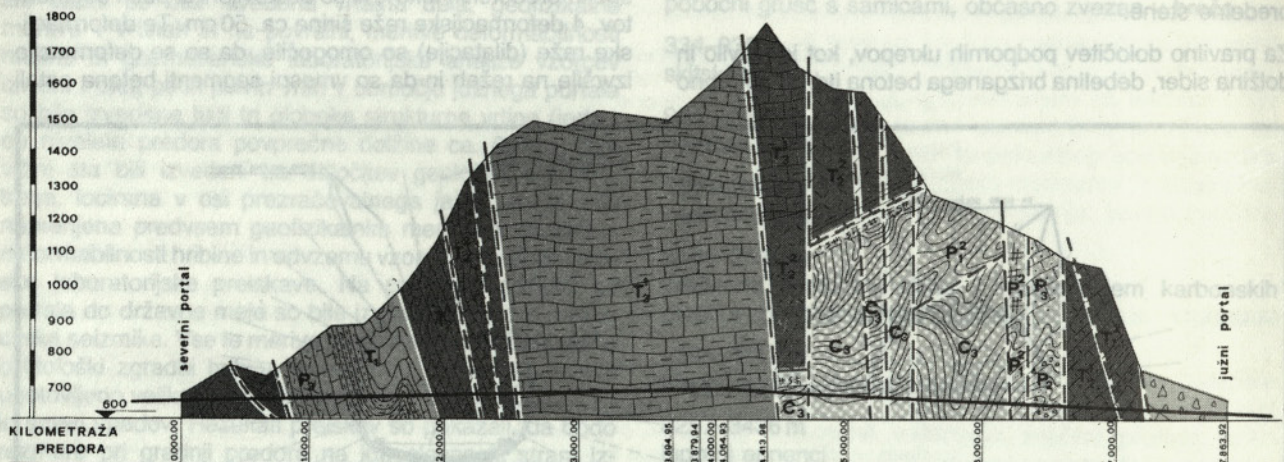
stalno opazovanje obnašanja predorske cevi na podlagi geotehničnih meritev. Za ta namen je bilo v predoru Karavanke – jug vgrajenih ca. 150 merskih profilov za ugotavljanje konvergenč in posedkov temena ter 6 popolnih merskih profilov z vgrajenimi ekstenziometri dolžine od 1 m do 12 m ter vgrajenimi merilci raztezkov v brizganem betonu (slika 2). Glede na vrsto hribine in kakovost, stopnjo tektonske porušenosti, prisotnost vode in velikost izmerjenih deformacij se določi vrsta in število podpornih ukrepov. Naš projekt je v odvisnosti od geoloških karakteristik razdelil hribino v južnem delu karavanškega masiva v sedem razredov in poseben razred za nevezano hribino (pobočni grušč). Za vsak kakovostni razred so predvidena podporna sredstva in zaradi deformacij predpisani okvirni nadprofili.

Izkop 3436 m dolgega predora Karavanke – jug je potekal v težkih geoloških razmerah. Vdori vode in metana ter veliki hribski pritiski so izvajalcema povzročali nemalo težav. Na prve večje težave sta izvajalca naletela na stacionaži 740 m, ko je zaradi večjega dotoka vode (do 100 l/s) skozi prelome v dolomitu prišlo do odnašanja milonitnega materiala v predor. Izvajalca sta morala dela v kaloti prekiniti za 22 dni, izboljšati območje okrog cevi na dolžini 14 m z injektiranjem (cement), ter vgraditi sidra dolžine do 17 m v neporušeno hribino (IBO sidra – sidra z zgubljeno vrtalno glavo, ki sama sebe zavrtajo in se poljubno podaljšujejo).

nepoškodovani. Na stacionaži 1700 m je predorska cev dosegla čiste karbonske škrlavce. Velikost deformacij je preseгла predvideni nadprofil za 6. kategorijo hribine (35 cm radialno). Bila je izmerjena tudi največja hitrost deformacij v kaloti, in sicer 16,7 cm v enem dnevu. Te velike in hitre deformacije so povzročale trganje sider ob sidrnih ploščah. Uporabljene so bile posebne sidrne glave, ki so omogočale, da je sidro prevzelo še dodatnih 20 cm deformacije, kar je zadoščalo, da so sidra ostala nepoškodovana. Največje deformacije v hribini so nastale na prehodu iz kompaktnih peščenjakov v mehke karbonske škrlavce. Izkop v teh območjih je potekal s krožnim nadprofilom od 60–100 cm nad teoretičnim profilom izkopa. Kljub tako velikemu nadprofilu pa je bilo potrebno posamezne cone v predoru reprofilirati in obnoviti podporne ukrepe.

Na stacionaži 2600 m je predorska cev dosegla šlerno dolomite z vodo, ki je imela povezavo prek prelomnih con do površine. Prisotni so bili vodni izbruhi z močnimi pritiski. Na stacionaži 3028 m je predorska cev prečila križišče dveh prelomov, napolnjenih z milonitnim materialom. Kljub številnim razbremenilnim vrtnam je bil vodni pritisk tako visok, da je prišlo do preboja čela kalote. V kaloto predora je vdrla voda, ki je nosila s seboj zaledni milonitni material, s katerim je ostalo zapolnjenih ca. 20 m kalote. Po izmerjeni višini vode 200 m za čelom kalote je bilo ocenjeno, da je ta vdor vode znašal ca. 30 m³/s, kar

vzdolžni geološki prerez predora



- Nevezane zemljine, vršaj – pobočni grušč; možni veliki zruški in močni vdori vode
- Plastnat apnenec, lapor in plastnat dolomit; hribina ponekod močnejše tektonsko porušena; možni vdori vode
- Permokarbonske klastične kamnine: glin. in grafitni skrilavci, z vložki peščenjaka, konglomerata, grauivake; tektonsko močno porušeno; veliki hribinski pritiski, nevarnost metana

- Debeloplastnat dolomit, s prehodi v ploščat apnenec in lapor; možnost manjših odlomov po plasteh; veliki pritiski le lokalno
- Menjavanje apnenca, laporja, glin. skrilavca, peščenjaka in dolomita; možni večji odlomi po plasteh; kvaliteta hribine odvisna od debeline glin. skrilavcev
- Prelomi
- Narivi

je znatno presegalo napovedi geologov, ki so napovedovali vdore vode do $1\text{ m}^3/\text{s}$. Da je bila moč vode izredna, pove tudi podatek, da je voda odnesla vse strojne linije (vrtalna garnitura, naprava za brizgani beton), ki so bila v kaloti, več kot 100 m v smeri portala.

Da bi se vodni pritisk čimprej zmanjšal, je bilo sklenjeno, da se skuša obiti prelomna cona z obvoznim rovom in da se iz obvoznega rova in kalote predora izvede večje število razbremenilnih vrtin. Obvozni rov in razbremenilne vrtine so omogočile, da je po enem mesecu vodni pritisk padel pod 3 bare, količina vode iz te cone pa se je ustavila na ca. 500 l/s . Prek obvoznega rova, ki je potekal po levi strani kalote, pa je po dveh mesecih uspelo izvajalcu, da je ponovno prišel ca. 30 m za porušeno cono v glavno cev predora in prek njega je bil ponovno pričel izkop v smeri državne meje. Porušna cona na stacionaži 3028 m pa je bila sanirana z injektiranjem z obeh strani, in sicer

postopoma, ko je vodni pritisk padel pod 1,5 bara.

V napredovanju proti državni meji so se geološke razmere izboljšale in napredovanje je potekalo brez večjih težav. Izvajalca sta dne 28. 5. 1989 zjutraj ob 7.15 uspela odstraniti zadnji korak in spojiti predor z avstrijskim delom, ki je dosegel državno mejo konec marca 1989.

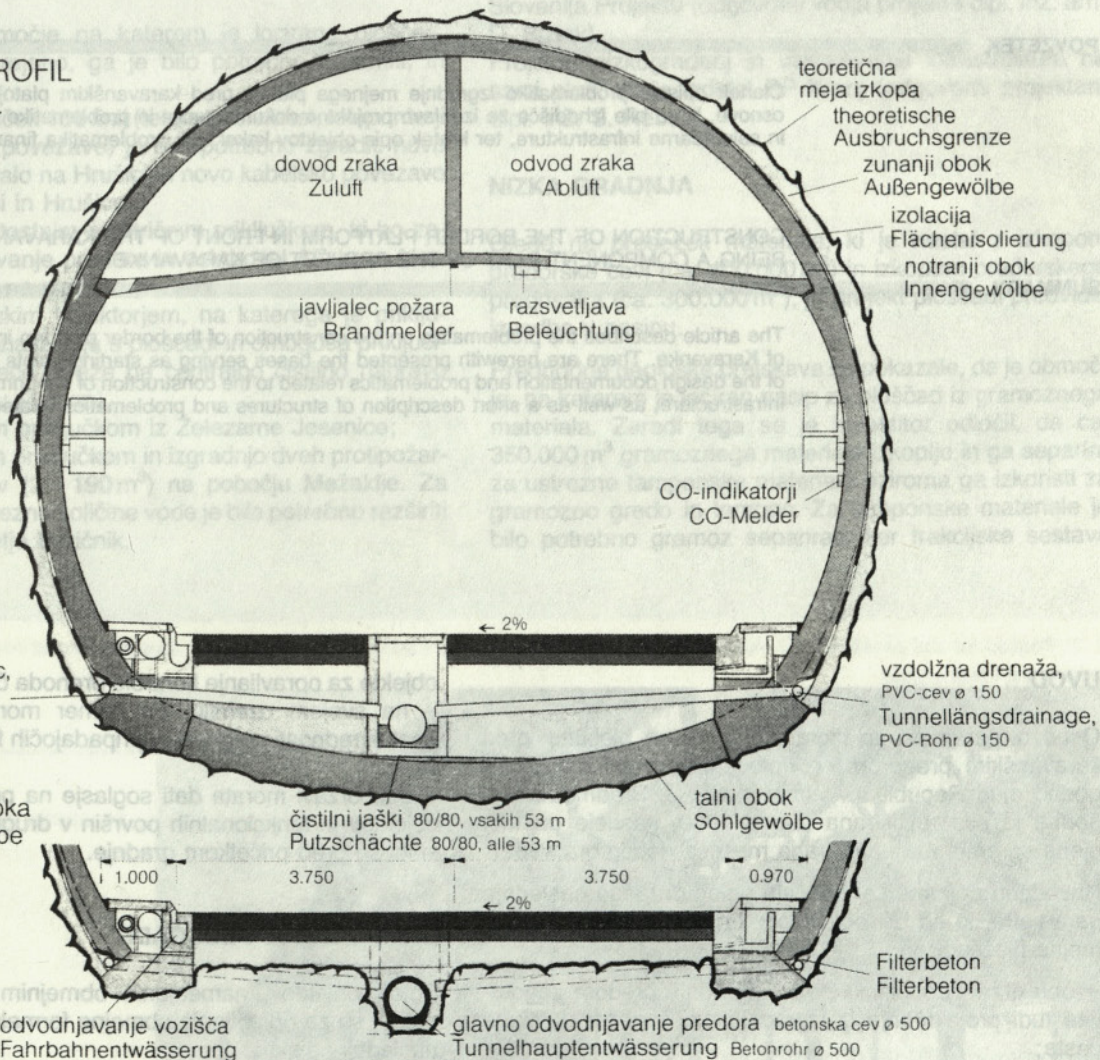
Kljub velikim težavam pri gradnji je bila predorska cev v kaloti izkopana 3 mesece pred pogodbenim rokom. Po dokončanju izkopnih del je izvajalec pričel izvajati končna dela v predoru in jih tudi v pretežni meri dokončal na celotni trasi 3450 m dolgega južnega odseka.

Sedaj so v polnem teku elektromontažna dela, ki bodo končana do konca meseca aprila 1991.

Po poizkusnem zagonu v mesecu maju 1991 bo predor junija 1991 pripravljen, da prevzame prometne obremenitve.

**NORMALNI PROFIL
REGELPROFIL**

s talnim obokom
mit Sohlgewölbe



brez talnega oboka
ohne Sohlgewölbe

odvodnjavanje vozišča
Fahrbahntentwässerung

glavno odvodnjavanje predora
Tunnelhauptentwässerung Betonrohr ø 500

IZGRADNJA PLOŠČADI PRED KARAVANŠKIM PREDOROM KOT SESTAVNEGA DELA PROJEKTA KARAVANKE

UDK 625.712.4

JOŽE CIRMAN

POVZETEK

Članek opisuje problematiko izgradnje mejnega platoja pred karavanškim platojem. Navedene so osnove, ki so bile izhodišče za izdelavo projektne dokumentacije in problematiko izgradnje primarne in sekundarne infrastrukture, ter kratek opis objektov kakor tudi problematika financiranja.

CONSTRUCTION OF THE BORDER PLATFORM IN FRONT OF THE KARAVANKE TUNNEL BEING A COMPONENT PART OF THE PROJECT OF KARAVANKE

SUMMARY

The article describes the problematics on the construction of the border platform in front of the tunnel of Karavanke. There are herewith presented the bases serving as starting points for the preparation of the design documentation and problematics related to the construction of the primary and secondary infrastructure, as well as a short description of structures and problematics related to financing.

UVOD

Osnovni parametri za izgradnjo obmejne ploščadi pred karavanškim predorom so določeni z meddržavno pogodbo med Republiko Avstrijo in SFRJ. Predmetna pogodba je bila ratificirana marca 1980, kasneje pa tudi njena sprememba, ratificirana meseca decembra 1982.

Navedena dokumenta določata poleg drugega naslednje parametre, ki so bili odločujoči za oblikovanje in obseg mejne ploščadi:

- obe državi podpisnici poleg izgradnje predora zagotovi tudi projektiranje iz izgradnjo ploščadi ter dovozne ceste;
- izstopna obmejna kontrola se opravlja na svojem državnem ozemlju;
- obmejna kontrola se na ozemlju druge pogodbenice opravi z enakimi pravnimi posledicami kot na ozemlju svoje države;
- obe državi podpisnici sta dolžni financirati in zgraditi

- objekte za opravljanje kontrole prehoda čez državno mejo
- na svojem ozemlju, pri čemer mora veljati načelo enakovrednosti objektov in pripadajočih funkcionalnih površin;
- obe državi morata dati soglasje na projekte ustreznih objektov in funkcionalnih površin v drugi državi s podpisnicami še pred pričetkom gradnje.

NAMEMBOST PLOŠČADI

Poleg objektov, namenjenih obmejnemu organu obeh držav, so za opravljanje obmejne formalnosti potrebni še naslednji objekti:

- cestninska postaja za pobiranje tunelnine;
 - kontrolno-pregledna hala;
 - tehnična za ugotavljanje skupne mase in osnih pritiskov vozil;
 - energetski objekt, v katerega so pripeljani vsi primarni komunalni vodi;
 - pirotehnični objekt;
 - objekt za pregled vozil, naloženih z nevarnimi nakladi;
- Za potrebe špediterskih dejavnosti se na obravnavanem platoju zgradijo še: objekt za avstrijske špediterje, prostocarinska prodajalna in gostinskoturistični objekt; gradnjo teh financirajo zainteresirane turistične organizacije.

Avtor:
Jože Cirman, dipl. inž. gr.
vodja nadzora

LOKACIJA PLOŠČADI

Lokacija mejne ploščadi je pogojena z lokacijo predora. Površina, ki jo zajema ploščad, znaša ca. 10 ha. Na slovenski strani je ploščad locirana pod severnim delom Mežaklje in desnim bregom na novo regulirane reke Save. Regulacija Save je bila izvedena zaradi pridobitve potrebne prostora.

PRIMARNA INFRASTRUKTURA

Ker je bilo območje na katerem je locirana ploščad, komunalno neurejeno, ga je bilo potrebno opremiti, in sicer:

- za PTT priključek 160 linij (telefon, telefaksi, teleprinterji in računalniške povezave) je bilo potrebno zgraditi novo telefonsko centralo na Hrušici in novo kabelsko povezavo med Jesenicami in Hrušico;
- z visokonapetostnim električnim priključkom, ki bo zagotavljal obratovanje predora in oskrboval AC bazo Hrušica ter objekte na ploščadi;
- s kanalizacijskim kolektorjem, na katerega je priključena fekalna kanalizacija s ploščadi in omogoča priključitev prek obstoječe mreže na centralno čistilno napravo mesta Jesenice; (4,5 km)
- s toplovodnim priključkom iz Železarne Jesenice;
- z vodovodnim priključkom in izgradnjo dveh protipožarnih rezervoarjev ($2 \times 190 \text{ m}^3$) na pobočju Mežaklje. Za zagotovitev ustrezne količine vode je bilo potrebno razširiti vodovodno zajetje Peričnik.

PROMETNI REŽIM NA PLOŠČADI

V zasnovi sta ločena potniški in tovorni promet. Potniški promet je dodatno deljen na osebna vozila, osebna vozila s prikolico in avtobuse. Vodenje prometa bo omogočeno z ustrezno signalizacijo, ki bo fiksna in spremenljiva.

IZDELAVA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE

Projektiranje objektov visokih gradenj je bila zaupana Slovenija Projektu (odgovorni vodja projekta dipl. inž. arh. D. Bizjak).

Projekte nizkogradenj in usklajevanje infrastrukture na sami ploščadi je izdelal PP Kranj (odgovorni projektant dipl. inž. S. Rebolj).

NIZKA GRADNJA

Glede na presežek materiala, ki je nastal z izkopom predorske cevi (ca. 400.000 m^3) in izkopom predorskega preduseka (ca. 300.000 m^3), je projekt ploščadi predvidel izvedbo v nasipu.

Predhodne geološke preiskave so pokazale, da je območje, na katerem je lociran nasip za ploščad iz gramoznega materiala. Zaradi tega se je investitor odločil, da ca. 350.000 m^3 gramoznega materiala izkoplje in ga separira za ustrezne tamponske materiale oziroma ga izkoristi za gramozno gredo in tampon. Za tamponske materiale je bilo potrebno gramoz separirati, ker frakcijska sestava



Sl. 1. Jugoslovanska nadstrešnica, potniški del med gradnjo



Sl. 2. Pogled na del ploščadi ○ Avstrijska mej. kont. ○ Prosto carinska prodajalna ○ Jugoslovanski mejni kont. objekt. Levo energetski objekt

izkopanega materiala ni ustrezala predpisanim standardom. Vsekakor je bil ukrep investitorja glede na pomanjkanje ustreznih materialov v zgornjesavski dolini utemeljen. Primanjkljaj nasipnega materiala, ki je nastal zaradi izkopanega gramoza, je bil nadomeščen iz stranskega odzema na Mežaklji.

Gostota nasipnih plasti je bila predpisana in stalno merjena. Težavno je bilo vgrajevanje v zimskem času zaradi vlažnosti zemljin in nizkih temperatur.

SEKUNDARNA INFRASTRUKTURA

Objekti na obmejni ploščadi so povezani s centralnim energetskim objektom, s pohodnim kolektorskim omrežjem izmer: 250 × 250 cm, 200 × 250 cm, 200 × 200 cm), v katerem so tele instalacije:

- toplovodni vodi,
- PTT instalacije in računalniške povezave,
- elektro instalacije,
- prezračevalne instalacije.

Zunaj kolektorskega omrežja so speljane še:

- hidrantno omrežje,
- javna razsvetljava,
- fekalna kanalizacija in
- kanalizacija padavinskih voda:
 - iz streh objektov, brez lovilcev olj,
 - s cestnih površin, z lovilci olj

VISOKA GRADNJA

Vsi objekti visoke gradnje imajo enotno projektantsko oblikovno rešitev.

Temeljni oblikovalni in hkrati tudi funkcionalni objekt obmejne ploščadi je nadstrešek, ki pokriva del prehodnih površin ter del parkirišč.

Osnovni konstrukcijski material nadstreškov je les. Na primarni armiranobetonski konstrukciji so povezani leseni lepljeni kontinuirni nosilci. Ti nosijo sekundarne ukrivljene nosilce. Na leseni podlagi je predvidena kritina

z repanolom FK.

Objekti visoke gradnje so izvedeni z armiranobetonskim skletem, polnila so iz modularne opeke, fasada pa obložena s silikatno opeko.

IZVEDBA GRADBENIH DEL

Za izvedbo vseh del na ploščadi je bila ustanovljena Karavanška poslovna skupnost na Jesenicah, ki bi prevzela celotni inženiring.

Junija 1988 je Republiški izvršni svet sprejel sklep, da vse inženirske posle prevzame Cestni inženiring. (Le-ta deluje kot namensko podjetje za izgradnjo avtocest Republiške uprave za ceste). Investitorske posle naj prevzame Republiška uprava za ceste. Sklep je zajel vse objekte, ki so potrebni za ustrezno delovanje mejnega prehoda.

Karavanška poslovna skupnost Jesenice je ostala zadolžena za organizacijo izgradnje primarnih komunalnih vodov do ploščadi.

Dela nizkih gradenj – ploščad in sekundarna infrastruktura na ploščadi je na mednarodni licitaciji prevzelo podjetje SCT Ljubljana, objekte visokih gradenj pa izvaja GIP Gradis. Rok za dokončanje del je določen za konec meseca aprila 1991. Odprtje predora in mejnega prehoda je določeno za mesec junij 1991.

FINANČNA KONSTRUKCIJA

Ker bo na ploščadi več uporabnikov, je sodelovalo tudi več investitorjev. Investitorji so sklenili medsebojni dogovor o delitvi stroškov za izgradnjo naprav, ki so namenjene skupni rabi. Financiranje izgradnje objektov za potrebe upravnih organov SFRJ urejata dva ustrezna zakona (zakon o PROGRAMU in zakon o FINANCIRANJU izgradnje karavanškega predora). Postavka je vnesena v zvezni proračun. Izgradnja objektov za potrebe republiških organov za notranje zadeve je bila financirana iz republiškega proračuna. Drugi uporabniki (turistične in špediterske organizacije) zagotavljajo denarna sredstva iz lastnih virov.

Po registriranih podatkih iz meseca oktobra 1990 je vrednost celotne obravnavane investicije 380.000.000,00 din.

Na posamezne udeležence odpade:

1. Država SFRJ	32%
2. RSNZ	27%
3. Cestno gospodarstvo RS	23%
4. Drugi udeleženci	18%

Na kraju naj za ilustracijo navedemo še nekaj podatkov o čistih gradbenih površinah objektov na ploščah:

– površina YU obmejnih objektov	1332 m ²
– površina avstrijskih obmejnih objektov	4418 m ²
– površina nadstrešnic	11825 m ²
– površina ostalih objektov	3390 m ²

PO AVTOCESTI A1 KARAVANKE–BREGANA OD KARAVANŠKEGA PREDORA PROTI VRBI

UDK 625.711.4

ANDREJ RIHTARŠIČ

POVZETEK

Po dograditvi Karavanškega predora je bilo nujno pričeti in čimprej dograditi tudi AC med Hrušico in Vrbo, predvsem v funkciji jeseniške obvoznice, ki bo sploh zagotovila obratovanje predora. V članku so opisani pristopi in problemi načrtovalcev in graditeljev na tem ekološko in urbanistično občutljivem ter geološko in morfološko neugodnem potezu. Delno so opisani spremljajoči objekti in podani osnovni podatki gradbenih količin, ki dajejo predstavbo o obsegu celotne investicije.

ALONG THE MOTORWAY A1 KARAVANKE–BREGANA
FROM THE TUNNEL OF KARAVANKE TOWARDS VRBA

SUMMARY

It was necessary and urgent after the completion of the tunnel of Karavanke to start as soon as possible with the construction of the motorway between Hrušica and Vrba, mainly in a function of the bypass of Jesenice, assuring the operation of the tunnel. The article describes accesses and the problems of both the designers and the constructors on this ecologically and town-planning sensitive and geologically and morphologically unfavourable route. There are here partially described also parallel structures and presented basic data on construction quantities, giving an idea on the volume of the overall investment.

Poleg naravne ovire, ki jo predstavljajo Karavanke in je rešena z dograditvijo predora, so se načrtovalci in graditelji avtoceste A1 Karavanke–Bregana že takoj v nadaljevanju na odseku Hrušica–Vrba soočili z delom trase, ki ga urbanistični, morfološki in geološki pogoji uvrščajo v enega najzahtevnejših in zato tudi najdražjih avtocestnih odsekov, ki so se oziroma se gradijo v Sloveniji.

Strmo, geološko neugodno pobočje Mežakle, Sava, intenzivna pozidava s stanovanjskimi in gospodarskimi objekti z vso komunalno infrastrukturo so z obstoječo železniško progo Jesenice–Nova Gorica povsem skrčili manevrski prostor za preboj trase in narekovali zahtevne tehnične rešitve z vrsto viaduktov, podpornih, opornih in sidranih zidov. Ni se bilo možno izogniti rušitvam posameznih stanovanjskih objektov, prestavitvam komunalij in obstoječih prometnic niti daljši regulaciji oziroma prestavitvi struge reke Save.

Pričakovane težave investitorja pri varovanju naseljenega področja pred negativnimi vplivi hrupa, onesnaženjem voda in okolice in pri zadovoljitvi ostalih ekološko-varstvenih pogojev se je povsem izpolnilo.

Že gradnja posameznega viadukta, zidu ali sidrane stene bi bila v strmem pobočju, v naselju, ob železniški progi zaradi pomanjkanja manevrskega prostora zelo težka; ker pa morajo biti dokončani istočasno vsi objekti, lahko le precizna organizacija, smotrno planiranje, stalna koordinacija vodstva in prizadevno delo brez prekinitev zagotovijo, da bo pogodbeni rok spoštovan.

Naj omenim, da se je po pridobitvi gradbenega dovoljenja, sklenitvi gradbene pogodbe in pričetih delih izkazalo, da je zaradi geoloških razmer cel pododsek potrebno preprojektirati in tako so bili za graditelje izgubljeni dodatni meseci prav na kritični poti že tako kratkega izvedbenega roka.

Na območju od Blejske Dobrave do Vrbe ni trasa toliko utesnjena in tudi gradbeno ni problematična, če izvzamemo viadukt prek korita Save in pokritega ukopa v Mostah, ki bo ublažil negativne ekološke vplive avtoceste v naselju.

452 metrov dolg eleganten viadukt prek korita Save se gradi po sistemu prostokonzolne gradnje v celotni širini za vse štiri vozne pasove. Konzolna gradnja rekordne širine 21 m na višini 60 m v vzdolžnem in prečnem sklonu, v horizontalni krivini in vertikalni zaokrožitvi tudi nestrokovnjaku nakazujejo probleme statikov, geodetov, tehnologov in drugih. Sorazmerno zahtevna je bila tudi prestavitev tlačnega cevovoda za HE Završnica, ko so bile v želji, da

Avtor:
Andrej Rihtaršič, dipl. inž. gr.
vodja nadzora



Sl. 1. Viadukt PODMEŽAKLA

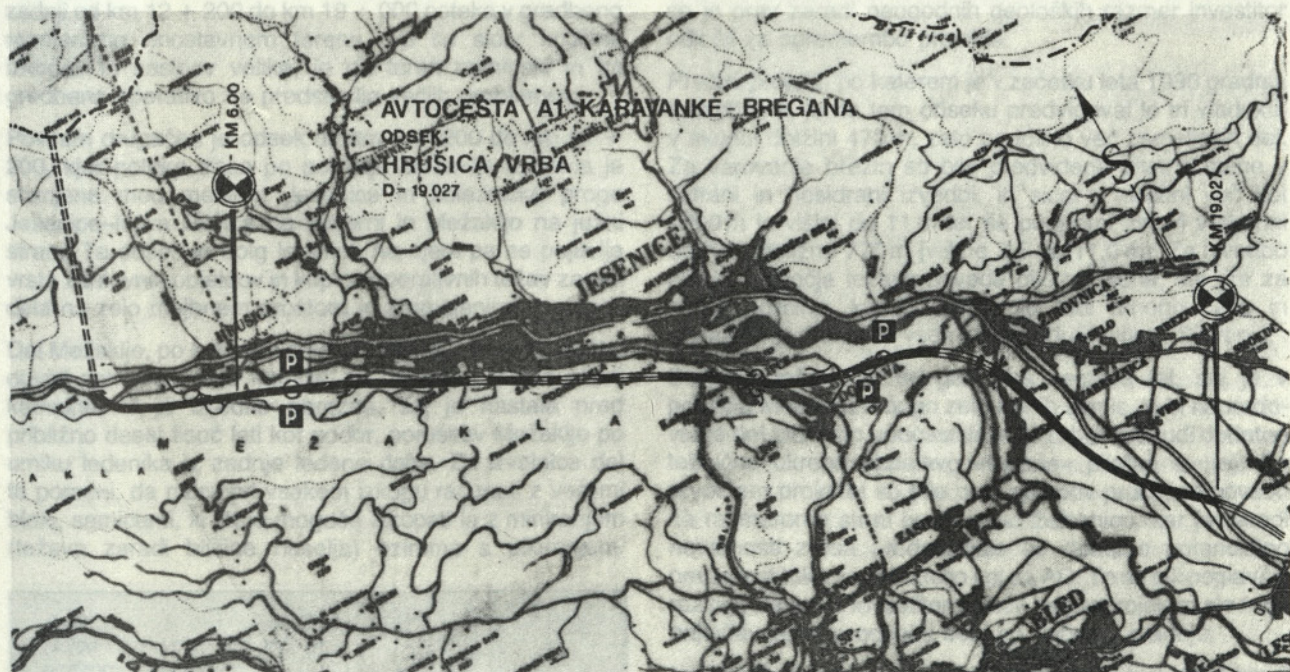
se izpad obratovanja skrajša, uporabljene dosti originalne tehnične rešitvečasne premostitve.

Vrsta podvozov in nadvozov rešuje povezave med naselji in kmetijskimi površinami, ki jih avtocesta preseka. Večja sta nadvoz železniške proge Ljubljana–Jesenice in obstoječe magistralne ceste na začasnem priključku v Vrbi, oba v dolžinah nekaj pod 100 m. Ker je iz ekoloških razlogov in zunajnivojskih prehodov železnice Ljubljana–Jesenice in magistralne ceste trasa avtoceste prek žirovniškega

polja pretežno v globokem ukopu, so se tu pojavili presežki materialov, ki jih je bilo potrebno transportirati na začetek trase na Hrušico za servisni plato Jesenice in v nasipe v strugo prestavljene Save. Dodaten transport skoraj milijona ton, predvsem v mesecih intenzivnega turističnega prometa po že tako preobremenjeni magistralni cesti skozi mesto, je bilo možno realizirati le z veliko truda in dodatnim angažiranjem delavcev milice. Tudi krajanom gre vse priznanje za razumevanje in strpen odnos. Poseg v urbanizirano naseljeno področje zahteva vrsto odkupov, rušenj in nadomestnih zgradb. Poseg v intenzivno obdelane kmetijske površine, ki jih imajo Jesenice malo in so zato dragocenejše, pa poleg finančnih bremen od investitorja zahteva reševanje niza problemov v zvezi z odkupom, zamenjavami, komasacijami in izboljšavami zemljiških kompleksov. Ta problematika je na Dobravskem in Žirovniškem polju še vedno prisotna skupno s sprotno povzročenimi škodami izvajalcev na teh površinah, ki se jim ni mogoče povsem izogniti.

Na odseku avtoceste od Hrušice do Vrbe v dolžini 13 km bo izveden na Blejski Dobravi južni priključek za Jesenice (severni je neposredno za mejnim platojem) in začasni priključek na obstoječo cesto v Vrbi. V sklopu avtoceste je še dvoje počivališč, to je počivališče Jesenice z bencinsko črpalko, motelom in drugimi servisnimi objekti ter manjše počivališče na Dobravskem polju neposredno pred viaduktom Moste.

Varčni 20,6 m širok prečni prerez štiripasovne avtoceste ima le 2,0 m širok vmesni pas in vsakih 600 m locirane odstavne niše, ki nadomeščajo za avtocesto običajne odstavne pasove. Zgornji ustroj je klasičen, s tamponom neposredno na izboljšani gredi gramoznega materiala v debelini 50 cm. Nosilni asfalti so dimenzionirani glede na



Sl. 2. Avtocesta A1 – Karavanke–Bregana, odsek: HRUŠICA–VRBA

predvideno obremenjenost pododsekov, pa tudi vozni pas ima ustrezno večjo debelino asfalata od prehitevalnega pasu. Obrobni sloj asfalta je enoten. New Jersey ograja poteka po sredini po vsej dolžini, prav tako pretežno po vsej dolžini na levi strani, desno pa po potrebi. Višina New Jersey 1,10 m poleg klasičnega varovanja vozil še delno varuje naselje pred hrupom in ublaži negativne učinke luči nasproti vozečih vozil. Ostala oprema, kot vanostne ograje, klic v sili, horizontalna in vertikalna signalizacija, bo v skladu s standardom obstoječih avtocest pri nas. Dodatni protihrupni ukrepi poleg omenjenih povišanih New Jersey ograj bodo določeni na podlagi rezultatov hrupa pod prometom. Intenzivna biološka zaščita brežin ukopov in nasipov ter sidranih sten bo poleg funkcije zaščite proti eroziji dodatno zmanjševala vplive hrupa, predvsem pa zadovoljila estetske kriterije in v največji možni meri gradnjo vklopila v naraven ambient.

Za boljše predstavo o obsegu celotne gradnje naj navedemo še nekaj osnovnih gradbenih količin:

dolžina odseka	13 km
priključek Jesenice	
priključek Vrba	
počivališče Jesenice	30.000 m ²
počivališče Lipce	7.500 m ²

deviacije	21 km
regulacija	1 km
izkopi	1.480.000 m ³
nasipi	1.370.000 m ³
greda	120.000 m ³
tampon	80.000 m ³
asfaltne površine različnih debelin	300.000 m ²
viadukti kom 5	35.260 m ²
nadvozi kom 6	3.100 m ²
podvozi kom 6	2.350 m ²
galerija kom 1	3.700 m ²
most kom 1	390 m ²
zidovi	15.600 m ³
betoni v vseh konstrukcijah	90.000 m ³
armature in kabli v vseh konstrukcijah	7.900 ton

Končna vrednost del je ocenjena na 160 milijonov DEM. Glavni izvajalec je SCT Ljubljana s podizvajalcem SGP Primorje Ajdovščina in Gradisom Maribor, Ljubljana in Jesenice. Seveda je prisotna še cela vrsta podizvajalcev za specialna dela. Glavni projekt je izdelalo Projektivno podjetje Kranj. Izvedbene projekte za posamezne objekte pa so izdelali izvajalci sami. Po pogodbi naj bi bila dela končana v decembru 1991 in v tem roku je še možno objekt dokončati do take mere, da bi do leta 1992 že na Vrbi resnično vstopili v Evropo 92.

GRADBENI IZZIV POD MEŽAKLJO

UDK 625.711.4

BOJAN CERKOVNIK

POVZETEK

V članku je opisan del trase transjugoslovanske avtoceste na odseku Hrušica–Vrba in sicer na delu pod Mežakljo. Ta del je gradbeno izredno zahteven, tako glede velikega števila objektov kot glede utesnenosti med železnico in Mežakljo oziroma naseljem. V sestavku so prikazani osnovni podatki objektov na tem odseku in orisana tehnologija gradnje viaduktov in obložnih sten. Poudarek članka je predvsem težavnost projektiranja in operativne izvedbe tega odseka.

CONSTRUCTION CHALLENGE UNDER MEŽAKLJA

SUMMARY

The article describes a part of the Trans-Yugoslav Highway route on the section Hrušica–Vrba on the part under the mountain Mežaklja. This part is constructionally speaking extremely demanding both regarding the large number of structures as well as regarding the narrow area between the railway and the mountain Mežaklja and the settlement, respectively. The treatise indicates the basic data on structures on this particular section and describes the construction technology of the viaducts and protection walls. The article stresses mainly the difficulty of designing and operating execution of this section.

Pri izgradnji TJA na odseku od Hrušice do Vrbe v skupni dolžini 13 km se pojavljata dva gradbeno različna odseka. Del trase v začetku od km 6 + 000 do km 8 + 200 ter zadnji od km 12 + 200 do km 19 + 000 poteka v gradbeno razmeroma enostavnem terenu. Tu so sicer količine izkopov in nasipov velike, je pa teren ravninski in za grebno operativno ne predstavlja večjih problemov.

Povsem drugačen je odsek od km 8 + 200 do km 12 + 200, kjer poteka trasa po pobočju Mežaklje oziroma je stisnjena med mestom Jesenice in železniško progo Jesenice–Nova Gorica na severni in Mežakljo na južni strani. Ta odsek je dolg le 4 km, na njem pa se pojavlja vrsta zahtevnih objektov in kopica operativnih težav zaradi dela na zelo majhnem prostoru in z omejenimi dostopi.

Del Mežaklje, po katerem poteka trasa AC, je že geološko dovolj zahteven. Gre namreč za geološko mlade plasti kamnine, ki je izredno porozna, saj je nastala pred približno deset tisoč leti kot podor, porušitev Mežaklje po umiku ledenika iz zadnje ledene dobe. Za izvajalca del to pomeni, da mora pri vsakem izkopu računati z večjimi bloki, samicami, ki jih je mogoče izkopati le z miniranjem (težava zaradi bližine naselja) oziroma s pikiranjem.

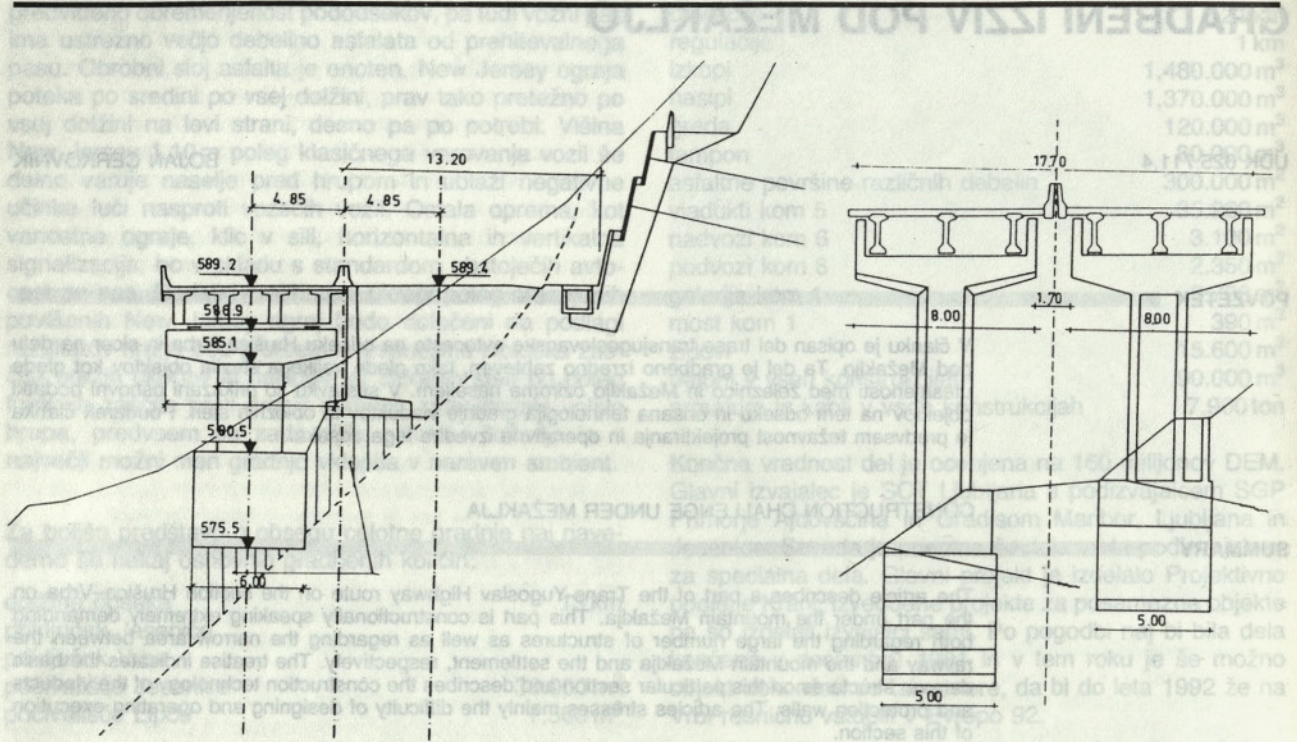
Same naravne brežine so strme in je za izkope trase potrebno varovanje zaledne hribine, ob umiku trase od pobočja pa spodnji podporni zidovi. Med samo gradnjo se je prav zaradi neugodnih geoloških razmer investitor odločil za spremembo projekta.

Prvotni projekt, po katerem je v začetku leta 1990 gradnja tudi pričeta, je na tem odseku predvideval le tri viadukte v skupni dolžini 470 m, zato pa toliko več zemeljskih del. Za varovanje brežin so bile predvidene pilotne stene v sidrani in nesidrani izvedbi, in sicer v dolžini več kot 1200 m in višini do 11 m ter še podporni zidovi v skupni dolžini približno 770 m (višine 3,5 do 11,0 m). Za izvedbo bi bila največja težava seveda pilotna stena, saj gre za veliko količino, kar bi zahtevalo tudi mnogo časa in angažiranje praktično vseh tovrstnih kapacitet v Sloveniji.

Dodatna težava je še geološka sestava tal, saj je v pobočju Mežaklje mnogo zelo trdnih samic, ki bi napredovanje del bistveno upočasnile in bi zahtevale tudi dodatne tehnične ukrepe (izdelavo »fasade« pilotne stene). Po prvotnem projektu so bile pete nasipov praktično povsod na razmeroma strmi brežini nad železnico, kar je zaradi nevarnosti zdrsa predstavljalo še dodatno potencialno nevarnost tako za železnico kot za AC. To so bili pglavitni razlogi, da se je investitor odločil za preprojektiranje tega najtežavnejšega odseka šele po pričetku gradnje.

Izdelan je torej nov projekt, in sicer za odsek med km 9 + 700 in km 11 + 800. Osnovna ideja spremembe je

Avtor:
Bojan Cerkovnik, dipl. inž. gr.
nadzorni inženir



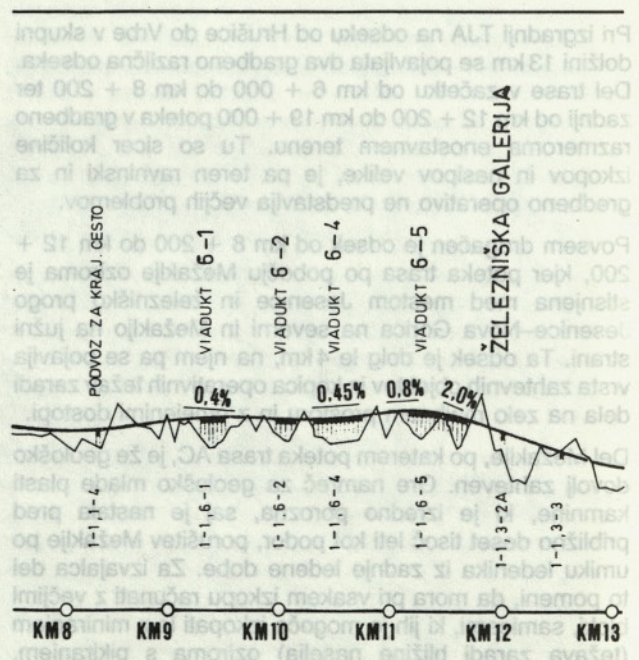
Že iz zgornjih prečnih prerezov je razvidna težavnost gradnje na odseku pod Mežakljo

odmik trase od pobočja Mežaklje, kolikor je to le mogoče zaradi bližine železniške proge in naselja, ter dvig nivelete. S tem so se zmanjšala zemeljska dela na tem odseku, potrebno je manj varovanja brežin, zato pa so potrebni dodatni viadukti.

V tem odstavku bom na kratko opisal potek trase na tem težavnem odseku od km 8 + 200 do km 12 + 200.

Od km 8 + 200 dalje je trasa v vzponu in poteka v km 8 + 348 prek podvoza lokalne ceste. Tu se trasa že dotika naselja Podmežaklja in poteka dalje po ukopu do hokejske dvorane, ki se ji toliko približa, da je potreben težnostni podporni zid. Dalje poteka trasa v nasipu oziroma deloma v mešanem profilu do prvega viadukta z oznako 6-1 v km 9 + 290. Do naslednjega viadukta 6-2 je le približno 450 m vendar je vmes visok nasip na levi strani, zaradi strmine Mežaklje pa je že potrebno varovanje brežine oziroma AC z obložnim zidom v dolžini približno 280 m. Objektu 6-2 že po približno 120 metrih sledi naslednji viadukt z oznako 6-4, vmesni del pa je varovan s podpornim zidom na eni in obložno steno na drugi strani. Oba viadukta 6-2 in 6-4 sta izvedena tako, da levi pas dolžinsko ni enak desnemu, zato je pri obeh potreben še zid v osi AC med krajnima podporoma. Desni pas viadukta 6-4 se na krajšem delu nasloni na pobočje Mežaklje in se na tem mestu zaradi bližine brežine varuje z obložnim zidom v dolžini približno 95 m.

Ko trasa zapusti objekt 6-4, poteka spet le 300 m v razmeroma visokem nasipu do naslednjega viadukta 6-5.



Izsek vzdolžnega profila odseka pod Mežakljo

Ta je spet izveden tako, da je na desni strani prekinjen in je zato potrebno varovanje brežine na desni strani z

obložnim zidom dolžine 152 m kakor tudi sredinski podporni zid v osi AC med objektoma v dolžini 254 m. Od tod dalje poteka trasa v useku, takoj po prehodu v nasip pa je pod traso železniška galerija. Ker je teren narekoval vodenje cestne in železniške trase, je kot križanja med obema oster, le ca. 17 stopinj, kar pomeni, da je železniška galerija dolga kar 150 m s krilnim zidom dolžine 51 m. Sama galerija je konstrukcijsko okvir, temeljen z večjim delom na pilotih s premerom 150 cm, ki so povezani z gredo. Nadkritje okvira je nasip v debelini do 3,5 metra in na njem poteka trasa AC.

Kot vidimo, so na tem kratkem odseku projektirani kar štirje viadukti, ki pa so zasnovani tako, da je na vsakem viaduktu ločena leva polovica od desne, tako da gre v bistvu z dve ločeni konstrukciji. Temeljenje pri viaduktu 6-1, kjer sta obe polovici dolgi 240 m, viaduktu 6-2, kjer je leva polovica dolga 179 m in desna 149 m, in viaduktu 6-4, kjer pa je leva polovica dolga 520 m in desna 420 m, je podobno. Gre za vodnjake premera 5 m, ki so zaradi prevzema horizontalnih sil dodatno sidrani v brežino. Stebri objektov 6-1 in 6-2 so na rastru 30 m, za objekti 6-4 pa je ta razmak 40 m. Vsi stebri so škatlastega prereza dimenzij 240 × 240 cm z debelino sten 40 cm in so zaključeni s prečnikom, ki rabi kot ležišče montažnih nosilcev. Za zgornjo konstrukcijo so uporabljeni po trije lepljeni nosilci za vsak vozni pas, prek katerih poteka monolitna armiranobetonska plošča debeline 22 cm. Nosilci za objekta 6-1 in 6-2 so visoki 180 cm in so sestavljeni iz treh delov, za objekt 6-4 pa znaša višina nosilcev 250 cm in so lepljeni iz petih delov. Med viadukti je konstrukcijsko nekoliko drugačen viadukt 6-5. Tu so za temeljenje uporabljeni vodnjaki eliptičnega prereza (5/6 m). Zaradi cenejše izvedbe so ti vodnjaki nekoliko plitvejši, zato pa je uporabljeno izboljšanje temeljnih tal po metodi jet grouting, ki predstavljajo ca. 34% cene klasičnega vodnjaka premera 5 m. Objekt 6-5 je v bistvu sestavljen iz leve in desne polovice, ki sta povsem

različni. Na desnem delu so izdelani stebri na razmaku 14,5 m in so monolitni dimenzij 220 × 90 cm. Prekladna konstrukcija je monolitna, na licu mesta betonirana armiranobetonska plošča debeline 70 cm. Za levi del viadukta pa so uporabljeni prav tako monolitni stebri, vendar dimenzij 350 × 100 cm in na razmakih 29 m. Prekladna konstrukcija levega dela viadukta je iz štirih montažnih nosilcev, ki so izdelani na posebnem platuju ob viaduktu, prek njih pa monolitna armiranobetonska plošča debeline 22 cm.

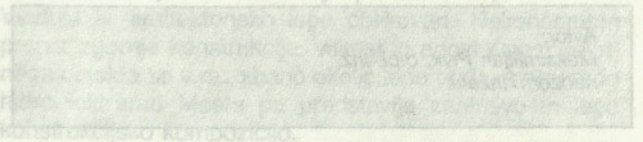
Na več mestih v skupni dolžini približno 680 m poteka trasa tako blizu brežine, da je potrebno varovanje z obložno steno. Varovanje na tak način je razmeroma nova metoda, kjer gre v principu za to, da se stena gradi po kampadah od zgoraj navzdol. To predstavlja prednost pri izkopu, predvsem v strmih pobočjih, kakršno je tudi pobočje Mežaklje, in jemlje malo že tako skrčenega prostora. Za izvedbo je taka konstrukcija razmeroma hitra in enostavna. Montažni elementi, ki tvorijo fasado stene, rabijo tudi kot opaz, kar predstavlja po eni strani pocenitev izvedbe, po drugi strani pa tudi lepši končni videz stene. Med posameznimi etažami zidu je še vegetativno korito, ki bo s primerno zasaditvijo tudi prispevalo k lepšemu videzu betonskih površin.

Na tem kratkem odseku v dolžini le 4 km se torej poleg zemeljskih del pojavi še približno 680 m obloženih sten, približno 670 m podpornih zidov, 150 m dolga galerija in štirje viadukti v skupni dolžini 1350 m (levo 1530 m in desno 1170 m).

Zaradi izredno kratkega roka za dokončanje vseh del (konec leta 1991), se dela na vseh objektih kakor tudi vsa zemeljska dela izvajajo praktično hkrati. Ob tem moramo vedeti, da je ta del trase stisnjeno med razmeroma strmo pobočje Mežaklje in železniško proggo oziroma mesto Jensenice. Če upoštevamo še zelo omejene in težavne dostope na gradbišče, lahko trdimo, da je to gradbeno izredno zahteven odsek.

Projektirani in izvedeni deli so zasnovani tako, da je na vsakem viaduktu ločena leva polovica od desne, tako da gre v bistvu z dve ločeni konstrukciji. Temeljenje pri viaduktu 6-1, kjer sta obe polovici dolgi 240 m, viaduktu 6-2, kjer je leva polovica dolga 179 m in desna 149 m, in viaduktu 6-4, kjer pa je leva polovica dolga 520 m in desna 420 m, je podobno. Gre za vodnjake premera 5 m, ki so zaradi prevzema horizontalnih sil dodatno sidrani v brežino. Stebri objektov 6-1 in 6-2 so na rastru 30 m, za objekti 6-4 pa je ta razmak 40 m. Vsi stebri so škatlastega prereza dimenzij 240 × 240 cm z debelino sten 40 cm in so zaključeni s prečnikom, ki rabi kot ležišče montažnih nosilcev. Za zgornjo konstrukcijo so uporabljeni po trije lepljeni nosilci za vsak vozni pas, prek katerih poteka monolitna armiranobetonska plošča debeline 22 cm. Nosilci za objekta 6-1 in 6-2 so visoki 180 cm in so sestavljeni iz treh delov, za objekt 6-4 pa znaša višina nosilcev 250 cm in so lepljeni iz petih delov. Med viadukti je konstrukcijsko nekoliko drugačen viadukt 6-5. Tu so za temeljenje uporabljeni vodnjaki eliptičnega prereza (5/6 m). Zaradi cenejše izvedbe so ti vodnjaki nekoliko plitvejši, zato pa je uporabljeno izboljšanje temeljnih tal po metodi jet grouting, ki predstavljajo ca. 34% cene klasičnega vodnjaka premera 5 m. Objekt 6-5 je v bistvu sestavljen iz leve in desne polovice, ki sta povsem

različni. Na desnem delu so izdelani stebri na razmaku 14,5 m in so monolitni dimenzij 220 × 90 cm. Prekladna konstrukcija je monolitna, na licu mesta betonirana armiranobetonska plošča debeline 70 cm. Za levi del viadukta pa so uporabljeni prav tako monolitni stebri, vendar dimenzij 350 × 100 cm in na razmakih 29 m. Prekladna konstrukcija levega dela viadukta je iz štirih montažnih nosilcev, ki so izdelani na posebnem platuju ob viaduktu, prek njih pa monolitna armiranobetonska plošča debeline 22 cm.



Konstrukcijsko konceptcija.

VIADUKT MOSTE

UDK 624.21:625.745.1

MAKSIMILJAN PIVK

POVZETEK

Na odseku avtoceste od Hrušica do Vrbe je najzahtevnejši objekt viadukt preko Save. Viadukt je dolg 452,50 m, širok 20,90 m, največja višina od dna temeljev do vozišča pa je 71 m. Viadukt gradimo po sistemu proste konzolne gradnje v celotni širini, kar se pri nas izvaja prvič. Zaradi kratkega roka gradimo istočasno na dveh vmesnih podporah z dvema garniturama premičnih opažev.

VIADUCT MOSTE

SUMMARY

The most demanding structure on the section of the motorway from Hrušica to Vrba is the viaduct over the river Sava. The viaduct is 452,50 m long, 20,00 m wide, maximum height from the foundation footing and up to the pavement is 71 m. The viaduct is being constructed according to the system of free cantilever construction in its total width, what is performed in our country for the first time. Due to short construction period we are constructing simultaneously on two intermediate substructures with two sets of movable formworks.

Globoki soteski Save in Završnice sta pri Žirovnici že od nekdaj predstavljali težko prometno prepreko. Ker je bila soteska Završnica ožja, so dosedanje prometne poti potekale prek nje, trasa nove avtoceste pa prečka sotesko Save med pregrado in strojnico hidroelektrarne Moste. Na tem mestu je soteska globoka približno 80 in široka 450 metrov.

Investitor je predvideval, da bo prečkanje Save na tem mestu zahteven gradbeni poseg, zato je razpisal licitacijo za gradnjo viadukta v Mostah posebej in pred licitacijo za ostala dela na avtocesti. Licitacije se je udeležilo 6 ponudnikov, ki so ponudili 12 variant. Investitor se je odločil za ponudnika GIP Gradis Ljubljana in varianto proste konzolne gradnje. GIP Gradis je zaupal projektiranje svojemu Biroju za projektiranje Maribor in odgovornemu projektantu prof. Vukašinu Ačanskemu, izvajanje pa Gradisu – Nizke gradnje Maribor.

Po dimenzijah je viadukt pravi velikan, saj je dolg skupaj s krili 456,50 m, širok 20,90 m in visok od dna temelja do vozišča 71,00 metrov. Prosta konzolna gradnja je za elemente vozišča, razpone in višine, kakršne ima viadukt v Mostah, najprikladnejša, saj je vozišče v horizontalni krivini z radijem 1200 m in v prečnem sklonu 3,5%, niveleta viadukta je v vzdolžnem sklonu 2% in preide v vertikalno zaokrožitev z radijem 25.000 m. Prekladna konstrukcija je podprta z dvema krajnjima in tremi vmesnimi podporami na osnem razmaku 88 +

132 + 132 + 88 = 440 m. Objekt z opisanimi elementi je prav gotovo izziv za projektante, statike, tehnologe, geometre, predvsem pa za izvajalce.

Krajni opori sta monolitni, težnostni betonski konstrukciji s paralelnimi krili. Desna je temeljena plitvo na gramoznih tleh, leva podpora pa je zaradi strmega pobočja temeljena na dveh vodnjakih, ki segata 9,00 m globoko v sloj konglomerata.

Vsako od treh vmesnih podpor sestavljata dva votla stebra dimenzij 10 × 2,40 m na osnem razmaku 12,00 m. Stebra vmesne podpore sta spodaj elastično vpeta v temeljne grede dimenzij 4,00 × 4,00 m, ki kot okvir ležijo na štirih vodnjakih, jih povezujejo in preprečujejo neenakomerno posadanje. Vodnjaki premera 5,00 m segajo v plast trde sive in so na srednji podpori globoki 8,00 m in na krajnih vmesnih podporah 14,00 m. Višina stebrov srednje vmesne podpore je 52,00 m, stebra krajnih vmesnih podpor pa sta visoka 40,00 m.

Zgornja nosilna konstrukcija je zasnovana kot okvirna, kontinuirna, prednapeta konstrukcija. Višina nosilne konstrukcije ni stalna, ampak se spreminja tako, da je nad vmesnimi podporami visoka 7,00 m, v sredini polj pa 2,60 m, kolikor znaša tudi ob krajnih obrežnih podporah. Prečni prerez nosilne konstrukcije je škatlasti profil širine 10,00 metrov s 5,10 m dolgimi konzolnimi krili. Širina zgornje plošče je 20,20 m, končna širina objekta z robnimi venci pa je 20,90 metra. Prerez zgornje plošče je stalen po celotni dolžini, stene škatlastega profila se tanjšajo od 80 cm nad podporami do 50 cm v sredini polj. Debelina spodnje plošče škatlastega profila se spreminja od 80 cm nad podporo do 20 cm v sredini polja.

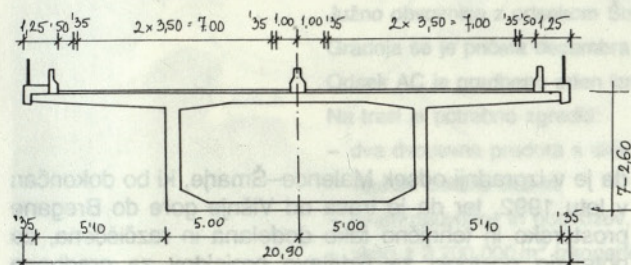
Avtor:
Maksimiljan Pivk, dipl. inž.
nadzorni inženir

Za viadukt površine 9246 m² bomo porabili 17.000 m³ betona, 1600 t betonskega jekla in 500 ton kablov za prednapenjanje.

Tehnologija gradnje spodnje konstrukcije ni zahtevna, saj smo jo gradili po ustaljenih klasičnih metodah, še najbolj zahtevna je bila organizacija gradbišča, saj je bilo potrebno ob vsaki vmesni podpori postaviti stolpne žerjave višine 60 do 70 m, kar je bilo predvsem na levem bregu Save zaradi strmega brega zahtevno delo.

Gradnja zgornje nosilne konstrukcije pa je glede tehnologije mnogo bolj zahtevna. Izvajalec je moral nabaviti opremo, ki bo namenjena samo za te objekte, ki se bodo gradili po sistemu proste konzolne gradnje. V to opremo spada plato za bazni del in vozički za konzolno gradnjo.

Bazni del je del zgornje konstrukcije v območju obeh stebrov ene vmesne podpore in je izhodišče za simetrično gradnjo konzolnih lamel ene vmesne podpore. Plato je montažna jeklena konstrukcija, na katero se postavi opaž spodnje plošče baznega dela in oder za gradnjo sten in kril zgornje plošče baznega dela. Plato se v celoti zmontira spodaj – nad temelji – in se z vitli dvigne načasne konzolne podpore na vrhu stebra. Po zabetoniranju in prednapenjanju baznega dela se plato spusti na tla, demontira in prenese na naslednjo vmesno podporo.



Sl. 1. Prečni prerez zg. konstrukcije

Sl. 2. Viadukt Mose – vzdolžni prerez

Zgornja plošča baznega dela je dimenzij 17 × 20,20 m in nanjo lahko zmontiramo par vozičkov za gradnjo konzolnih lamel. Voziček je kovinska konzolna konstrukcija, ki se z dywidag vijaki sidra v zgornjo ploščo, na drugem konzolnem delu te konstrukcije pa je obešena nosilna konstrukcija opaža za lamelo. Nosilna konstrukcija opaža tako visi na eni strani na vozičku, na drugi strani pa je z vijaki pritrjena na že zabetonirani konstrukciji. Vozički z nosilno konstrukcijo opaža so nabavljeni pri firmi WITO v Avstriji, opaži pa pri avstrijski firmi DOKA. Nosilnost vozičkov je 1850 KN, maksimalna dolžina lamele pa je 5,00 m. Ker se višina zgornje konstrukcije spreminja, se spreminjajo tudi dolžine lamel, tako da je v vsako lamelo vgrajeno

približno 70 m³ betona. Lamelle se gradijo simetrično. Vsak par lamel se s konzolnimi kabli napne, ko beton doseže predpisano trdnost. Po prednapenjanju se vozički s kompletnim opažem premaknejo v nov projektirani položaj in natančno uravnajo smerno in višinsko.

Zgornja konstrukcija viadukta Moste je na vsaki podpori sestavljena iz 2 × 13 lamel dolžine od 3,00 do 5,00 m, tako da je dolžina zgornje konstrukcije na eni vmesni podpori dolga 127,00 m.

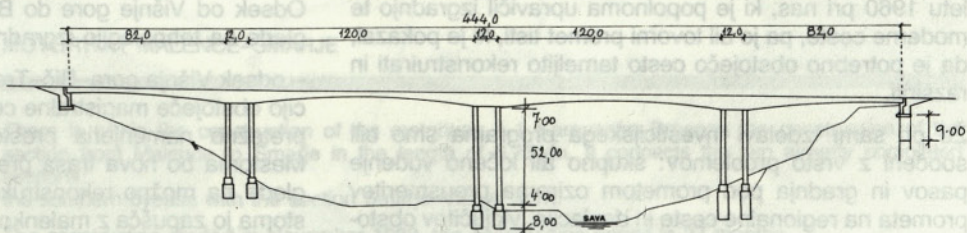
Del konstrukcije od krajne podpore do zadnje lamele vmesne podpore je zgrajen na klasičnem odru, ki je podprt s tal.

Tehnologija proste konzolne gradnje omogoča etapno napredovanje del, ki se zaradi zaporedja del in strjevanja betona ne more bistveno pospešiti. V našem primeru je projektirani čas gradnje enega para lamel na eni podpori sedem dni. Gradnja se lahko pospeši samo z istočasnim delom na več vmesnih podporah, kar je pa povezano s številom vozičkov. Na viaduktu Moste imamo dva para vozičkov in bomo delali istočasno na dveh podporah.

Posebno zahtevna faza gradnje je spajanje zgornje konstrukcije dveh sosednjih podpor, saj so deformacije tako dolgih konzol občutne in nanje vplivajo poleg teže opaža in betona tudi zunanji vremenski pogoji, predvsem veter in temperatura.

Izračun in spremljanje deformacij pri prosti konzolni gradnji spada med najzahtevnejše naloge, saj se povese spreminjajo z vsako novo lamelo. Na povese in deformacije pa lahko vplivajo tudi drugi zunanji dejavniki. Pri nastavitvi opažev lamel upoštevamo in tudi kontroliramo povese zaradi:

- deformacije konstrukcije vozičkov,
- povese že zabetoniranih in prednapetih lamel zaradi teže nove lamele,



- povese zaradi deformacije temeljnih tal in stebrov,
- povese zaradi reologije betona.

Poleg rednih meritev in nastavitvev opažev, ki jih izvaja izvajalec, opravlja ZRMK v sodelovanju s FAGG še dodatne meritve, ki bodo potekale tudi v času eksploatacije objekta in bodo kontrola za projektirane predpostavke. Podatki rednih in kontrolnih meritev pa bodo služili projektantom in izvajalcem naslednjih podobnih objektov.

Viadukt je arhitektonsko lepo oblikovan. Nekonstanten prerez zgornje konstrukcije, vitkost in enostavnost celotnega objekta se v razgibano okolje lepo poda, s pregrado hidroelektrarne Moste pa predstavlja zanimivo in lepo konstrukcijsko kompozicijo.

PROBLEMATIKA PRI PROJEKTIRANJU DOLENJSKE AC

UDK 625.711.3

MIHA AVANZO

POVZETEK

Problematika rekonstrukcije in novogradnje dolenske avtoceste od Višnje gore do Bregane je že vrsto let predmet strokovnih razprav tako na področju urbanizma kot projektiranja. Danes lahko ugotavljamo, da je trasa v celoti dodelana in razčiščena in lahko pričnemo s konkretnim pridobivanjem potrebnih dokumentov in projektov za pripravo same izgradnje. Stvari so jasne tako glede rekonstrukcije kot novogradnje kakor tudi glede same tehnologije gradnje.

PROBLEMATICS WITH THE DESIGNING OF THE MOTORWAY ALONG THE REGION DOLENJSKA

SUMMARY

Problems related to the reconstruction and newconstruction of the motorway along the region Dolenjska from Višnja gora to Bregana has been for several years a subject of professional discussions both in the field of town-planning as well as designing. It can be established today that the route is allocated and solved. So we can approach towards specific preparation for obtaining the required documents and designs for the preparation of the construction itself. Things are clear both regarding the reconstruction and newconstruction, as well as regarding the construction technology itself.

Približno 10 let po odprtju hitre ceste Ljubljana–Bregana se je že pokazala potreba po prvih študijah in izdelavah projektne dokumentacije za preureditev dvopasovnice v novo štiripasovno avtocesto.

Z naglim razvojem osebnega avtomobilskega prometa po letu 1960 pri nas, ki je popolnoma upravičil izgradnjo te moderne ceste, pa je bil tovorni promet tisti, ki je pokazal, da je potrebno obstoječo cesto temeljito rekonstruirati in razširiti.

Že pri sami izdelavi investicijskega programa smo bili soočeni z vrsto problemov: skupno ali ločeno vodenje pasov in gradnja pod prometom oziroma preusmeritev prometa na regionalne ceste in deviacije, vključitev obstoječega profila magistralne ceste v profil avtoceste, korekcija horizontalnih in vertikalnih elementov obstoječe ceste, vprašanje obstoječih nadvozov in podvozov, rekonstrukcije in prestavitve regionalnih cest in podobno.

Po preteku nekaj desetletij lahko danes ugotavljamo, da je odsek Šmarje–Višnja gora z delno ločitvijo voznih pasov zgrajen in predan prometu (z izjemo enega pasu),

da je v izgradnji odsek Malence–Šmarje, ki bo dokončan v letu 1992, ter da je trasa od Višnje gore do Bregane prostorsko in tehnično tako dodelana in razčiščena, da potekajo postopki za izdelavo projektov za gradbeno dovoljenje in za izvedbo.

Odsek od Višnje gore do Bregane je nekako razdeljen, glede na tehnologijo izgradnje, na tri odseke:

- odsek Višnja gora–Bič–Trebnje šteje kot rekonstrukcijo obstoječe magistralne ceste, ker menimo, da bo tako pretežno namenjena prostoru za dva vozna pasova. Mestoma bo nova trasa prehajala z ene na drugo stran glede na možno rekonstrukcijo horizontalnih krivin, mestoma jo zpušča z malenkostnim odmikom. Vsekakor pa vseskozi sledi že obstoječemu prostorskemu koridorju današnje magistralne ceste.

- Odsek Trebnje–Hrastje–Kronovo se obravnava kot novogradnja, s tem da poteka na odseku Trebnje–Hrastje trasa po novem koridorju Sv. Ane in v celoti zpušča obstoječo magistralno cesto. Tu je le-ta speljana tako, da novih horizontalnih in vertikalnih elementov ni bilo možno vključiti v minimalnih dopustnih mejah in s tem zagotavljati varen promet pri predpisani hitrosti. Na odseku Hrastje–Kronovo poteka cesta pretežno ob obstoječi magistralni cesti in jo nekajkrat tudi prečka. Na celotnem odseku Trebnje–Kronovo tako ohranjamo obstoječo magistralno cesto kot paralelno povezavo in s tem možnost za lokalni promet od Trebnjega do Novega mesta in Otočca.

Avtor:
Miha Avanzo, dipl. inž. gr.
samostojni svetovalec

– Pri Dobruški vasi, to je na odseku Kronovo–Smednik, se zopet priključimo na obstoječo magistralno cesto Ljubljana–Bregana in od tod naprej prek Krške vasi do Bregane izrabljamo obstoječo cesto kot polovico vozišča avtoceste in jo zato štejemo kot rekonstrukcijo.

– Odsek Dobruška vas–Bregana pa se bo – oziroma to že poteka – saniral pretežno še pred izgradnjo nove štiripasovnice. Glede na veliko materialno vrednost tako saniranega vozišča smo se odločili za obojestransko

širitev. Širitev južno od obstoječe ceste bo obsegala v asfaltu utrjen odstavni pas z bankino, na sever pa se širi za novo polovico avtoceste.

Za celoten odsek nove avtoceste Ljubljana–Bregana je predviden odprt cestninski sistem s cestninsko postajo pri Biču in Krški vasi. Takemu sistemu so prilagojeni in ustrezno situirani tudi vsi priključki na celotni trasi avtoceste.

AVTOCESTA MALENCE–ŠMARJE

UDK 625.711.3

SLAVKO ŽLIČAR

POVZETEK

V sklopu avtoceste A-1 Karavanke–Bregana je v gradnji odsek Malence–Šmarje v dolžini 6,75 km. Povezuje že zgrajena odseka:

Južno obvoznico z odsekom Šmarje–Višnja Gora.

Gradnja se je pričela decembra 1989, rok za dokončanje je 27 mesecev.

Odsek AC je gradbeno eden izmed najzahtevnejših v Sloveniji.

Na trasi je potrebno zgraditi:

- dva dvocevna predora s skupno dolžino cevi 1537 m,
- viadukt dolžine 608 m,
- osem nadvozov in podvozov,
- vkop z 2,200.000 m³ izkopanega materiala.

Z zgraditvijo tega odseka bo odpadel eden od največjih prometnih »zamaškov« na sedanji cesti M-1 Ljubljana–Zagreb.

MOTORWAY MALENCE–ŠMARJE

SUMMARY

There is within the construction of the motorway A-1 Karavanke–Bregana the construction of the section from Malence to Šmarje in the length of 6.75 km. It connects the two already completed sections:

the southern bypass with the section Šmarje–Višnja Gora.

The construction started in November 1989, the construction period is 27 months.

The motorway section is constructionally speaking one of the most demanding sections in Slovenia.

It is necessary within the route to construct:

- two double-tube tunnels in their total tube length of 1537 m
- a viaduct in the length of 608 m,
- eight overpasses and underpasses,
- a cut with 2,200,000 square meters of excavated material.

When this particular motorway is completed there will be eliminated with it also one of the largest traffic "stoppage" obstructions on the present highway M1 Ljubljana–Zagreb.

Avtor:
Slavko Žličar, dipl. inž.
vodja projekta Dolenjske avtoceste

Odsek avtoceste Malence–Šmarje Sap je del avtoceste A-1 Karavanke–Bregana. Povezuje že zgrajena odseka – to je južno obvozno cesto v Ljubljani (zgrajena l. 1988) z odsekom AC Šmarje Sap–Višnja Gora (zgrajena l. 1989). Od južne obvoznice (priključek Dolenjska cesta) do Šmarja poteka sedaj promet po magistralni cesti M-1 Ljubljana–Zagreb. Ta del ceste spada med trenutno prometno najbolj obremenjene cestne odseke v Sloveniji. Prometna obremenitev v l. 1990 je znašala 17.000 vozil na dan (PLDP), prognoza za l. 2010 pa je 30.500 PLDP.

Odsek ceste M-1 od Ljubljane do Škofljice v dolžini 4 km je praktično edini odsek ceste od Podtabora do Bregane, kjer so nivojska cestna križanja. Z zgraditvijo avtoceste Malence–Šmarje bo tako odpadel »dolenjski prometni zamašek«. Z dograditvijo vzhodne obvozne ceste, ki se v Malencah priključi na avtocesto, se bo promet v polni meri distribuiral na AC in ljubljanski obvozni sistem.

Slovenije opravil mednarodno predkvalifikacijo o sposobnostih izvajalcev. Na podlagi te je bil v septembru 89 opravljen mednarodni razpis za oddajo del. Na podlagi razpisnih kriterijev je bil izbran kot najugodnejši izvajalec podjetje SCT Ljubljana, s katerim je bila v novembru 1989 sklenjena pogodba za izgradnjo trase s pripadajočimi objekti (predori, viadukt, mostovi).

Pogodbeni rok je 27 mesecev, štet od 1. decembra 1989 dalje do 1. marca 1992.

Gradbena vrednost celotnega odseka znaša 83 milijonov USA dolarjev.

V imenu naročnika Republiške uprave za ceste opravlja investitorska dela in nadzor nad gradnjo Cestni inženiring Ljubljana.

Osnovni podatki o trasi:



Trasa avtoceste Malence–Šmarje je bila družbeno verificirana s planskimi dokumenti. Projektna dokumentacija s potrebnimi soglasji in dovoljenji je bila izdelana l. 1989, pridobljena so bila zemljišča. V novembru 1989 je bilo izdano dovoljenje za gradnjo.

Za gradnjo odseka je bil odobren kredit Evropske investicijske banke v višini ca. 40 % investicijskih stroškov.

V januarju 1989 je investitor Skupnost za ceste SR

Obraunavani del avtoceste je eden najzahtevnejših na celotnem delu avtoceste med Karavankami in Bregano.

Na trasi sta dva dvocevna predora dolžine 375 in 408 m, viadukt dolžine 608 m ter velik vkop Lisičje (2,200.000 m³).

Od celotne dolžine odseka 6,75 km poteka kar 22 % trase v predorih in na viaduktu.

Geološka sestava tal:

Temeljna tla med začetkom odseka in vkopom Lisičje so sestavljena iz permokarbonskih kamenin, ki so površinsko preperete. Doline, ki jih prečka trasa, so prekrite s slabo nosilnimi sedimenti debeline do 20 m.

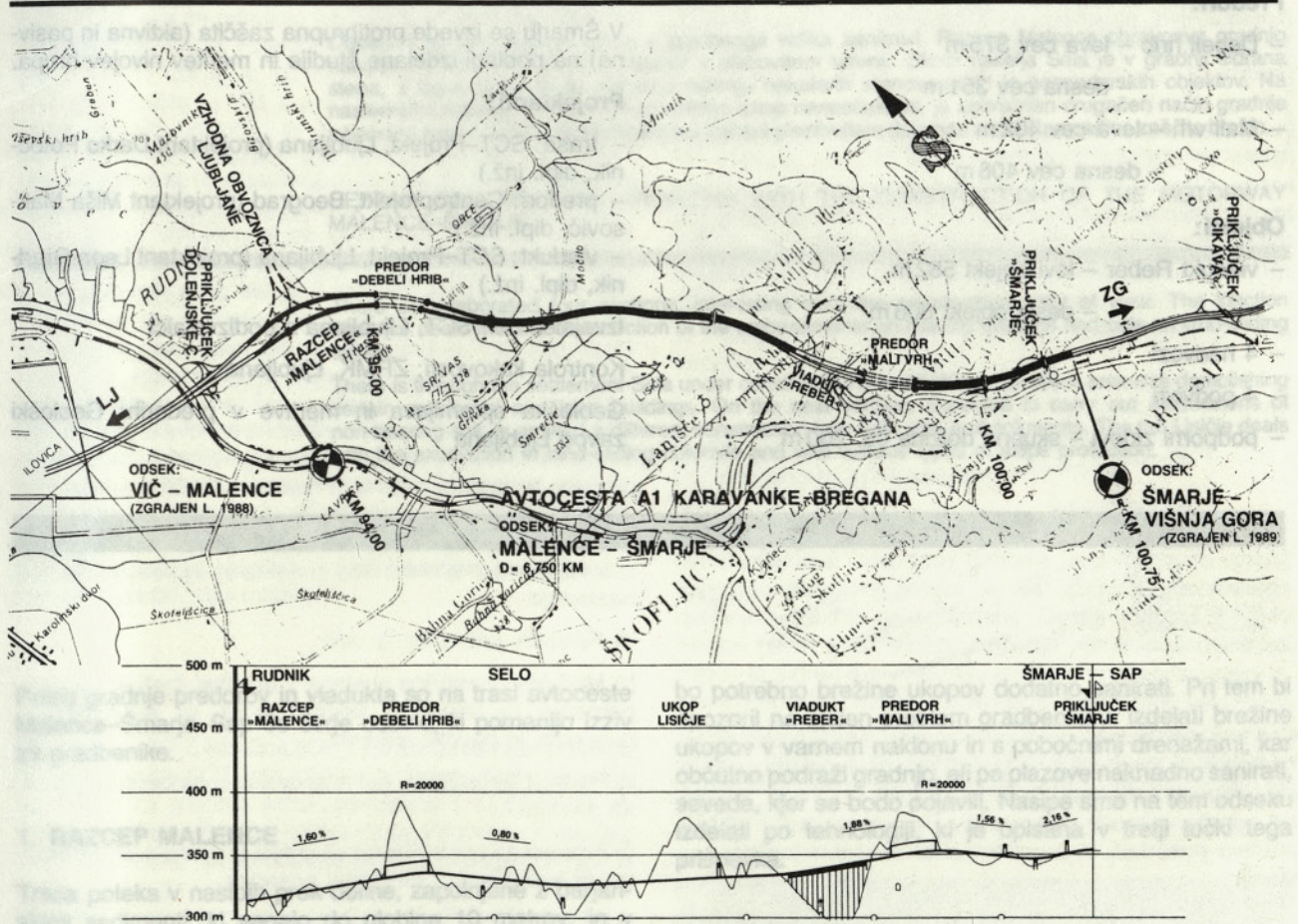
Zaradi geološke heterogenosti sta na primer predora v povsem različnih zemljinah, kar narekuje tudi različno tehnologijo gradnje.

Priključki:

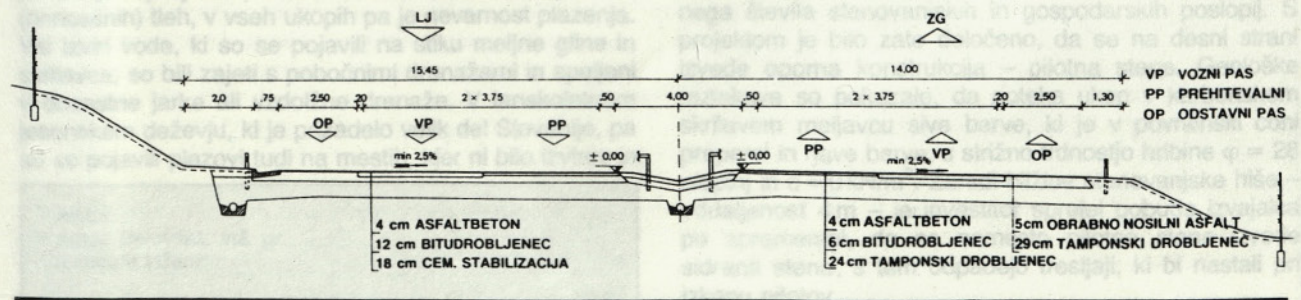
Na začetku odseka je razcep Malence, ki distribuira promet na južno in vzhodno obvoznico.

Vzhodna obvoznica je še v fazi načrtovanja, tako da se med gradnjo AC izvršujejo najnujnejša zemeljska dela in objekti.

V naselju Šmarje je priključek magistralne ceste M-1 na avtocesto ter priključek regionalne ceste R 331 na M-1.



KARAKTERISTIČNI PROFIL AVTOCESTE



Normalni profil:

Cesta je štiripasovna z voznim, prehitevalnim ter odstavnim pasom. Normalna širina je 28,0 m.

- računska hitrost je 110 km/h
- minimalni horizontalni radij je 750 m
- minimalni vertikalni konkavni radij je 9000 m
- maksimalni vzpon je 2,2 %
- maksimalni padec je 3,2 %

Predori:

- Debeli hrib – leva cev 375 m
– desna cev 351 m
- Mali vrh – leva cev 402 m
– desna cev 408 m

Objekti:

- viadukt Reber – levi objekt 582 m
– desni objekt 608 m
- 4 nadvozi
- 4 podvozi
- podporni zidovi – skupna dolžina ca. 200 m

Viadukt in predori so opisani v posebnih prispevkih.

Deviacije:

Skupna dolžina 8,400 m.

Regulacije:

Skupna dolžina 3,400 m.

Ekologija, hrup:

Pri projektiranju in gradnji so upoštevane zahteve in pogoji varstva in zaščita okolja.

V Šmarju se izvede protihrupna zaščita (aktivna in pasivna) na podlagi izdelane študije in meritev nivojev hrupa.

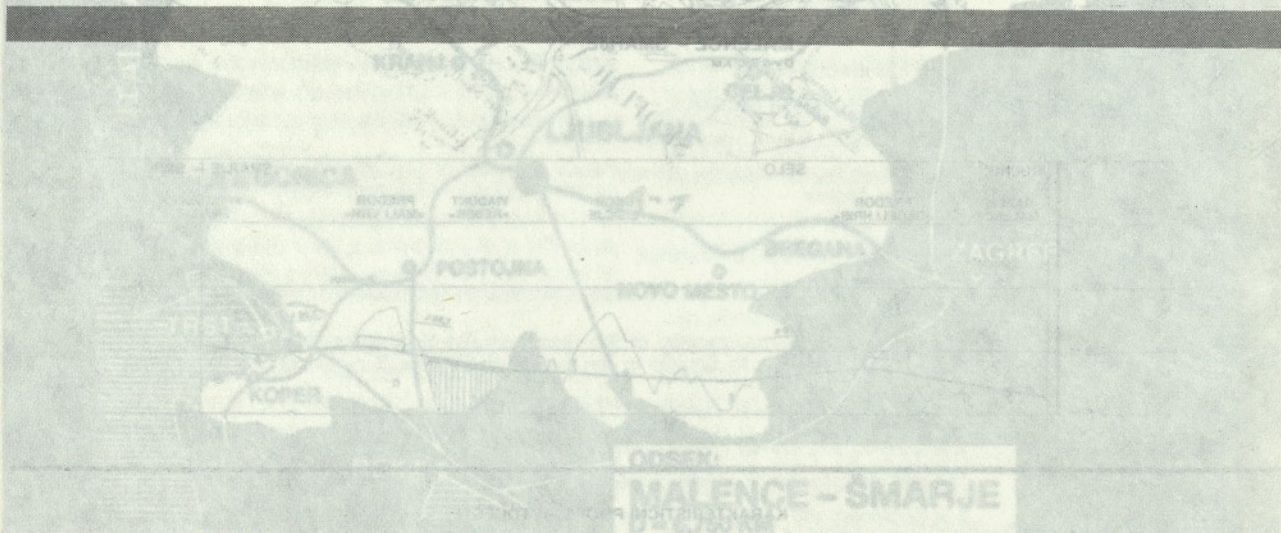
Projektanti:

- trasa: SCT-Projekt, Ljubljana (projektant Darko Potočnik, dipl. inž.)
- predori: Centroprojekt, Beograd (projektant Miša Maksović, dipl. inž.)
- viadukt: SCT-Projekt, Ljubljana (projektant Leon Gradnik, dipl. inž.)

Izvajalec del: SCT, Ljubljana s podizvajalci

Kontrola kakovosti: ZRMK, Ljubljana

Geološka spremljava in meritve v predorih: Geološki zavod Ljubljana



Trasa avtoceste Malence-Šmarje je bila družbeno verifikirana. Projektirana dolžina projekta je 8,400 m. Na trasi sta dva dvopasovna predora dolžine 375 in 408 m. Skupna dolžina avtoceste je 8,400 m. Površina zemljišča je približno 2.200.000 m².

Obnovljani del avtoceste je eden najzahtevnejših in celotnih del avtoceste med Karavankami in Breganjami. Na trasi sta dva dvopasovna predora dolžine 375 in 408 m. Skupna dolžina avtoceste je 8,400 m. Površina zemljišča je približno 2.200.000 m².

Od celotne dolžine odseka 8,75 km vteka kar 22 % trase v predorih.

Od celotne dolžine odseka 8,75 km vteka kar 22 % trase v predorih.

NEKATERI GRADBENI PROBLEMI PRI GRADNJI AVTOCESTE MALENCE–ŠMARJE

UDK 625.711.4

JANEZ PEROVŠEK

POVZETEK

Obdelani so štirje odseki, ki so z gradbenga vidika zanimivi. Razcep Malence obravnava gradnjo nasipov na barjanskih tleh in ukopov v plazovitem terenu. Skozi naselja Sela je v gradnji sidrana stena, z izgradnjo le-te se ognemo rušenju nekaterih stanovanjskih in gospodarskih objektov. Na naslednjem odseku, – kjer je bil predviden izkop nenosilnih tal, je uporabljen drugačen način gradnje z bočnimi nasipi. Ukop Lisičje obravnava izkop v plastovitem dolomitu in različne načine zaščite brežin.

CERTAIN CONSTRUCTION PROBLEMS WITH THE CONSTRUCTION OF THE MOTORWAY MALENCE–ŠMARJE

SUMMARY

There are elaborated four sections, interesting from the construction point of view. The junction Malence deals with the construction of the embankments on marshy grounds and cuts on land-sliding terrain.

There is through the settlement Sela under construction a rockbolting wall which prevents demolishing certain residential and farm buildings. On the next section, expected to carry out excavations of non-bearing soil, is applied a different construction type with side embankments. The cut Lisičje deals with the excavation in land-sliding dolomite and with various types of slope protection.

Poleg gradnje predorov in viadukta so na trasi avtoceste Malence–Šmarje–Sap še štirje odseki, ki pomenijo izziv za gradbenike.

1. RAZCEP MALENCE

Trasa poteka v nasipih prek doline, zapolnjene z barjanskimi sedimenti, ki segajo do globine 10 metrov, in v ukopih, katerih zgornji del je sestavljen iz meljnih glin, spodnji del pa iz preperlega ali tektonsko zdrobljenega skriljevca. Nasip in ukop se menjavata vsakih 200 metrov, pri tem je najvišji nasip visok 11 metrov, in to na barjanskih (nenosilnih) tleh, v vseh ukopih pa je nevarnost plazjenja. Vsi izviri vode, ki so se pojavili na stiku meljne gline in skrilavca, so bili zajeti s pobočnimi drenažami in speljani v obcestne jarke ali vzdolžne drenaže. V lanskoletnem jesenskem deževju, ki je prizadelo velik del Slovenije, pa so se pojavili plazovi tudi na mestih, kjer ni bilo izvirov in

bo potrebno brežine ukopov dodatno sanirati. Pri tem bi opozoril na stalen problem gradbenikov: izdelati brežine ukopov v varnem naklonu in s pobočnimi drenažami, kar občutno podraži gradnjo, ali pa plazove naknadno sanirati, seveda, kjer se bodo pojavili. Nasipe smo na tem odseku izdelali po tehnologiji, ki je opisana v tretji točki tega prispevka.

2. SIDRANA STENA

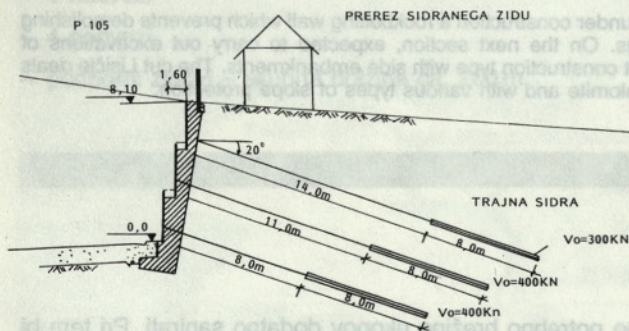
Trasa avtoceste poteka v km 96 skozi naselje Sela. Izvedba klasičnega ukopa bi zahtevala rušenje določene števila stanovanjskih in gospodarskih poslopij. S projektom je bilo zato določeno, da se na desni strani izvede oporna konstrukcija – pilotna stena. Geološke raziskave so pokazale, da poteka ukop v karbonskem skrilavem meljavcu sive barve, ki je v površinski coni preperel in rjave barve, s strižno trdnostjo hribine $\varphi = 28$ stopinj in $c = 0 \text{ kN/m}^2$. Zaradi bližine stanovanjske hiše – oddaljenost 4 m – je investitor sprejel pobudo izvajalca po spremembi, da se namesto pilotne stene izvede sidrana stena; s tem odpadejo tresljaji, ki bi nastali pri izkopu pilotov.

Avtor:
Janez Perovšek, inž. gr.
nadzorni inženir

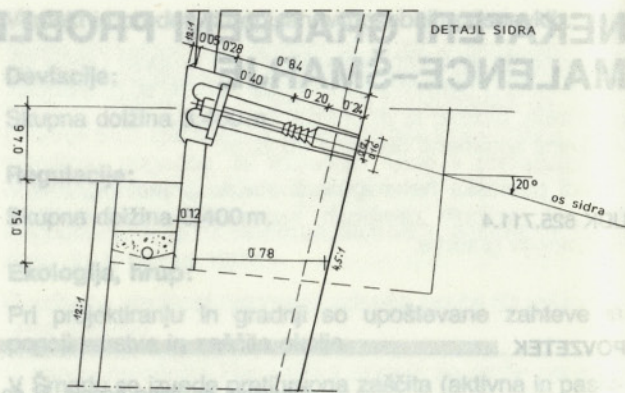
Dolžina sidranega zidu je 105 m in višina 9 m, ločen je v tri etaže in v 6 samostojnih armiranobetonskih konstrukcij.

Zaradi neugodnega poteka plasti permokarbonskih skrilavcev, ki so nagnjene pod kotom 30–50 stopinj proti horizontali v smeri izkopa, je vsaka etaža grajena v lamelah, s tem da se lahko prične gradnja spodnje etaže šele, ko je zgornja prednapeta. Horizontalne lamele so široke 2,2 m in visoke 3,0 m, so montažne, debeline 12 cm in armiranobetonske ter kontaktno betonirane na zaledno hribino.

Glede na geotehnične podatke je projekt sidranega zidu izdelal ZRMK, odgovorni vodja projekta ing. Štrucl, revizijo je opravil dr. Majes iz FAGG. Zgornja vrsta sider je prednapeta s silo 300 kN in na medsebojni razdalji 4,4 m, v drugi in tretji vrsti pa so sidra prednapeta s silo 400 kN in na medsebojni razdalji 2,2 m. Glede na silo prednapenjanja so izbrane patentne jeklene žice 12 oziroma 16 kosov \varnothing 7 mm. Za izvedbo napenjalnega preskusa so bila uporabljena navodila po SIA 191. Izvajalec je moral pri napenjanju doseči faktor varnosti proti poružitvi $S = 2$. Pri zgornji etaži ta faktor zaradi premajhne debeline zemljine nad sidrom ni bil dosežen in znaša dejanski faktor varnosti 1,6.



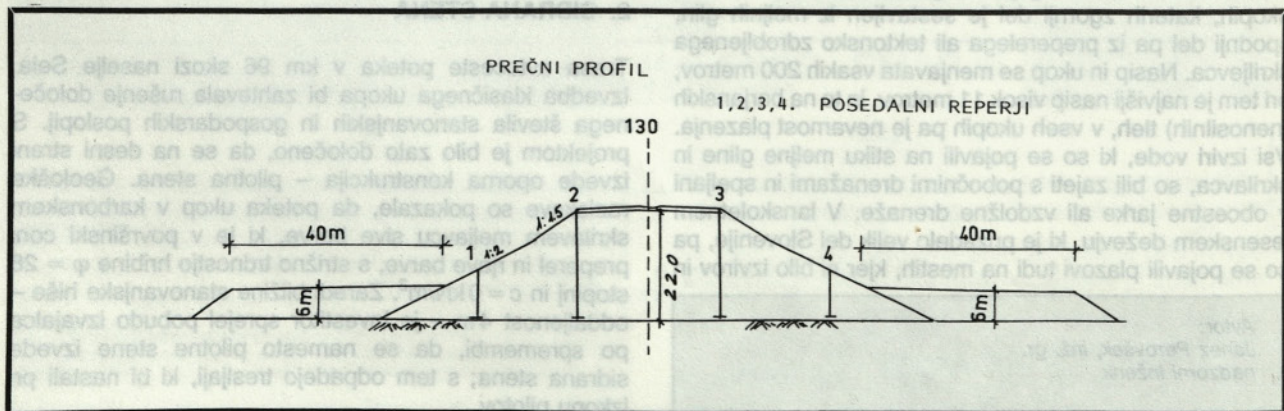
Gradnja zidu poteka po predvidevanjih. Manjše težave so nastopile pri izkopu, kjer je zaradi prekopavanja razpokalo stanovanjsko poslopje, velikost razpok do 2 mm, kar pa ne ogroža varnosti stanovalcev. Izvajalec izvaja tekoče meritve posedan in premikov zidu in stanovanjskih poslopij.



3. NENOSILNA TLA

Na podlagi geološkega in geotehničnega poročila, ki ga je izdelal Geološki zavod iz Ljubljane, je projektant glavnega projekta Malence–Šmarje, inž. Potočnik, predvidel od km 96,370 (profil 119) do km 96,780 (profil 140) izvedbo 22 m visokega nasipa po predhodni odstranitvi slabo nosilnih tal v debelini 5 m. Na omenjenem odseku so bile izvedene tri vrtine, ki so pokazale, da je sestava tal do globine 6 m zelo heterogena, menjavajo se glinasto meljne zemljine v lahkognetni, srednjegnetni in težkognetni konsistenci z vmesnimi peščenimi in gruščnatimi sloji. Na globini 5–6 m pa je hribinska osnova iz peščenega skrilavca. Talna voda je tik pod površino. Na podlagi projekta in ogleda terena je nadzorna služba predlagala drugačen način gradnje in to z bočnimi nasipi brez odstranitve nenosilnih tal. Takoj je bila napravljena študija o upravičenosti spremembe projekta in ugotovljeno je bilo naslednje:

- Finančni prihranek je velik.
- Močvirno zemljišče postane z izdelavo bočnih nasipov primerno za obdelavo, lastniki le-teh so se strinjali s posegom in dovolili gradnjo.
- Podvoz se prestavi, kar finančno in izvedbeno ne vpliva na gradnjo.
- Propust za potok Grivko se izdelava iz montažnih elementov in nadviša za predvideni posedek.



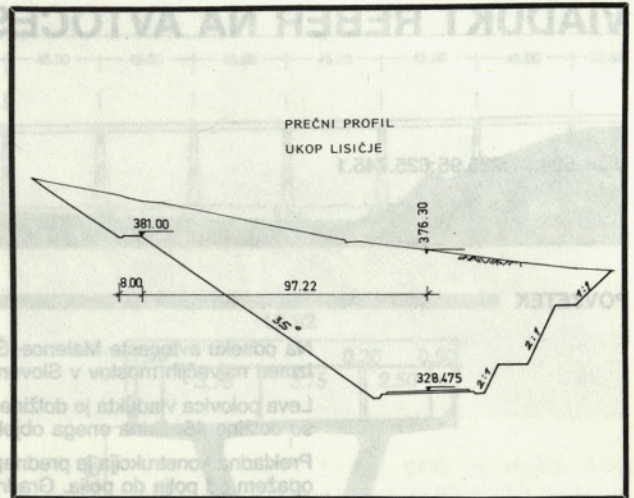
d) Približno 70 % posedka se bo izvršilo med gradnjo (ca. 60 cm), ostalih 30 % (20 cm) pa v petnajstih letih, s tem da bodo diferenčni posedki minimalni in ne bodo vplivali na ravnost površine vozišča.

e) Upočasnitev gradnje ne bo vplivala na končni rok izgradnje tega odseka avtoceste. Investitor je s predlagano rešitvijo soglašal in naročen je bil izvedbeni projekt, ki ga je izdelala inž. Gaberčeva z Univerze v Ljubljani. Za boljše predstavitev tal sta bila izvedena še dva sondažna jaška in raziskava s statičnim penetrometrom. Rezultati meritev so pokazali, da ima gornji sloj v debelini 2–2,5 m povprečno vrednost kohezije okoli 50 kN/m², nižje ležeči sloj pa približno 25–30 kN/m². Izvedeni sta bili dve rotacijski strižni konsolidirani preiskavi, rezultati izkazujejo strižni kot φ je 30 stopinj in kohezijo $c = 0$. Na podlagi preiskav je bila z analizami ugotovljena širina in višina bočnih nasipov, in sicer z uporabo poligonskih drsin, ki so se izkazale kot najneugodnejše. Pri 40 m širokem in 6 m visokem bočnem nasipu in povečani koheziji v tleh (predvideni) ca. 35 kN/m² znaša količnik varnosti 1,1. Ta količnik varnosti je sicer minimalen, vendar daje analiza s krožnimi drsnimi ploskvami mnogo ugodnejše rezultate. Pogoji je tudi, da mora biti nasip narejen iz kakovostnega materiala, bočni nasipi pa iz slabšega. Izračunana je bila velikost končnega posedka, in to pod glavnim nasipom in je znašal 0,89 m.

Marca 1990 je izvajalec SCT pričel z gradnjo. V nasip so bili vgrajeni posedalni reperji za tekoče spremljanje posedkov, meritve izvaja Geološki zavod. Do konca leta je izvajalec zgradil nasip do višine 14 m, s tem da je potekala tekoča kontrola meritev posedkov in se je pri prehitrem posedanju nasipa prekinilo z nadaljevanjem gradnje, dokler se posedki niso umirili.

4. VKOP LISIČJE

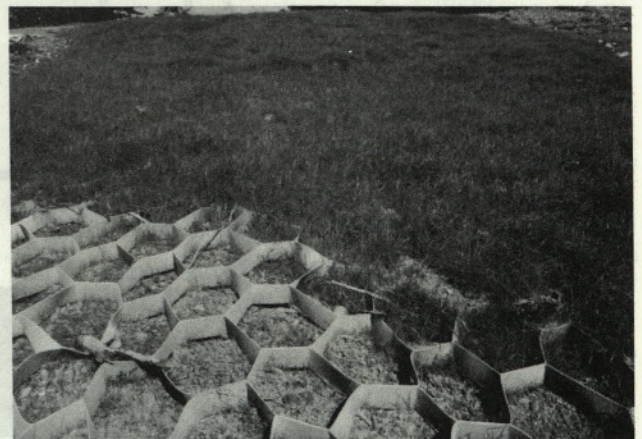
Od km 97,2–97,8 (dolžina 600 m) je po izdelanem projektu pričel izvajalec SCT leta 1984 z izkopom. Material se je uporabljal za gradnjo južne obvoznice v Ljubljani in za odsek avtoceste Šmarje–Višnja Gora. Pri izkopu materiala se je pokazalo, da je dolomit močno plastovit. Smer in nagib plasti je izredno neugoden in je tudi prišlo do zdrsov. Osnovni projekt je bil na podlagi dodatnih geoloških preiskav spremenjen. Rezultati preiskav so pokazali, da je zgornji del useka sestavljen iz plastovitega dolomita, med katerimi se pojavlja rdeča glina visokoplastične konsistence. V globino se gostota razpok zmanjša. Zaradi tega je bil spremenjen naklon leve brežine na 35 stopinj, v nivoju ceste pa se izvede 2 m širok in 2 m globok jarek, kjer se bo ustavilo padajoče kamenje. Celotna količina izkopa na teh 600 metrih se je tako povečala na 2,200.000 m³ dolomitnega materiala. Leva brežina, ki je v naklonu 35 stopinj in dolžine 140 m, je razdeljena z deviacijo. Projekt predvideva, da se po miniranju materiala odstrani, ostati pa mora sloj gruščica debeline 40 cm, ki ga je potrebno v razmiku 5 m razbrazdati v obliki polic širine 50 cm in vzdolžnim sklonom 25 stopinj. Na to se nanese v povprečju 20 cm debel sloj pečene gline. Na policah



je treba zasaditi žive vrbove šibe, celotno površino pa se zatravi po postopku biotorkreta. Ker je tako delo zelo zamudno in drago, smo preskusili še druge načine ozeleznitve brežine:

- a) Polaganje TER mrež, to je plastičnega satovja, ki je napolnjen s humusom in zatravljen.
- b) Humunisanje in polaganjem dvojne jute, ki že vsebuje gnojilo in travo.
- c) Humusiranje in biotorkret.
- d) Humusiranje in vodna setev.

Na to površino zasadimo grmovje in drevesa, ki najbolj ustrezajo pogojem (pogoj je, da 50 cm od miniranega materiala ostane na brežinah). Desne brežine, ki je v naklonu 2 : 1, pa ni možno ozeleniti, niti ni možno izdelati žepov iz žičnega pletiva, ker je skala preveč kompaktna. Da bi preprečili padanje kamenja na cesto, smo zavarovali brežine z mrežami. Napravljen je bil tudi poskusni odsek zaščite brežin s plastičnimi mrežami, ki so vremensko odporne in 3-krat cenejše od klasičnih ter se v svetu že uporabljajo.



Zaščita brežin s TER-mrežami

VIADUKT REBER NA AVTOCESTI MALENCE-ŠMARJE

UDK 624.21:725.95:625.745.1

SLAVKO ŽLIČAR

POVZETEK

Na odseku avtoceste Malence-Šmarje (A-1 Karavanke-Bregana) se gradi viadukt Reber, ki je eden izmed največjih mostov v Sloveniji.

Leva polovica viadukta je dolžine 582 m, desna pa 608. Največja višina stebrov je 37 m. Vmesna polja so dolžine 45, širina enega objekta je 12,62 m.

Prekladna konstrukcija je prednapeti škatlasti nosilec preko 14 polj. Gradi se po tehnologiji s pomičnim opažem od polja do polja. Gradnja enega takta dolžine 45 m traja ca. 14 dni.

THE VIADUCT REBER ON THE MOTORWAY MALENCE-ŠMARJE SAP

SUMMARY

There is on the motorway section Malence-Šmarje (A-1 Karavanke-Bregana) under construction a viadukt Reber, being one of the largest bridges in Slovenia.

The left par of the viadukt is of length 582 m, the right one, however, 608 m. The maximum height of the support columns is 37 m. The intermediate fields are of length 45 m, the width of one structure is 12,62 m. The bridge superstructure is a prestressed box girder across 14 fields.

It is constructed according to a technology with movable formworks from one field to another one. Construction of one tact of length 45 m lasts about 14 days.

1. SPLOŠNO

Na trasi odseka avtoceste Malence-Šmarje se za premostitev doline Reber načrtuje viadukt dolžine 608 m. Glede na dolžino in višino podpor je to ena največjih mostnih konstrukcij v Sloveniji.

V sklopu postopka za oddajo del za gradnjo viadukta so ponudniki nudili več načinov gradnje, pri čemer je bilo poleg ostalih tehničnih pogojev potrebno upoštevati pogoj investitorja, da je minimalni razpon med stebri 45 m.

Glede na način gradnje prekladne konstrukcije so bile nudene naslednje variante:

- montažni elementi
- gradnja s potiskanjem (narivanje)
- gradnja s pomičnim opažem
- prosto konzolna gradnja

Na podlagi razpisnih pogojev in ovrednotenja posameznih ponudb je bila izbrana konstrukcija viadukta s tehnologijo gradnje s pomičnim opažem, ponudnika SCT Ljubljana.

Tak način gradnje mostnih objektov je uporabljen prvič pri nas. Pogodbeni rok za izvedbo objekta 18 mesecev je bil kasneje podaljšan na 24 mesecev, kar je še vedno v okviru termina za izgradnjo celotnega odseka AC, to je 27 mesecev (marec 1992).

2. OPIS KONSTRUKCIJE

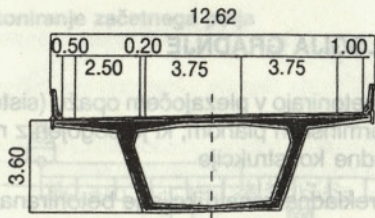
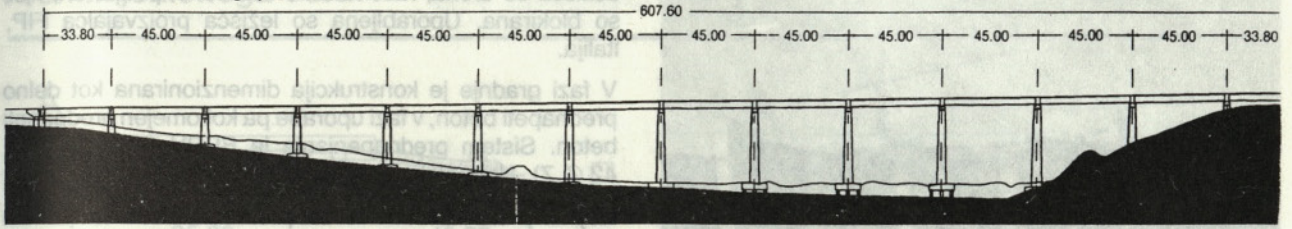
Premostitev doline Reber je izvedena z dvema vzporednima objektoma za vsak vozni pas posebej.

Avtor:

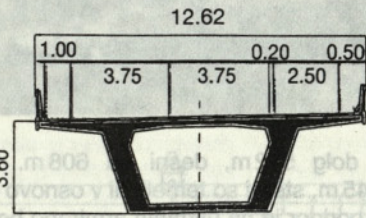
Slavko Žličar, dipl. inž. gr.

Vodja projekta Dolenjske avtoceste

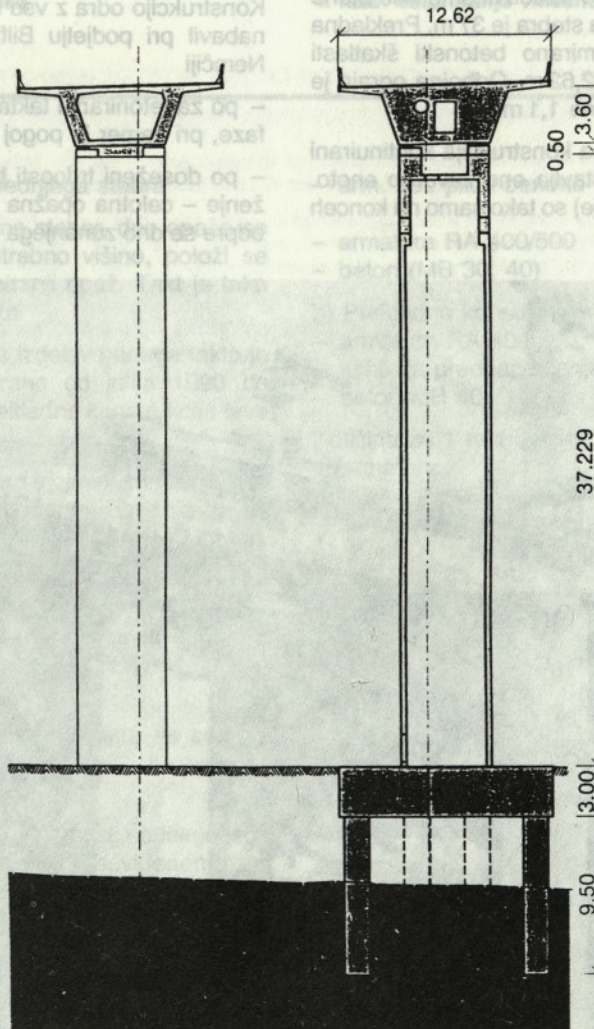
Vzdolžni prerez desnega pasu viadukta »REBER«



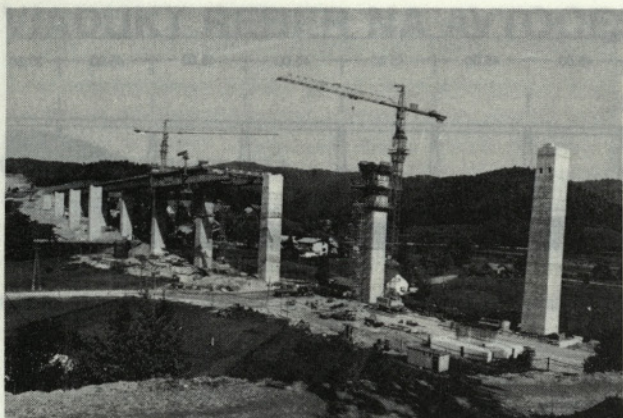
Oslabljeni prečni prerez v polju



Ojačani prečni prerez v območju podpore



PREČNI PREREZ V OBMOČJU PODPORE D-10



Levi objekt je dolg 582 m, desni pa 608 m. Dolžina vmesnih polj je 45 m, stebri so temeljeni v osnovo dolomita, pet vmesnih podpor je na uvrtnih armirano betonskih pilotih premera 150 cm dolžine 9,5 m. Piloti so 4,5 m vpeti v dolomit.

Stebri so škatlastega prereza, v vzdolžni smeri so stene v naklonu 50 : 1. Največja višina stebra je 37 m. Prekladna konstrukcija je prednapeti armirano betonski škatlasti nosilec višine 3,6 m in širine 12,62 m. Odbojna ograja je betonska (tip New Jersey) višine 1,1 m.

V statičnem smislu je prekladna konstrukcija kontinuirani nosilec preko 14 polj in predstavlja eno zavorno enoto. Prehodne konstrukcije (dilatacije) so tako samo na koncih objekta.

Ležišča so drsna, razen na treh vmesnih podporah, kjer so blokirana. Uporabljena so ležišča proizvajalca FIP, Italija.

V fazi gradnje je konstrukcija dimenzionirana kot delno prednapeti beton, v fazi uporabe pa kot omejen prednapeti beton. Sistem prednapenjanja je BBRV (kablji tip 200, 42 Ø 7). Napenjalna sila je 1625 KN.

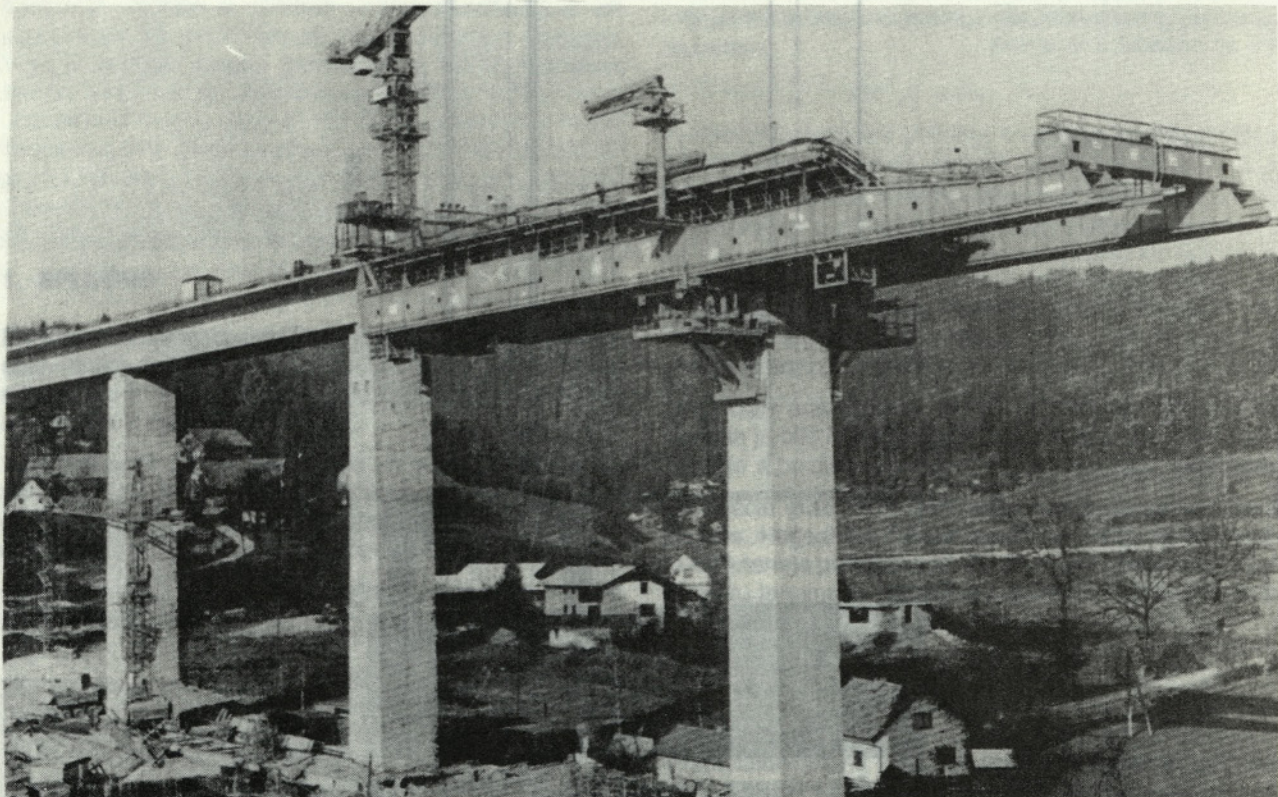
Objekt je dimenzioniran na prometno obtežbo po din 1072, razred 60/30.

3. TEHNOLOGIJA GRADNJE

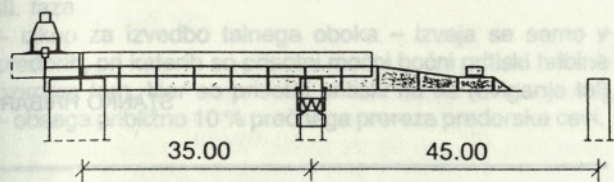
- stebri se betonirajo v plezajočem opažu (sistem Kletter) skladno s terminskim planom, ki je pogojen z napredovanjem prekladne konstrukcije
- nosilna prekladna konstrukcija je betonirana na pomičnem samonosilnem odru, ki se pomika s pomočjo hidravličnega sistema iz polja v polje. Dolžina enega delovnega takta je 45 m.

Konstrukcijo odra z vso spremljajočo opremo je izvajalec nabavil pri podjetju Bilfinger – Berger iz Manheima v Nemčiji

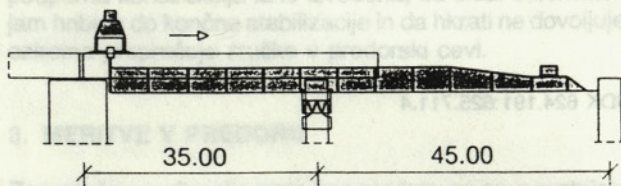
- po zabetoniranju takta dolžine 45 m se napnejo kabli I. faze, pri čemer je pogoj tlačna trdnost betona MB 30
- po doseženi trdnosti betona MB 40 se izvede razopazženje – celotna opažna konstrukcija se spusti za 20 cm, odpre se dno zunanjega opaža ter se s pomočjo hidravlič-



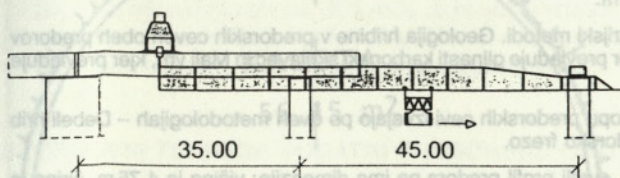
Premik jeklenega odra:



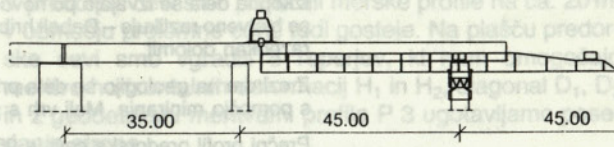
1. faza: betoniranje začetnega polja



2. faza: premik jeklenega odra



3. faza: premik konzolnega opornika



4. faza: betoniranje vmesnega polja

nega sistema premakne do naslednjega stebra

– prečni nosilec odra se fiksira na stebel, dno opaža se zapre, oder se naravna na potrebno višino, položi se armatura s kablji, namesti se notranji opaž. Takt je tako pripravljen za naslednjo betonažo

– povprečna časovna dolžina za izdelavo enega takta je 14 dni. Tako je bilo zabetonirano od julija 1990 do februarja 1991 530 m nosilne prekladne konstrukcije leve polovice viadukta

– pri nizkih zunanjih temperaturah v zimskem času je za doseganje štirinajstdnevnega časovnega obdobja za en takt potrebno uvesti potrebne ukrepe (aditivi za beton, gretje agregata in opažne konstrukcije, posebna nega betona)

– med samo gradnjo je potrebno zasledovati kakovost vgrajenih materialov ter izvajati ustrezne meritve deformacij konstrukcije po posebnem programu

– po zabetoniranju preklade levega objekta se celotna opažna konstrukcija demontira ter premesti na začetek desnega objekta

S tem načinom gradnje ter pri angažiranosti sodelujočega tehničnega kadra bo objekt zgrajen v predvidenem roku do novembra 1991.

4. PREGLED NEKATERIH VGRAJENIH GRADBENIH KOLIČIN ZA CELOTNI OBJEKT

a) Podporni sistem

– arm. bet. piloti benotto \varnothing 150 cm	790 ml
– armatura RA 400/500	1720 ton
– beton (MB 30, 40)	17500 m ³
b) Prekladna konstrukcija	2590 ton
– armatura RA 400/500	220 ton
– kablji za prednapenjanje	12630 m ³
– beton MB 40	
Količina za 1 takt dolžine 45 m:	
– armatura	99 ton
– kablji	8,5 ton
– beton	485 m ³

5.

- **Naročnik:**
Republiška uprava za ceste Republike Slovenije
- **Nadzor in ostala invest. opravila:**
Cestni inženiring Ljubljana
- **Projekt:**
SCT – Projekt, Ljubljana
- **Izvedba:**
SCT, Ljubljana

IZGRADNJA PREDOROV NA ODSEKU AC MALENCE-ŠMARJE SAP

UDK 624.191:625.711.4

STANKO HRIBAR

POVZETEK

Pri izgradnji dolenske avtoceste – odsek Malence–Šmarje Sap sta v izgradnji dva dvocevna cestna predora v skupni dolžini preko 1500 m.

Izkopna dela se izvajajo po novoavstrijski metodi. Geologija hribine v predorskih ceveh obeh predorov se bistveno razlikuje – Debeli hrib, kjer prevladuje glinasti karbonski skrilavec in Mali vrh, kjer prevladuje razpokan dolomit.

Z ozirom na geologijo se dela pri izkopu predorskih cevi izvajajo po dveh metodologijah – Debeli hrib s pomočjo miniranja, Mali vrh s predorsko frezo.

Prečni profil predorske cevi je 95 m², svetli profil predora pa ima dimenzije: višina je 4,75 m, širina je 8,50 m. Vozišče bo betonsko na podlagi iz 6 cm bituminiranega drobljenca in 20 cm tampona.

THE TUNNEL CONSTRUCTION ON THE MOTORWAY MALENCE-ŠMARJE SAP

SUMMARY

There are with the construction of the motorway – section Malence–Šmarje Sap through the region Dolenska, under construction two double tube road tunnels in their total length of above 1500 m.

The excavation works are carried out according to the new Austrian method. The soil geology in the tunnel tube of both tunnels differ essentially – the tunnel Debeli hrib with the prevailing clayey carbonic schist and Mali vrh with the prevailing highly crackeed dolomite.

With regard to such geology the excavation works for the tunnel tube are performed on the basis of two methodologies – the tunnel Debeli hrib by mining and the tunnel Mali vrh by tunnel grooving.

The tunnel tube cross section is 95 square meters, the clear tunnel section has the following sizes, the height is 4,75 m, the width is 8,50 m. The pavement will be of concrete on the base made of 6 cm bituminous crushed rock and 20 cm of the pavement base.

1. UVOD

Pri izgradnji dolenske avtoceste – odsek Malence–Šmarje Sap ($l = 6750$ m) sta v gradnji dva dvocevna cestna predora, in sicer Debeli hrib in Mali vrh, ki predstavljata dobrih 10% celotne trase tega odseka. Skupna dolžina vseh predorskih cevi je prek 1500 m.

Investitor vseh del je Republika Slovenija, ki jo zastopa republiška uprava za ceste oziroma njen direktor. Izvajalec del na predorih je SCT. Meritve v predoru opravlja GZL.

Avtor:
Stanko Hribar, dipl. inž. gr.
nadzorni inženir

Projekt je izdelal Centroprojekt, Beograd.

Vsa inženiring dela, vključno z neposrednim nadzorom nad izgradnjo, izvaja Cestni inženiring.

2. METODA IZGRADNJE PREDOROV

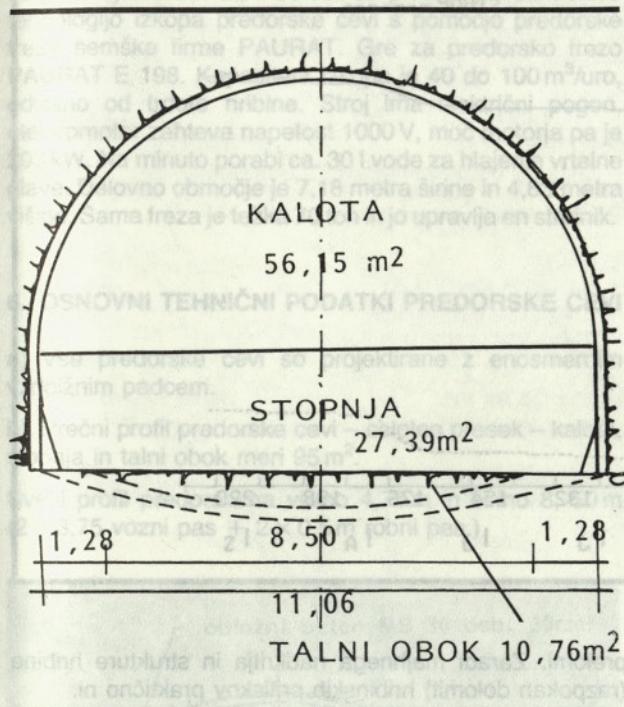
Postopek oziroma metoda izgradnje predorov je izbrana glede na geološke lastnosti hribine, velikost predorskega profila in razpoložljivo mehanizacijo izvajalca. Oba dvocevna predora se izvajata po novoavstrijski metodi, kar pomeni, da sam izkop in izvajanje podpornih ukrepov v predorni cevi poteka v dveh oziroma treh fazah:

I. faza

– izkop kalote, ki obsega približno 60% prečnega prereza predorske cevi,

II. faza
– izkop stopnje, ki obsega približno 30 % prečnega prereza predorske cevi,

III. faza
– izkop za izvedbo talnega oboka – izvaja se samo v predorih, pri katerih so prisotni močni bočni pritiski hribine oziroma tam, kjer so prisotni pritiski na tla (dviganje tal)
– obsega približno 10 % prečnega prereza predorske cevi.



Bistvo novoavstrijske metode izgradnje predorov je v tem, da s pomočjo podpornih ukrepov, ki jih izvajamo vzporedno z izkopom predorskih cevi, spremenimo vlogo hribinske mase okrog predora in ustvarimo s tem nosilni plašč hribine, ki se aktivira s pomočjo sredstev za stabilizacijo:

1. Takoj po izkopu se hribina prebrizga z betonom v debelini 3 do 5 cm s ciljem, da se poveže hribina v celoto in zaščiti pred atmosferskimi vplivi in s tem pred razpadanjem konture hribine okrog izkopa.
2. Položitev armaturne mreže Q 139 oziroma Q 196 kot ojačenje brizganega betona, ki sledi.
3. Položitev popustljivih (deformabilnih) jeklenih lokov YU 21.
4. Položitev druge armaturne mreže.
5. Izvedba brizganega betona v debelini, ki je s projektom predpisana za posamezen tip podporne konstrukcije.
6. Sistemsko sidranje v hribino okrog konture izkopa predorske cevi, kjer se po zategovanju sider ustvari nosilni plašč hribine.

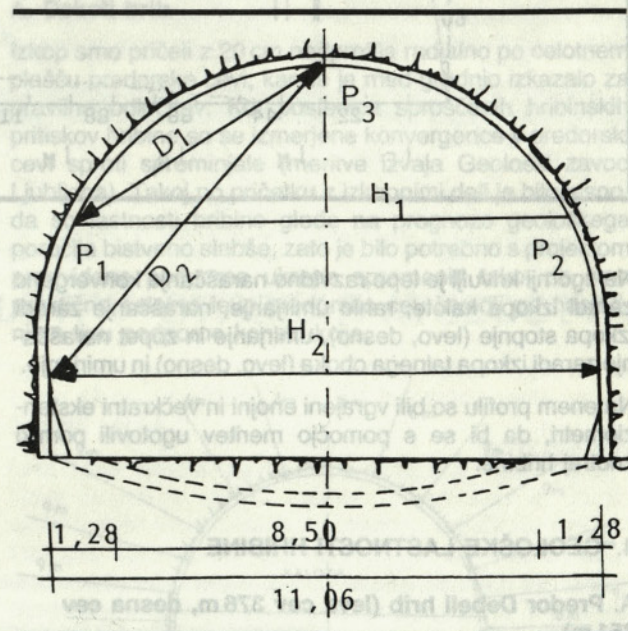
Vsi našteti členi podporne konstrukcije v celoti sestavljajo

konstrukcijo, ki je do določene mere deformabilna. Znano je, da se hribinski pritiski z deformacijami zmanjšujejo in s časom praktično stabilizirajo. Se pravi, da mora biti podporna konstrukcija tako izvedena, da sledi deformacijam hribine do končne stabilizacije in da hkrati ne dovoljuje oziroma preprečuje zruške v predorski cevi.

3. MERITVE V PREDORU

Za uspešno realizacijo izgradnje predora po novoavstrijski metodi so nujno potrebne meritve krčenja profila, globine premikajoče se hribine in meritve reperjev, ki so postavljeni na površini nad predorsko cevjo – glede na to, da so naši predori plitvi – tj. z malo nadkritja hribine.

V predorski cevi smo postavili merske profile na ca. 20 m, v območju prelomne cone tudi gosteje. Na plašču predorske cevi smo vgradili 5 reperjev, ki nam omogočajo meritve horizontalnih deformacij H_1 in H_2 , diagonal D_1 , D_2 in z geodetskimi meritvami profila P 3 ugotavljamo poseganje stropa.



OBVESTILO

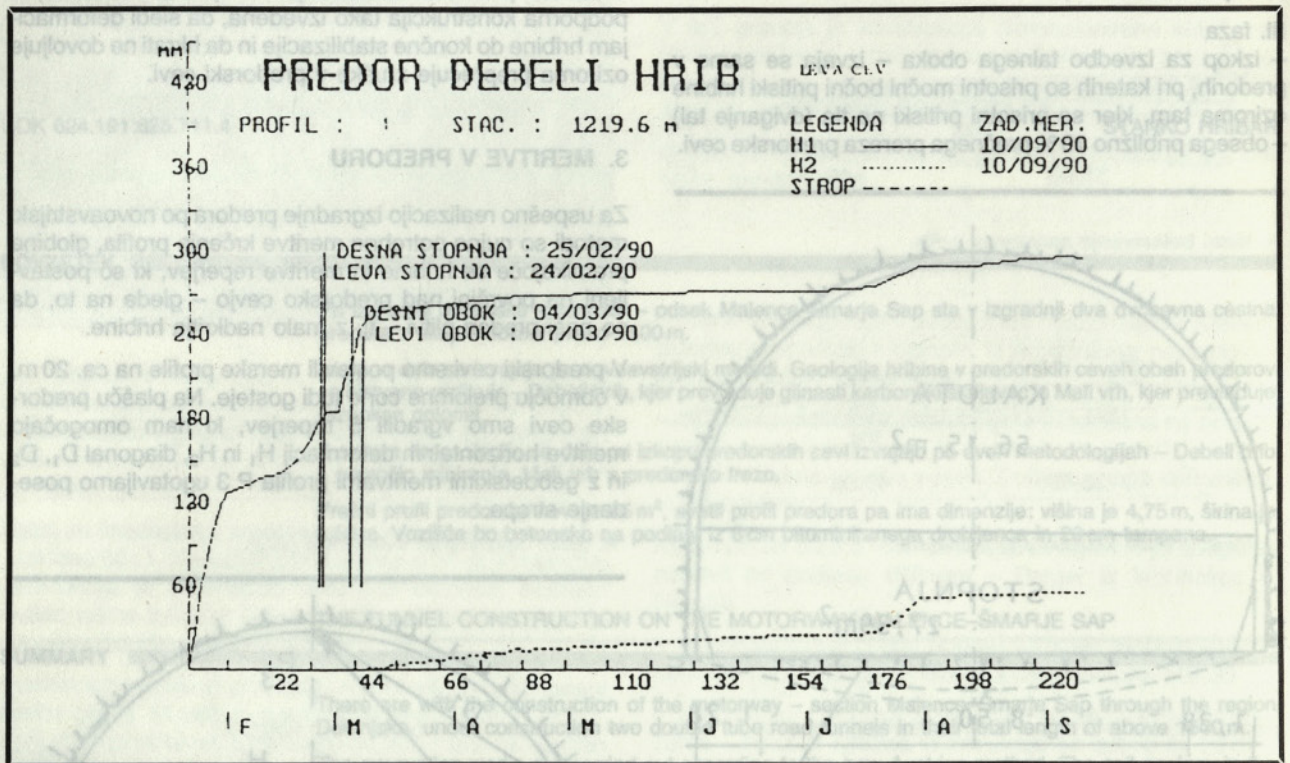
Obveščamo vse naročnike Gradbenega vestnika, da je izvršni odbor ZDGITS na svoji zadnji seji sprejel sklep, da je potrebno naročnino za Gradbeni vestnik letnik 1991 poravnati najkasneje do konca meseca maja.

Prosimo vse naročnike, ki do danes niso poravnali te obveznosti, da to storijo v najkrajšem času pri svojem matičnem društvu ali na žiro račun Zveze št. 50101-678-47602.

UREDNIŠTVO

Na podlagi vsakodnevnih meritev konvergenč smo enkrat tedensko izrisovali krivuljo:

Predor poteka v zgornjetriarnem, močno razpokanem dolomitu, ki je delno kavernozen in ga sekajo nekateri



Na zgornji krivulji je lepo razvidno naraščanje konvergenč zaradi izkopa kalote, rahlo umirjanje, naraščanje zaradi izkopa stopnje (levo, desno), umirjanje in zopet naraščanje zaradi izkopa talnega oboka (levo, desno) in umirjanje.

Na enem profilu so bili vgrajeni enojni in večkratni ekstenziometri, da bi se s pomočjo meritev ugotovili pomiki znotraj hribine.

4. GEOLOŠKE LASTNOSTI HRIBINE

A. Predor Debeli hrib (leva cev 376 m, desna cev 351 m)

Geološke razmere v obeh predorskih cevah so praktično identične – trasa obeh cevi predora Debeli hrib poteka skozi permokarbonske klastite, kjer prevladuje glinasti skrilavec nad meljevcem, peščenjaka pa je bistveno manj in je neenakomerno razporejen v lečah. Glinasti skrilavec je močno občutljiv na vodo, v kateri se razpusti v visokoplastično glino. Skozi obe cevi potekata dve prelomni coni, zaradi česar je bilo pri napredovanju z izkopom delo še dodatno oteženo. Hribina je bila močno nagubana in razpokana v vseh smereh. Na površini prekriva karbonski skrilavec ca. 5 m debela plast rumenorjave glinaste preperine. Maksimalno nadkritje nad predorom je 48 m.

B. Predor Mali vrh (leva cev 402 m, desna cev 408 m)

prelomi. Zaradi majhnega nadkritja in strukture hribine (razpokan dolomit) hribinskih pritiskov praktično ni.

V celotni trasi je prevladujoč razpokan dolomit, v prelomnih conah je hribina močno zdrobljena in s tem nagnjena k zarušavanju, v nekaterih prelomih so prisotne glinaste zapolnitve, kar povzroča še dodatne težave.

Pod predorskima cevema poteka v globini 16 m železniški predor, ki ju seka približno pod kotom 75°. Maksimalno nadkritje hribine nad predorom je 31 m.

5. MEHANIZACIJA – TEHNOLOGIJA

A. Predor Debeli hrib

Napredovanje izkopa je potekalo s pomočjo vrtanja minskih polj in miniranja čela hribine. Vrtanje minskih vrtin in sidrskih vrtin se izvaja s pomočjo stroja švedskega proizvajalca Atlas-Copco, tip boomer H-135, ki ga je SCT nabavil za dela v predorih v letu 1990. Stroj je dvolaften z eno strežno košaro. Operativno delovno območje stroja je v širino 12 metrov in 8,5 metra visoko.

Na stroju delata hkrati dva upravljalca, kar zagotavlja vzporedno napredovanje dveh vrtin. Za samohodno premikanje stroja rabi diselski agregat moči 102 kw, za samo vrtanje pa ima dva 55 kw elektromotorja, ki poganjata hidravlične črpalke. Vsa električna napeljava na stroju je iz varnostnih razlogov 24 V. Poleg vrtalne garniture se

uporabljajo pri napredovanju izkopa v predorski cevi še bager z vrtljivo glavo, nakladač, dva demperja za odvoz izkopanega materiala in strojna linija za brizgani beton.

B. Predor Mali Vrh

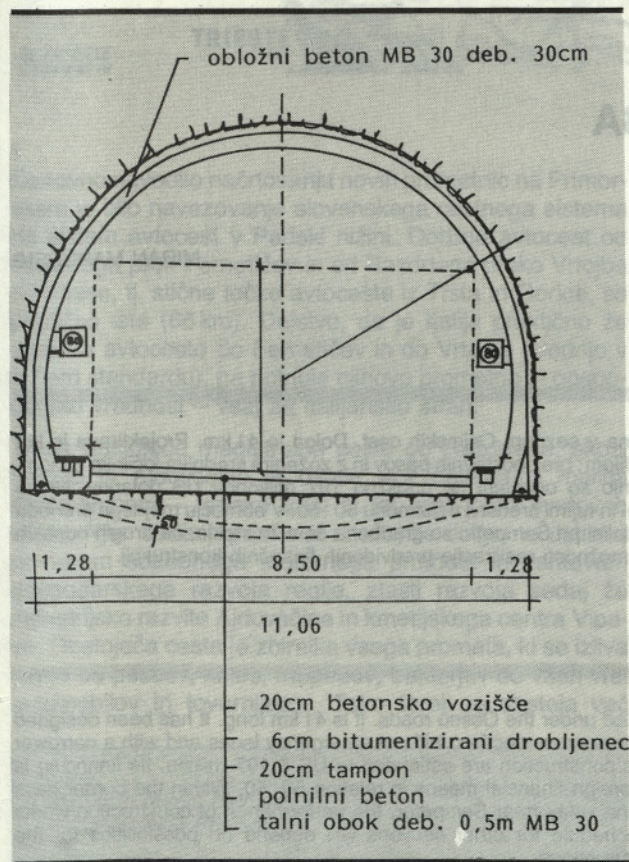
Upošteva je majhno nadkritje nad cevema (maks. 31 m) in stanovanjske objekte na površju hribine ter železniški predor, ki v globini 16 metrov seka cestni predorski cevi, se je izvajalec del SCT odločil za pri nas povsem novo tehnologijo izkopa predorske cevi s pomočjo predorske freze nemške firme PAURAT. Gre za predorsko frezo PAURAT E 198. Kapaciteta izkopa je 40 do 100 m³/uro, odvisno od trdote hribine. Stroj ima električni pogon, elektromotor zahteva napetost 1000 V, moč motorja pa je 293 kW. Na minuto porabi ca. 30 l vode za hlajenje vrtnalne glave. Delovno območje je 7,18 metra širine in 4,83 metra višine. Sama freza je težka 70 ton in jo upravlja en strojnik.

6. OSNOVNI TEHNIČNI PODATKI PREDORSKE CEVI

a) Vse predorske cevi so projektirane z enosmernim vzdolžnim padcem.

b) Prečni profil predorske cevi – celoten presek – kalota, stopnja in talni obok meri 95 m².

Svetli profil predora ima višino 4,75 m in širino 8,50 m (2 × 3,75 m robni pas + 2 × 0,5 m robni pas.)



c) Podporna konstrukcija

V odvisnosti od kakovosti hribine so s projektom, ki ga je izdelal Centropjekt iz Beograda, predvideni trije različni podporni ukrepi za ohranitev predorskega profila in en zunajprofilski tip.

d) V vsaki predorski cevi je po ena niša za potrebe elektro opreme.

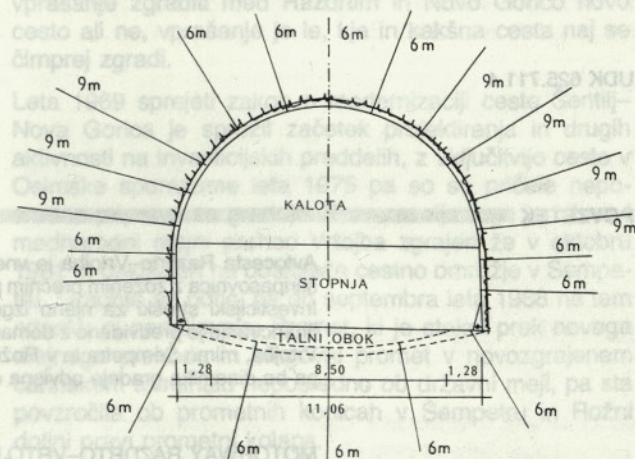
e) Vse predorske cevi imajo predvideno notranjo betonsko oblogo $d = 30$ cm na predhodno položeno hidroizolacijo.

f) Na vseh vhodih in izhodih bodo izvedene portalne armiranobetonske konstrukcije, ki služijo za enakomerni svetlobni prehod iz predora na odprto in obratno (vpliv na voznika); s samim zasutjem portalne konstrukcije pa dosežemo sanacijo izkopa na vhodu v predorski del predora.

7. PRIMERJAVA PODPORNE KONSTRUKCIJE ZA LEVO CEV DEBELI HRIB IN MALI VRH:

A. Debeli hrib

Izkop smo pričeli z 20 cm nadprofila radialno po celotnem plašču predorske cevi, kar se je med gradnjo izkazalo za pravilno odločitev. Kot posledica sproščenih hribinskih pritiskov hribine so se izmerjene konvergenca v predorski cevi sproti spreminjale (meritve izvaja Geološki zavod Ljubljana). Takoj po pričetku z izkopnimi deli je bilo jasno, da so lastnosti hribine glede na prognozo geološkega poročila bistveno slabše, zato je bilo potrebno s projektom predvidene podporne ukrepe spremeniti tako, da smo praktično celotno levo predorsko cev izvedli po naslednjem tipu podporne konstrukcije:



Kalota:

popustljivi jekleni lok YU 21
dvojna armaturna mreža Q 139
brizgani beton debeline minimalno 20 cm
SN sidra $\varnothing 25$ l = 9 m kom 6
SN sidra $\varnothing 22$ l = 6 m kom 4/5
korak napredovanja 1,20 m–1,50 m

Stopnica:

jekleni lok – popustljivi YU 21
 dvojna armaturna mreža Q 139
 brizgani beton debeline 20 cm
 sidra SN \varnothing 22 l = 6 m kom 4 (dva levo – dva desno)

Talni obok:

nearmirani beton MB 30 debeline 50 cm
 sidra SN \varnothing 22 l = 6 m kom 5/vsak drugi korak napredovanja

Sprememba podporne konstrukcije se je na podlagi meritev izkazala za ustrezno.

Medsebojna osna razdalja med levo in desno predorsko cevjo je ca. 35 m, niveletno pa je desna cev za 2 m do 3 m višja od leve cevi, kar je glede na našo geologijo dokaj neugodno.

Z izgradnjo desne cevi smo ponovno povzročili premike v levi cevi. Konvergence v levi cevi so se pojavile 25 dni po začetku izkopavanja desne cevi. Posledica tega so bile povečane deformacije v območju prelomne cone v levi predorski cevi, ki so se najmočneje izražale ravno na stiku med kaloto in stopnico. Da bi zmanjšali deformacije v obeh predorskih ceveh, smo v desni predorski cevi vsa sidra izvajali SN \varnothing 25 l = 9 m, v levi pa smo območje

stika med kaloto in stopnico sistematično dodatno sidrali z SN \varnothing 25 l = 9 m. Poleg tega smo pri napredovanju izkopa težili za tem, da so si faze izkopa kalota, stopnica in talni obok sledile na maksimalni razdalji ca. 55 m, tako da je predor dobil obliko zaključene cevi.

A. Debeli hrib – leva cev

– Izkop	32,500 m ³
– Pomični loki YU 21	148.000 kg
– Povprečje lokov	1 lok/1,48 m
– Armatura Q 139, Q 196	20.000 m ²
– Sidra Sn \varnothing 22 l = 5 m l = 6 m	
SN \varnothing 25 l = 9 m	39.372 ml
povprečje na m ¹	117m sider/1 m izkopa
– brizgani beton minimalno v debelini 20 cm	

B. Mali Vrh – leva cev

– Izkop	31.000 m ³
– Pomožni loki YU 21	34.000 kg
– Enojna mreža Q 139	4.500 m ²
– Sidra SN \varnothing 22 l – 3,5 m l = 4,0 m	3.700 kom
povprečje na m ¹	10 m sider/m izkopa
– Brizgani beton v debelini 5 cm do 10 cm	

AVTOCESTA RAZDRTO–VRTOJBA

UDK 625.711.4

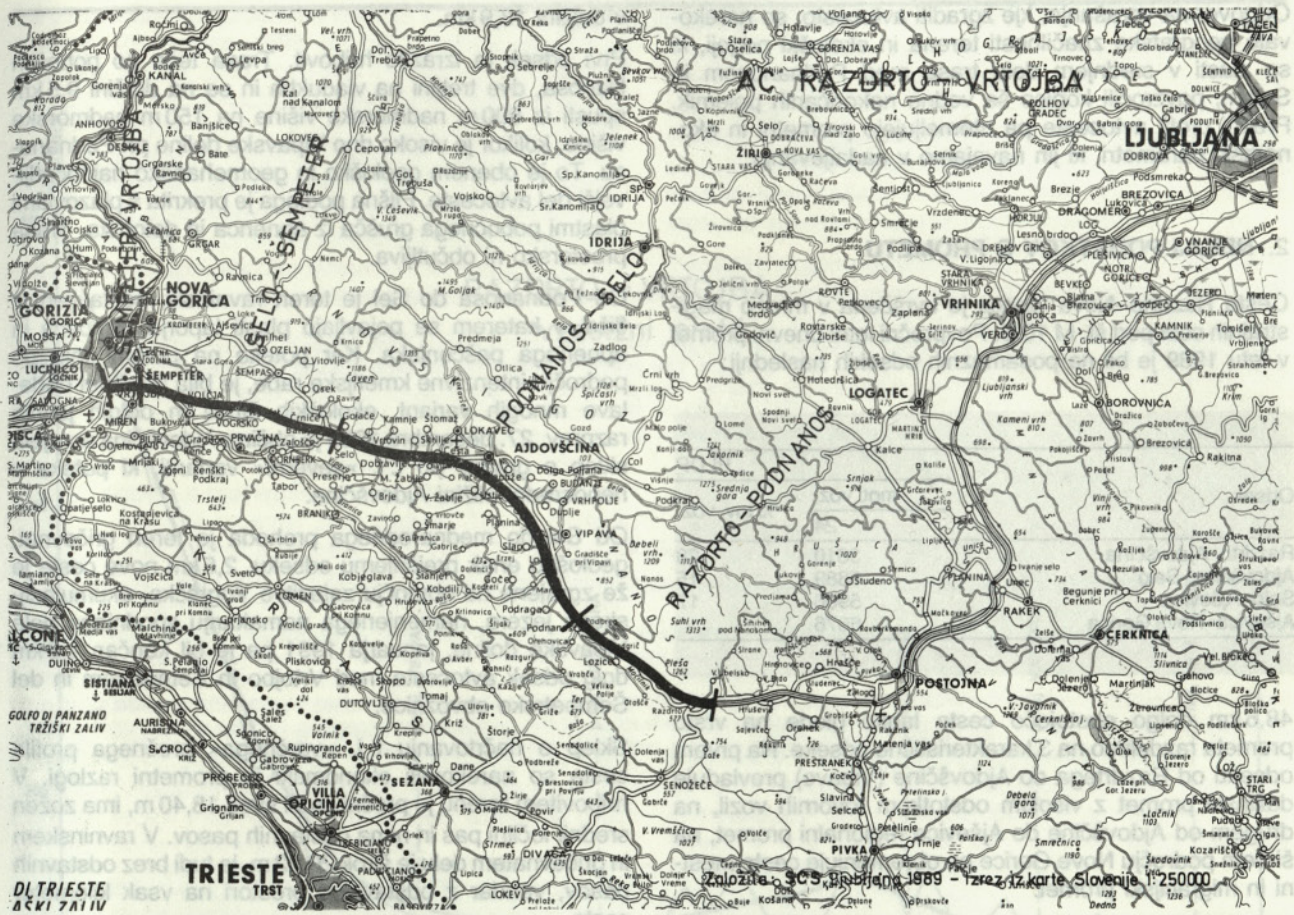
MIRAN MARUSSIG

POVZETEK

Avtocesta Razdrto–Vrtojba je vnešena v seznam Osimskih cest. Dolga je 41 km. Projektirana je kot štiripasovnica z zoženim prečnim profilom; brez odstavnih pasov in z zoženim srednjim ločilnim pasom. Investicijski stroški za njeno izgradnjo so ocenjeni na približno 197 milijonov US dolarjev. Njeno financiranje je predvideno z domačimi in tujimi sredstvi v razmerju 50 : 50. V območju mejnega prehoda Vrtojba, mimo Šempetra in v Rožni dolini pri Šempetru so gradbena dela že stekla, na drugih odsekih pa bo dinamika gradnje odvisna od možnosti realizacije predvidenih finančnih konstrukcij.

MOTORWAY RAZDRTO–VRTOJBA**SUMMARY**

The motorway Razdrto–Vrtojba is listed under the Osimo roads. It is 41 km long. It has been designed as a four-lane motorway with a narrower cross-section; without emergency lanes and with a narrower median. The investment costs for its construction are estimated to US \$ 197 million. Its financing is expected on the basis of local and foreign financial means in relation 50 : 50. Within the border pass Vrtojba, bypassing Šempeter in Rožna valey near Šempeter, the performance of construction works has already started. Construction schedule for other sections will depend on possibilities for the realization of expected financial constructions.



1. Osnovno navodilo načrtovanja novih prometnic na Primorskem je bilo navezovanje slovenskega cestnega sistema na sistem avtocest v Padski nižini. Dolžine avtocest od Razdrtega prek Fernetičev in od Razdrtega preko Vrtojbe do Vilese, tj. stične točke avtoceste iz Trsta in Gorice, so približno iste (66 km). Dejstvo, da je Italija praktično že zgradila avtocesto do Fernetičev in do Vrtojbe (slednjo v nižjem standardu), pa potrjuje njihovo prometno in gospodarsko vrednost – vsaj za italijansko stran.

Trasa obstoječe magistralne ceste od Razdrtega, skozi Vipavo in Ajdovščino je ostala – z nekaterimi malimi spremembami – enaka trasi iz let pred prvo svetovno vojno. Njen sedanji prometni značaj že dolgo ne ustreza potrebam sodobnega motornega prometa in zahtevam gospodarskega razvoja regije, zlasti razvoja sedaj že industrijsko razvite Ajdovščine in kmetijskega centra Vipave. Obstoječa cesta je zbiralka vsega prometa, ki se izliva nanjo od pešcev, koles, mopedov, traktorjev do vseh vrst avtomobilov in tovornjakov. Tako torej ne obstaja več

vprašanje zgraditi med Razdrtim in Novo Gorico novo cesto ali ne, vprašanje je le, kje in kakšna cesta naj se čimprej zgradi.

Leta 1969 sprejeti zakon o modernizaciji ceste Šentilj–Nova Gorica je sprožil začetek projektiranja in drugih aktivnosti na investicijskih predelih, z vključitvijo ceste v Osimske sporazume leta 1975 pa so se pričele neposredne priprave za gradnjo. Prav zavoljo tega je bil novi mednarodni mejni prehod Vrtojba zgrajen že v oktobru 1981 in priključen na obstoječe cestno omrežje v Šempetru. Gradnja se odtlej pa do septembra leta 1988 na tem odseku ni nadaljevala. Promet, ki je stekel prek novega mejnega prehoda in blagovni promet v novozgrajenem carinskem terminalu neposredno ob državni meji, pa sta povzročila ob prometnih konicah v Šempetru in Rožni dolini pravi prometni kolaps.

Ker sta Nova Gorica in Šempeter dve med seboj tesno povezani urbanizirani mestni aglomeraciji, obremenjeni z mestnim, migracijskim in daljinskim prometom, ne bi bila možna njuna prometna rešitev brez hkratne zgraditve dela avtoceste od državne meje do Šempetra in šempetrske obvoznice, ki je zaradi utesnjenosti razpoložljivega prostora in nove zavidave na rob cestnega telesa, povzročila kopico težav.

Avtor:
Marussig Miran, dipl. inž. gr.
Vodja projekta Primorska

Odgovor na vprašanje, kje zgraditi avtocesto, so narekovele geografske značilnosti terena in ekološki pogoji, ki so zlasti v srednjem delu trase med Podnanosom in Selom, povzročili kopico še vedno nekončanih polemik. Prečni profil avtoceste pa utemeljujejo prometni in ekonomski parametri, ki jih navajamo v nadaljevanju.

2. NEKAJ PODATKOV O PROMETU

Cesta Razdrto–Nova Gorica je uvrščena v mrežo magistralnih cest pod št. M 10-5. Povprečni letni dnevni promet v letu 1989 je bil na posameznih odsekih naslednji:

Odsek	PLDP	
	mot. voz.	% tov. voz.
	24	
Razdrto–Ajdoščina	3610	28
Ajdoščina–Selo	5889	15
Selo–Ajševica	5906	17
Ajševica–Nova Gorica	6676	

48,6 km dolgo obstoječo cesto lahko glede na vrsto prometa razdelimo na 3 karakteristične odseke. Na prvem odseku od Razdrtega do Ajdoščine (Vipave) prevladuje daljinski promet z visokim odstotkom tovornih vozil, na drugem od Ajdoščine do Ajševice regionalni promet, na širšem področju Nove Gorice pa obremenjuje cesto mestni in migracijski promet.

Pri določitvi prometne prognoze so načrtovalci upoštevali v razvojnih faktorjih tudi pomen prometnega vpliva Soške doline in njenega gospodarskega razvoja z Anhovim, močnim generatorjem blagovnega prometa. Prometna prognoza do leta 2007 daje naslednje vrednosti:

Odsek	PLDP mot. voz./24 ur		
	obst. cesta brez AC	avto cesta	obst. cesta
Razdrto–Podnanos	5222	5261	815
Podnanos–Ajdoščina	5229	5233	731
Ajdoščina–Selo	6848	5419	1610
Selo–Ajševica	7861		4212
Ajševica–Nova Gorica	9396	4817	4151

Na obstoječi magistralni cesti med Razdrtom in Novo Gorico kapaciteta ni presežena, potovalne hitrosti pa so majhne.

3. POTEK CESTE IN OSNOVNI TEHNIČNI PODATKI

Trasa bodoče avtoceste Razdrto–Vrtojba je dolga 41,1 km in je razdeljena na tri odseke: Razdrto–Podnanos v dolžini 9,5 km, Podnanos–Selo v dolžini 17,7 km in Selo–Vrtojba

v dolžini 13,9 km.

Prvi odsek je izrazito hribovit. Trasa teče po pobočjih Nanosa, dve tretjini na viaduktih in se na dolžini 9,5 km spusti iz 600 m nadmorske višine na 150 m nadmorske višine, kolikor je visoko dno Vipavske doline pri Podnanosu. To je obenem geološko in geomehansko najobčutljivejši del avtoceste. Flišna podloga je prekrita s plazovitimi plastmi pobočnega grušča iz apnenca in dolomita. Trasa prostorsko ni občutljiva.

Od Podnanosa do Sel je teren ravninski, sestavljen iz fliša, v katerem se pojavljajo plasti laporja, glinovca in apnenega peščenjaka. Ker poteka na prvem delu po področju intenzivne kmetijske rabe, je bila predmet obdelave mnogih variant, ekoloških študij in dolgih javnih razprav. 27. decembra 1989 je občina Ajdoščina sprejela sklep o gradnji po t. i. »severni« varianti, ki poteka v neposredni bližini Ajdoščine.

Od Sel do mednarodnega prehoda je teren gričevnat, geološko enak prejšnjemu odseku. 2,5 km nove ceste je že zgrajene na območju zaježitve Vogrščka, akumulacijskega jezera, namenjenega namakanju spodnjega dela Vipavske doline, januarja 1991 pa je bil končan 1,8 km dolg odsek avtoceste med Vrtojbo in Šempetrom in del Šempetrske obvoznice.

Sklep o načrtovanju t. i. »varčnega« prečnega profila ceste so narekovali ekonomski in prometni razlogi. V hribovitem terenu je prečni profil širok 18,40 m, ima zožen srednji ločilni pas in nima odstavnih pasov. V ravninskem in gričevnatem delu je širok 20,02 m, je tudi brez odstavnih pasov, vendar z odstavnimi prostori na vsak kilometer ceste.

4. FINANCIRANJE IN GRADNJA

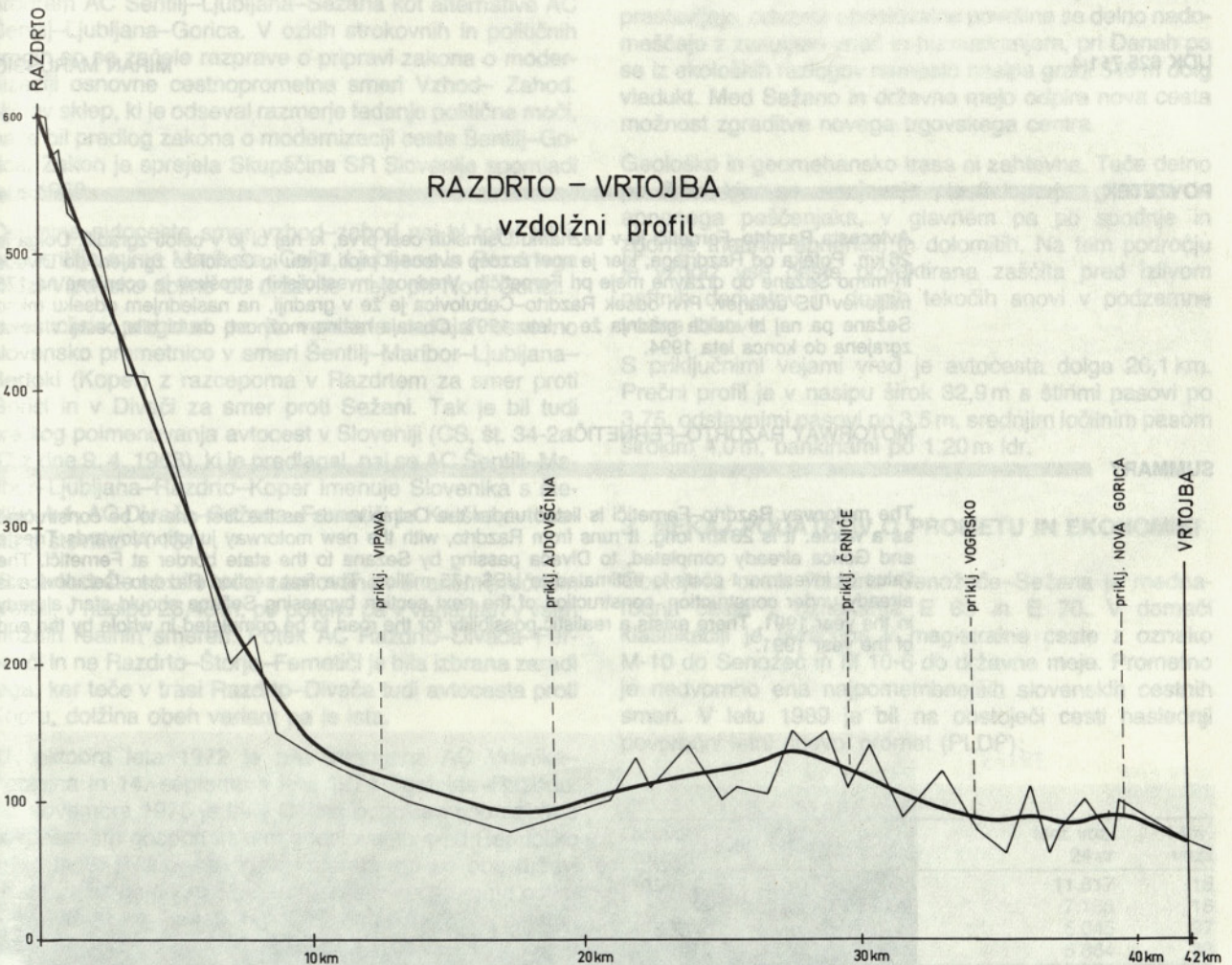
V letih 1987 in 1988 je tekla gradnja 2,5 km dolgega pododseka avtoceste na območju zaježitve Vogrščka. Cestni nasip v stranskem rokavu zaježitve je bil narejen z dvojnimi namenom: kot objekt bodoče avtoceste in kot za vodo neprepustna zemeljska pregrada stranskega dela akumulacije, namenjena stalni zaježitvi rokava akumulacijskega jezera. Nasip je bil zgrajen do planuma spodnjega ustroja ceste.

Leta 1989 je bila začeta in januarja 1990 končana gradnja 1,8 km dolgega pododseka avtoceste od Šempetra do državne meje ter 2,3 km dolge obvoznice mimo Šempetra, ki bo končana v letu 1991. Ljubljanska banka je za ta namen odobrila približno 14 milijonov US dolarjev.

Vrednosti investicijskih del na posameznih odsekih so naslednje:

Odsek	Dolžina km	Vrednost inv. str. v mio US \$
Razdrto–Podnanos	9,5	72,07
Podnanos–Selo	17,7	55,99
Selo–Vrtojba	13,9	68,83
Skupaj:	41,1	196,89

RAZDRTO – VRTOJBA vzdolžni profil



Na podlagi dvostranskih sporazumov med Jugoslavijo in Italijo naj bi ustanovitelji koncesionarske družbe Adrie (firma Fiat – Impresit iz Milana, Autovie – Venete iz Trsta, Cestnega inženiringa iz Ljubljane in naknadno pridružene d.d. AC Mestre – Padova), zagotovili po 50 % sredstev iz obeh držav.

Za odseka Razdrto–Podnanos in Podnanos–Selo bi torej dali na voljo:

- Republika Italija 50 % 64,03 mio US\$
- Republike Slovenija 50 % 64,03 mio US\$
- Skupaj: 128,06 mio US\$

Na odseku Selo–Vrtojba je potrebno zagotoviti še sred-

stva za gradnjo pododseka Selo–Šempeter (brez že zgrajenega spodnjega ustroja ceste na območju Vogrščka):

- Republika Italija 50 % 24,00 mio US\$
- Republika Slovenija 50 % 24,00 mio US\$
- Skupaj: 48,00 mio US\$

Lokacijska odločba za odsek Razdrto–Podnanos in Selo–Šempeter je izdana, izvedbeni projekti izdelani in zemljišče delno odkupljeno. Za odsek Podnanos–Selo so izdelani idejni projekti. Realni rok gradnje odseka Razdrto–Podnanos je zaradi viaduktov in težkih geoloških razmer 2 leti in pol, na drugih odsekih pa 2 leti. Gradnja bo začeta takoj, ko bo njihovo financiranje v celoti zagotovljeno.

AVTOCESTA RAZDRTO–FERNETIČI

UDK 625.711.4

MIRAN MARUSSIG

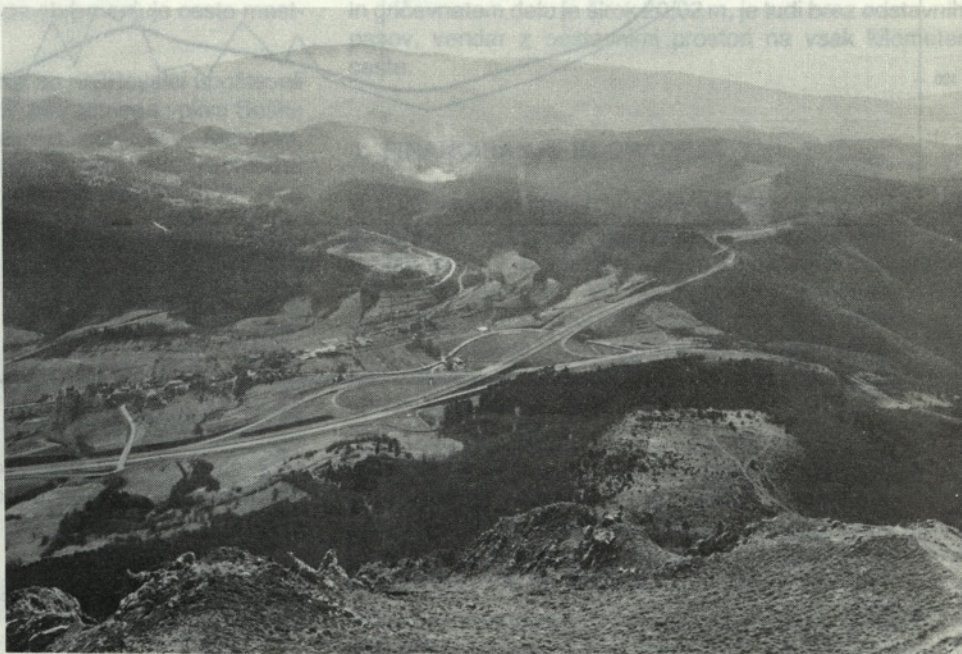
POVZETEK

Avtocesta Razdrto–Fernetiči je v seznamu Osimskih cest prva, ki naj bi jo v celoti zgradili. Dolga je 26 km. Poteka od Razdrtega, kjer je novi razcep avtocest proti Trstu in Gorici že zgrajen, do Divače in mimo Sežane do državne meje pri Fernetičih. Vrednost investicijskih stroškov je ocenjena na 175 milijonov US dolarjev. Prvi odsek Razdrto–Čebulovica je že v gradnji, na naslednjem odseku mimo Sežane pa naj bi stekla gradnja že v letu 1991. Obstaja realna možnost, da bi bila cesta v celoti zgrajena do konca leta 1994.

MOTORWAY RAZDRTO–FERNETIČI

SUMMARY

The motorway Razdrto–Fernetiči is listed under the Osimo roads as the first one to be constructed as a whole. It is 26 km long. It runs from Razdrto, with the new motorway junction towards Trieste and Gorica already completed, to Divača passing by Sežana to the state border at Fernetiči. The value of investment costs is estimated to US\$ 175 million. The first section Razdrto–Čebulovica is already under construction, construction of the next section bypassing Sežana should start already in the year 1991. There exists a realistic possibility for the road to be completed in whole by the end of the year 1991.



Avtor:
Miran Marussig, dipl. inž. gr.
Vodja projekta Primorska

1. OD KDAJ ZAMISEL O GRADNJI AC RAZDRTO–FERNETIČI

V letih 1966 in 1967 so se v tedanji Skupnosti cestnih podjetij Slovenije začela obsežna študijska dela pri izde-

lavi investicijskega programa gradnje t. i. »hitrih cest« v Sloveniji. 25. marca 1968 so bili v interni publikaciji Cestnega sklada SRS objavljeni Podatki za investicijski program AC Šentilj–Ljubljana–Sežana kot alternative AC Šentilj–Ljubljana–Gorica. V ozkih strokovnih in političnih krogih so se začele razprave o pripravi zakona o modernizaciji osnovne cestnoprometne smeri Vzhod– Zahod. Njihov sklep, ki je odseval razmerje tedanje politične moči, pa je bil predlog zakona o modernizaciji ceste Šentilj–Gorica. Zakon je sprejela Skupščina SR Slovenije spomladi leta 1969.

Osnovna avtocesta smer vzhod–zahod naj bi torej tekla od Šentilja mimo Maribora, Celja, Ljubljane in Razdrtega skozi Vipavsko dolino do državne meje pri Novi Gorici.

Investicijski program pa je vendarle navajal osnovno slovensko prometnico v smeri Šentilj–Maribor–Ljubljana–Bertoki (Koper) z razcepoma v Razdrtem za smer proti Gorici in v Divači za smer proti Sežani. Tak je bil tudi predlog poimenovanja avtocest v Sloveniji (CS, št. 34-2a/67 z dne 9. 4. 1968), ki je predlagal, naj se AC Šentilj–Maribor–Ljubljana–Razdrto–Koper imenuje Slovenika s številko A 1, AC Divača–Sežana–Fernetiči pa Kraška avtocesta s številko A 13.

Vse avtoceste so bile tedaj zasnovane v enakem prečnem profilu, v nasipu 26,40 m, po poteku pa v variantah v vseh možnih realnih smereh. Potek AC Razdrto–Divača–Fernetiči in ne Razdrto–Štorje–Fernetiči je bila izbrana zaradi tega, ker teče v trasi Razdrto–Divača tudi avtocesta proti Kopru, dolžina obeh variant pa je ista.

31. oktobra leta 1972 je bila dograjena AC Vrhnika–Postojna in 14. septembra leta 1974 Postojna–Razdrto. 10. novembra 1975 je bil v Osimu podpisan sporazum o pospešenem gospodarskem sodelovanju med Republiko Italijo in SFR Jugoslavijo, v katerem sta se obe državi obvezali, da bosta za izboljšanje cestnega prometa povežali avtocesto Benetke–Trst–Gorica–Trbiž s cestami: Nova Gorica–Postojna–Ljubljana, Fernetiči–Postojna in Herpelje–Kozina–Reka. Z zakonom, sprejetim 1. marca 1977 (Uradni list SFRJ, št. 1/77), je bil ta sporazum tudi ratificiran. Z vključitvijo navedenih cest v Osimski sporazum so stekla pri nas tudi investicijska preddela, ki so, čeprav šele 15 let kasneje, omogočila nadaljevanje gradnje avtocest na Primorskem.

2. POTEK CESTE IN OSNOVNI TEHNIČNI PODATKI

Avtocesta Razdrto–Fernetiči bo klasična avtocesta, kakršna je od Ljubljane do Razdrtega. V Razdrtem se trasa najprej zaje v pobočje Golega vrha, seka v globokem ukopu masiv Maznega hriba ter preide obstoječo magistralno cesto Senožeče–Sežana med Senožečami in Dolenjo vasjo. Od tod gre po zahodnih pobočjih Čebulovce do razcepa v Divači in nato po ravninskem kraškem terenu brez večjih vzponov in padcev do globoke kraške doline pri Danah. Dolino prečka s 540 m dolgim viaduktom. Z ukopom se zaje v pobočje Tabora in konča v ravnem delu na sedanjem mednarodnem mejnem prehodu Fernetiči. Ta zadnji del avtoceste je obenem tudi

obvoznica Sežane.

Trasa je prostorsko občutljiva na območju Dolenje vasi, Potoč in Dane. Vsi komunalni vodi, ki jih seka, se predstavljajo, odvezete obdelovalne površine se delno nadomeščajo z zasutjem vrtač in humuziranjem, pri Danah pa se iz ekoloških razlogov namesto nasipa gradi 540 m dolg viadukt. Med Sežano in državno mejo odpira nova cesta možnost zgraditve novega trgoveškega centra.

Geološko in geomehansko trasa ni zahtevna. Teče delno po flišu, kjer se menjavajo plasti laporja, glinovca in apnenega peščenjaka, v glavnem pa po spodnje in zgornje triadnih apnencih in dolomiti. Na tem področju je vzdolž vse ceste projektirana zaščita pred izlivom naftnih derivatov in drugih tekočih snovi v podzemne vodne tokove.

S priključnimi vejami vred je avtocesta dolga 26,1 km. Prečni profil je v nasipu širok 32,9 m s štirimi pasovi po 3,75, odstavnimi pasovi po 3,5 m, srednjim ločilnim pasom širokim 4,0 m, bankinami po 1,20 m idr.

3. NEKAJ PODATKOV O PROMETU IN EKONOMIKI

Obstoječa cesta Razdrto–Senožeče–Sežana je mednarodna cesta z oznakama E 63 in E 70. V domači klasifikaciji je uvrščena v magistralne ceste z oznako M-10 do Senožeč in M 10-6 do državne meje. Prometno je nedvomno ena najpomembnejših slovenskih cestnih smeri. V letu 1989 je bil na obstoječi cesti naslednji povprečni letni dnevni promet (PLDP):

Oznaka ceste	Cestni odsek	Mot. voz. 24 ur	% tov. vozil
M 10	Razdrto–Senožeče	11.817	15
M 10	Senožeče–Divača	7.165	16
M 10-6	Senožeče–Sežana	5.045	37
M 10-6	Sežana–Fernetiči	5.864	35

Njena osnovna prometna značilnost je prevlada daljinskega prometa in močna sezonska nihanja prometne količine. V turistični sezoni je v prometnih konicah tudi do 76 % večji promet od celoletnega povprečja. Tak značaj daje cesti njena neposredna zveza s cesto Benetke–Trst in carinski blagovni terminal v Fernetičih, ki je imel v letu 1989 2,104.655 ton prometa, od tega 54 % po cesti in 46 % po železnici. 52 % tega tovora tranzitira Jugoslavijo.

Kapaciteta obstoječe ceste na najbolj obremenjenem odseku magistralne ceste Razdrto–Senožeče je presežena 1200 ur na leto, hitrosti so tedaj pod 30 km/h. Kritične razmere so seveda v koničnih obremenitvah v času turistične sezone. Na odseku Senožeče–Sežana kapaciteta ceste še ustreza, v konicah pa so potovalne hitrosti med 40 in 50 km/h.

Prometna prognoza do leta 2007, izdelana v posebni študiji (Prometna študija Razdrto–Fernetiči, SCT, Ljubljana, september 1987), daje naslednje vrednosti:

Odsek	Mot. voz./24 ur brez avtoceste	Mot. voz./24 ur na avtocesti	Mot. voz./24 ur na obst. cesti
Razdrto–Senožeče	18.145		1.555
Senožeče–Divača	11.858	16.730	712
Senožeče–Sežana	4.857	10.323	196
Sežana–državna meja	10.302	9.468	191



Račun ekonomskih učinkov ceste je bil izveden po načelu največjega zmanjšanja neto sedanje vrednosti naložbenih možnosti v 20-letnem obdobju. Računi kažejo, da dajejo najbolj in najmanj ugodne kombinacije stroškov in koristi naslednje interne stopnje donosnosti:

- za odsek Razdrto–Čebulovica med 9,95 % in 14,47 %,
- za odsek Čebulovica–Sežana 5,91 % in 8,95 %.

4. FINANCIRANJE IN GRADNJA

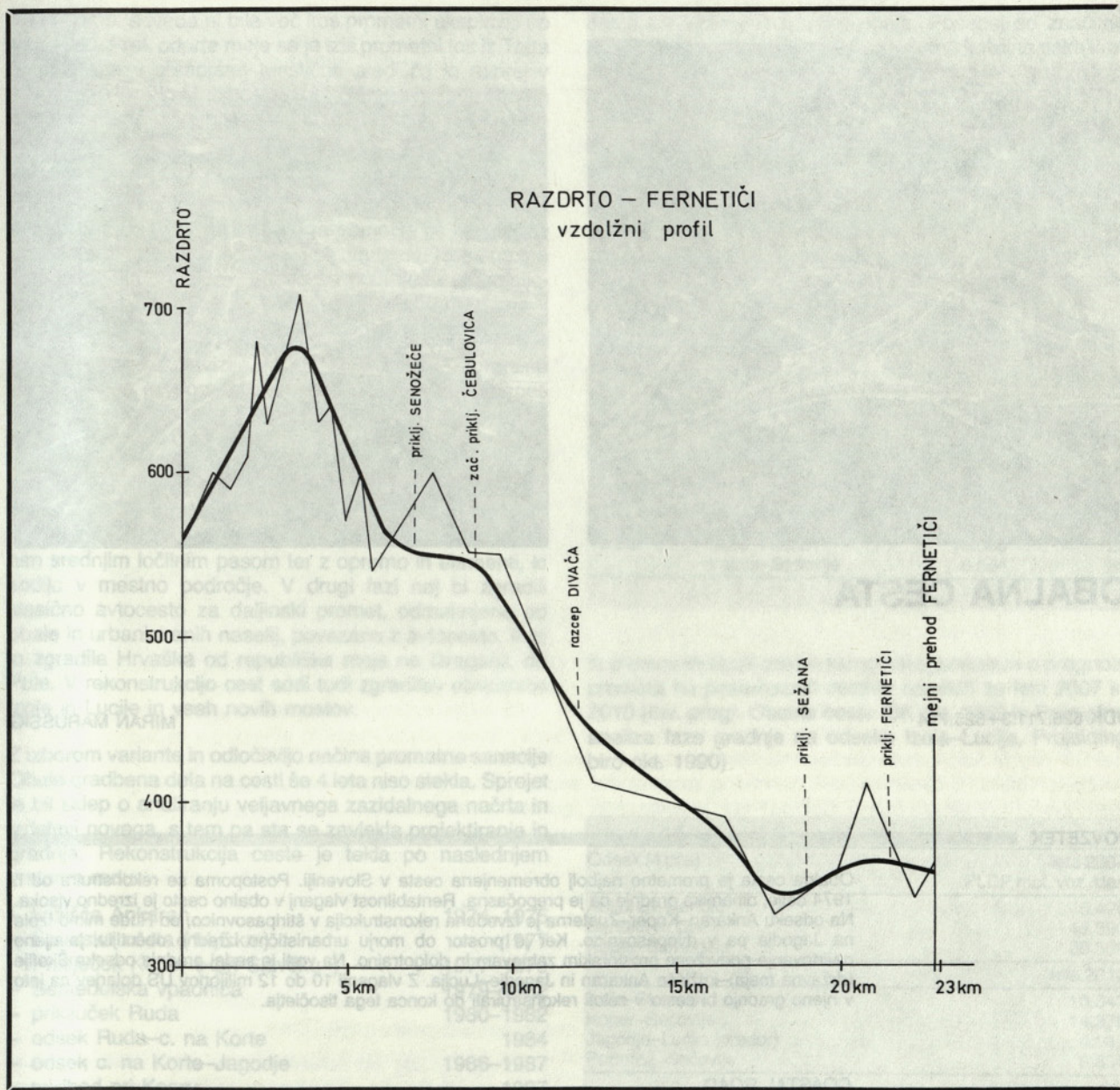
Po izgradnji avtoceste do Razdrtega od leta 1975 so se v Sloveniji porabljala sredstva za gradnjo drugih objektov in odsekov avtocest. Z vzpostavitvijo stikov med Republiko Slovenijo in Avtonomno deželo Friuli – Julijsko krajino konec leta 1986 ter ustanovitvijo koncesionarske družbe Adrie v Trstu, katere naloga je pridobivanje tujih, prvenstveno italijanskih sredstev za gradnjo cest po Osim-

skih sporazumih, je prešlo financiranje gradnje teh cest v novo fazo. Konec leta 1988 je Ljubljanska banka oskrbela prvi kredit v višini 15 milijonov US dolarjev in tako omogočila začetek gradnje prvega avtocestnega pododseka v Razdrtem.

Avtocesta Razdrto–Fernetiči je razdeljena na tri odseke:

Odsek	Dolžina km	Vrednost investicijskih stroškov mio US \$
Razdrto–Čebulovica	8,9	69,30
Čebulovica – Dane	12,3	52,21
Dane–Fernetiči	4,9	53,60
Skupaj:	26,1	175,11

Na podlagi dvostranskih sporazumov med Jugoslavijo in Italijo naj bi ustanovitelji Adrie (firme Fiat – Impresist iz Milana, Autovie Venete iz Trsta, Cestnega inženiringa iz Ljubljane in naknadno pridružene d.d. AC Mestre – Padova) zagotovili po 50 % sredstev iz obeh držav.



Financiranje gradnje odseka Razdrto–Čebulovica je v celoti zagotovljeno z naslednjimi viri:

– kredit Evropske investicijske banke v višini	28 mio US\$
– kredit Ljubljanske banke v višini	15 mio US\$
– italijanski kredit v višini	19 mio US\$
– Rep. Slovenija, lastna sredstva v višini	7,3 mio US\$
Skupaj:	69,3 mio US\$

Za odseka Čebulovica–Dane in Dane–Fernetiči financiranje še ni v celoti zagotovljeno.

Prvi pododsek te avtoceste – 2,5 km dolg razcep Razdrto – je bil po enoletni izgradnji zgrajen novembra leta 1990.

Zgradilo ga je podjetje Primorje – Ajdovščina s slovenskimi podizvajalci. Gradnja 6,4 km dolgega pododseka Razdrto–Čebulovica je stekla 15. decembra 1990. V dvoletnem gradbenem roku ga bo zgradilo italijansko podjetje Italstrade s podizvajalci, dva viadukta pa bo zgradila koncesionarska družba Adria iz Trsta.

Konec leta 1990 je bil v Italiji sprejet zakon o financiranju cestnih povezav med Slovenijo in Julijsko krajino – Furlanijo v višini 94 milijard lir. V primeru uspešno zaključenih dogovorov in pogodb o angažiranju teh in drugih sredstev iz tujih in domačih virov lahko pričakujemo začetek gradnje odseka Dane–Fernetiči letos, odseka Čebulovica–Dane pa najkasneje prihodnje leto. AC Razdrto–Fernetiči bi bila tako dograjena konec leta 1993.



OBALNA CESTA

UDK 625.711.3+625.714

MIRAN MARUSSIG

POVZETEK

Obalna cesta je prometno najbolj obremenjena cesta v Sloveniji. Postopoma se rekonstruira od I. 1974 dalje, dinamika gradnje pa je prepočasna. Rentabilnost vlaganj v obalno cesto je izredno visoka. Na odseku Ankaran–Koper–Žusterna je izvedena rekonstrukcija v štiripasovnico, od Rude mimo Izole na Jagodje pa v dvopasovnico. Ker je prostor ob morju urbanistično izredno občutljiv, je njeno načrtovanje podvrženo prostorskim zahtevam in dolgotrajno. Na vrsti je sedaj gradnja odseka Škofije (državna meja)–križišče Ankaran in Jagodje–Lucija. Z vlaganji 10 do 12 milijonov US dolarjev na leto v njeno gradnjo bi cesto v celoti rekonstruirali do konca tega tisočletja.

COASTAL ROAD

SUMMARY

The coastal road has the highest traffic volumes in Slovenia. It has been gradually under reconstruction since 1974, its construction schedule is, however, too slow. Rentability of investing into this coastal road is extremely high. The section Ankaran–Koper–Žusterna has been reconstructed into a four-lane road and from Ruda, passing Izola to Jagodje into a two-lane one. As the space along the seaside is regarding town-planning extremely sensitive, the designing of this particular road depends on the town-planning requirements and is extremely long-lasting. It's now a turn to start constructing the section Škofije (state border)–interchange Ankaran and Jagodje–Lucija. If invested from US \$ 10 to 12 million year into its construction, the road could be reconstructed in whole by the end of this millenary.

Avtor:
Marussig Miran, dipl. inž. gr.
Vodja projekta Primorska

1. ZAČETEK NAČRTOVANJA IN IZBOR VARIANTE

Obalna cesta je najbolj obremenjena prometnica v Sloveniji. Diagnoza njene prometne astme je bila postavljena leta 1965. Cesta, ki jo je Italija revitalizirala v letih

1934–1939, seveda ni bila več kos prometni eksploziji po letu 1960. Prek odprte meje se je izlil prometni tok iz Trsta in Ljubljane v obmorska turistična središča in naprej v Istro. Tako je zelo hitro postala ta 27 km dolga magistralna cesta največja ovira prometnemu in gospodarskemu razvoju Obale.

Investicijski program, naročen leta 1965, je pomenil začetek študij variant in kombinacij prometnega in urbanističnega reševanja ožjega in širšega območja ceste. Zaradi občutljivosti prostora so bile vse variante izdelane na stopnji idejnih projektov, vedno pa podrejene urbanističnim rešitvam, ki so se rojevale, potrjevale in opuščale v odvisnosti do trenutno veljavnih zazidalnih načrtov.

Rezultat njihove revizije je bil sprejem t. i. »oranžne variante«, ki je pomenila začetek izvajanja še danes veljavnega (in nedokončanega) koncepta izgradnje (rekonstrukcije) obalne ceste. Izbor variante je pomenil odločitev, da se v prvi fazi rekonstruira obstoječa magistralna cesta od Škofije do Sečovelj kot bodoča štiripasovna rivijska medmestna cestna komunikacija z zunaj-nivojskimi križanji, vendar brez odstavnih pasov, z zoženim srednjim ločilnim pasom ter z opremo in elementi, ki sodijo v mestno področje. V drugi fazi naj bi zgradili klasično avtocesto za daljinski promet, odmaknjeno od obale in urbaniziranih naselij, povezano z avtocesto, ki bi jo zgradila Hrvaška od republiške meje na Dragonji, do Pule. V rekonstrukcijo cest sodi tudi zgraditev obvoznice Izole in Lucije in vseh novih mostov.

Z izborom variante in odločitvijo načina prometne sanacije Obale gradbena dela na cesti še 4 leta niso stekla. Sprejet je bil sklep o anuliranju veljavnega zazidalnega načrta in izdelavi novega, s tem pa sta se zavlekla projektiranje in gradnja. Rekonstrukcija ceste je tekla po naslednjem vrstnem redu:

– križišče Ankaran	1974–1975
– Šmarska cesta (14,5 km)	1977
– Priključek Koper (»pri Slavčku«)	1977–1979
– Semedelska vpadnica	1979–1982
– priključek Ruda	1980–1982
– odsek Ruda–c. na Korte	1984
– odsek c. na Korte–Jagodje	1986–1987
– podhod pri Kopru	1987
– odsek Jagodje–Belveder	1988
– odsek Ankaran–Koper	1989–1990

Skupna dolžina rekonstruirane ceste znaša skupaj s Šmarsko cesto 25,5 km. Res, da so v njeni trasi zgrajeni 4 večji objekti (križišče Ankaran in Ruda »Slavček« in »Slavnik«), vendar smo v njihovi 16-letni dobi zgradili povprečno le 1,5 km ceste na leto!

2. PROMET

Promet je na obalni cesti zelo heterogen. Daljinski promet prihaja iz Ljubljane in Trsta v turistična središča hrvaške obale. Ciljni promet se ustavlja v Kopru, Izoli, Piranu, Portorožu, medmestni promet pa poteka med urbanimi

centri slovenske in tržaške obale. Posebej so značilne poletne prometne konice, kjer prometna količina nekajkrat presega prepustnost ceste. Podatki, dobljeni s pomočjo avtomatskega prometnega števca za leto 1989 v Izoli, kažejo npr. naslednje vrednosti: PLDP 21.640 mot. voz./dan, poleti 27.569 mot. voz./dan, maksimalni dnevni promet (19. avg. 1989) 32.886 mot. voz.

V taki situaciji iščejo pristojne prometne službe zasilne rešitve z eno- ali dvosmernimi obvozi po lokalnih, zasilno asfaltiranih cestah skozi vasi in naselja. Povprečni letni dnevni promet je v letu 1989 dosegel na posameznih odsekih naslednje vrednosti:

Števno mesto	Odsek	PLDP mot. voz./dan	Od tega % tujih vozil
Dekani	Črni kal–Bertoki	12.603	23
Škofije	Škofije–kr. Ankaran	7.141	56
Bertoki	kr. Ankaran–Koper	26.938	24
Semedela	Koper–Izola	21.395	20
Valeta	Izola–Valeta	18.500	23
	Valeta–Sečovelje	8.564	33

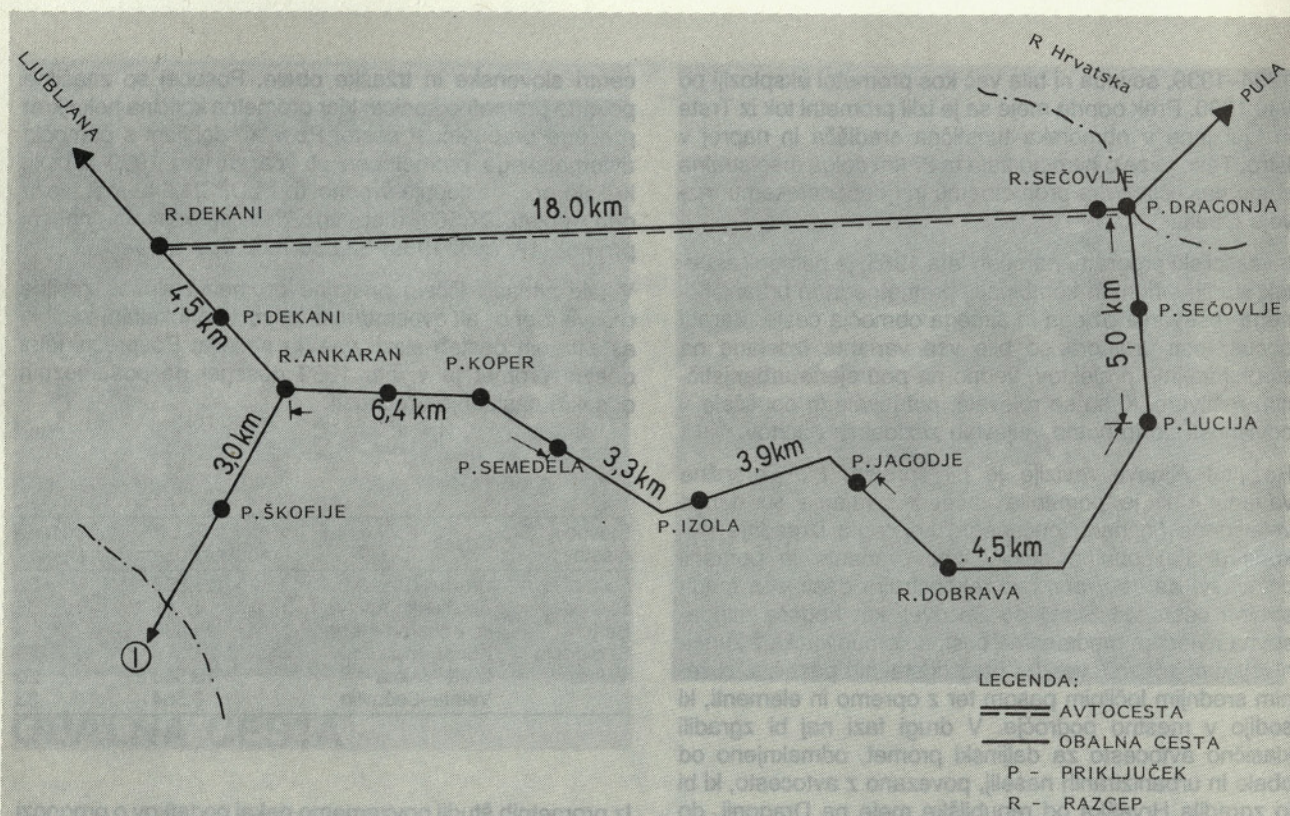
Iz prometnih študij povzemamo nekaj podatkov o prognozi prometa na posameznih cestnih odsekih za leto 2007 in 2010 (Inv. progr. Obalne ceste IBK okt. 1989 in Prometna analiza faze gradnje na odseku Izola–Lucija, Projekting biro okt. 1990)

Odsek (4 pas)	leta 2007 PLDP mot. voz./dan
Ankaran–Bertoki	45.420
Bertoki–Koper	48.390
Koper–Semedela	39.500
	leta 2010
Izola–Strunjan	10.547
Koper–Sečovelje	14.379
Jagodje–Lucija (predor)	4.145
Portorož–Sečovelje	9.834

Iz podatkov za odsek Ankaran–Semedela je razvidno, da je v primerjavi z odsekom Izola–Strunjan in Koper–Sečovelje prognoza optimistična. Ne glede na to pa že sedanje prometne vrednosti na tem odseku v celoti opravičujejo zgraditev nove štiripasovnice.

3. PERSPEKTIVE NADALJEVANJA GRADNJE OBALNE CESTE

Dosedanja dinamika gradnje obalne ceste je bila prirejena povečanju prepustnosti posameznih kritičnih križišč in cestnih odsekov. Največji prometni zamašek je odpravljen z izgradnjo odseka ankaransko križišče–Koper. Po prvotni



zasnovi naj bi nadaljevali gradnjo na odseku Jagodje–Strunjan–Valeta, s čimer bi obšli prometno nevarni del ceste skozi Strunjansko dolino. Občina Piran je sedaj proti gradnji ceste na Valeto, ker meni, da bo s tem prometno še bolj obremenjena cesta skozi Lucijo. Predlaga prioriteto zgraditev ceste iz Strunjanske doline s krajšim predorom proti Luciji in naprej do Dragonje. Projekti za ta odsek so v delu; zaradi dolgotrajnega lokacijskega in drugih postopkov ni možno računati z začetkom del na tem odseku v letu 1991.

Odsek od državne meje v Škofijah do ankaranskega križišča projektno ni dokončno rešen. Uskladiti je potrebno potek trase v območju ankaranskega križišča, dokončno izdelati idejne projekte, lokacijski načrt in projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja. Ta odsek pa je vendarle najbližji realizaciji, seveda pa uspešnem zaključku vseh investicijskih predel.

Prostorsko in izvedbeno najbolj problematičen je odsek Semedela–Ruda (Koper–Izola), kjer poteka obstoječa cesta neposredno ob morju.

Že ob izdelavi prvega osnutka rekonstrukcije ceste na tem odseku je bil v letih 1977–1978 razpisan urbanistični natečaj ureditve Obale. Cesta naj bi bila funkcionalni del tega prostora, revitalizirani obali pa naj bi dali povsem novo uporabnost in vrednost. V zadnjem času so se pojavile zahteve, naj se zgradi nova cesta skozi predor s portaloma pri Semedeli in Rudi. To seveda pomeni spremembo že zgrajenega priključka pred Izolo (Ruda) in veliko večjo investicijsko vrednost. Končna odločitev

bo odvisna od mnogih dejavnikov, ne le tehnično-ekonomskih. Od tod tudi pesimizem, da bi kaj kmalu tudi na tem odseku zabrnili stroji.

Z izborom koncepta revitalizacije cestne mreže na Obali je bila določena tudi trasa bodoče avtoceste, ki poteka v večji oddaljenosti od Obale. Gre od Dekanov mimo Pobegov, prek doline Badoševice, približno v smeri Šmarske ceste prek sedla in v dolino Drnice, pri Dragonji pa se priključi cesti, ki prihaja tjakaj iz Sečovlj. Kdaj bo zgrajena, je odvisno od gospodarskega in prometnega razvoja Slovenije, ne le Obale.

Vrednost doslej opravljenih del v trasi obalne ceste vključno s Šmarsko cesto presega 80 milijonov US dolarjev. Še enkrat toliko bo treba vložiti v rekonstrukcijo še neizvedenih cestnih odsekov po najcenejši varianti. Prognoziranje dinamike bodočega financiranja gradnje obalne ceste pa meji na jasnovidnost. Bodimo optimisti in poskusimo:

Odsek	km
Škofije–Ankaran s priključkom	91–93
Jagodje–Lucija	92–94
Lucija–Dragonja	94–96
Slavnik–Ruda	96–99

Pri taki dinamiki bi bilo potrebno investirati v gradnjo povprečno na leto 10 do 12 milijonov US dolarjev. To pa vsekakor niso sredstva, ki bi jih ob našem gospodarskem potencialu ne bilo možno zbrati in porabiti za ta namen.

Prof. dr.

RANKO ŽNIDERŠIČ – OSEMDESETLETNIK



Ni ga pri nas cestarja, ki ne bi poznal današnjega slavljenca in njegovih priročnikov za zakoličevanje cestnih krivin – klotoid. Ni ga tudi gradbenika – z izjemo najmlajših generacij – ki ne bi »šel skozi njegove roke,« ko si je pridobil znanje na ljubljanski FAGG, da bi spoznal vse zanke, zahteve in vplive, ki dokončno oblikujejo cesto in njeno lego v prostoru. Z vso svojo dušo in prepoln življenjske energije se je predajal cestariji bodisi kot raziskovalec in pisec bodisi kot praktik – projektant in še bolj kot šolnik – vzgojitelj ali učitelj – organizator na matični fakulteti, kateri je verno služil vso svojo delovno dobo.

Nestor slovenskih cestarjev prof. Žnideršič je privekal na svet 22. januarja 1911 v Matenji vasi pri Postojni. Po maturi na ljubljanski realki se je vpisal na gradbeni oddelk tedanje Tehniške fakultete, kjer je l. 1936 diplomiral in po krajšem operativnem delu v Črni gori postal asistent za ceste in železnice. Od tedaj dalje in ko je l. 1946 postal docent, l. 1952 izredni ter l. 1959 redni profesor, se do svoje upokojitve l. 1981 od fakultete ni več ločil, čeprav je še leta za tem prispeval svoje znanje in izkušnje bodočim inženirjem. Stotniji diplomantov, desetini magistrstov in sedmim doktorjem tehniških znanosti s področja prometa je kot mentor dajal vse, kar jim je bilo potrebno za doseg njihovega končnega cilja. S takim izkupičkom, ki je za deficitarno prometno smer gradbeništva izreden, še lahko le redko kdo pohvali. Da je bil na vzgojnem področju tako uspešen, je poleg visoke strokovnosti pripisovati njegovemu humanemu odnosu do študentov, tako redkemu prijateljskemu sodelovanju s kolegi, dosledno začrtani liniji v življenjskem obnašanju, predvsem pa prirojeni vedrini, iskrenosti in zvestobi do vseh, ki jih je »vzel za svoje« in za katere je vedel, da ga ne bodo izdali.

Predanost fakulteti je izkazoval tudi po organizacijski plati. Večkratna predstojništva na gradbenem oddelku, trojni mandat dekana FAGG in soustanoviteljstvo Prometnotehniškega inštituta, katerega je vodil skoraj dve deceniji, so le znak zaupanja vseh sodelavcev. Vse naštetu in še mnogo drugega je opravljal le z njemu lastno zagnanostjo in odgovornostjo. Največ zaslug za šolo pa si je prav gotovo pridobil z iniciativo in tudi realizacijo gradnje fakultetnega stanovanjskega bloka na Mirju ter novim objektom FAGG ob Jamovi cesti. Ob odhodu v pokoj se mu je fakulteta oddolžila s častnim naslovom zaslužnega profesorja.

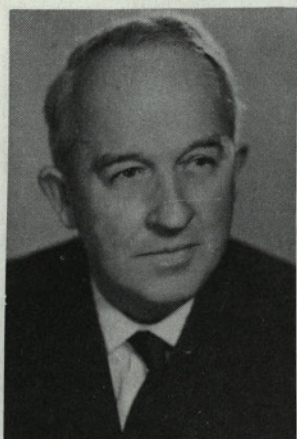
V vsem času po diplomi in še bolj po njegovem – prvem jugoslovanskem – doktoratu iz cestne stroke (1944) se je nadvse intenzivno posvetil njeni problematiki tako na raziskovalnem kot na aplikativnem področju. Ni je skoraj nobene pomembnejše slovenske ali jugoslovanske ceste, pri kateri ne bi kakorkoli aktivno sodeloval. Če drugače ne, pa s svojimi tremi znanimi priročniki o zakoličevanju prehodnic in krožnih krivin, ki so od l. 1947 do danes doživeli že kar šest izdaj.

Bogata praksa, znanje in njegova notranjska trdovratna doslednost pri zagovarjanju pravilnih cestnih rešitev so mu odprle pot v področje regulative: bil je sestavljal zveznih predpisov za projektiranje cest. Mnogokrat je moral voditi težke boje za napredek, pravilno razlaganje in uveljavljanje najnovejših dosežkov ter gledanj v cestno-projektantskih krogih. Mirno lahko trdimo, da smo vsaj na tem področju in pretežno z Žnideršičevim prispevkom korakali vstric s predvsem nemško projektivo, kar nam tam tudi nedeljeno priznavajo. Lepoti in zveznosti trase, njenemu nevsiljivemu prilagajanju okolju, kar vse zagotavlja mirno in varno vožnjo (drzno in nekorektno obnašanje voznikov izvemamo), pa naj gre za klasiko t. i. »avtoceste« Ljubljana–Bregana ali modernih avtocest Ljubljana–Razdrto, (polovičnih) na Štajerskem in Gorenjskem, hitre ceste skozi Maribor ter še mnogih dvopasovnic, je dajal svoj »žegen« prof. Žnideršič.

Starosta slovenske in jugoslovanske cestarije je za svoje dajanje cestam prejel številna državna in družbena odlikovanja, priznanja ali diplome, strokovne organizacije pa so mu podelile štiri naslove častnega in zaslužnega članstva.

Ob visokem življenjskem jubileju zaslužnega profesorja in dobrega prijatelja mu poleg iskrenih čestitk zaželimo le še dobro zdravje ter prijetno počutje v krogu svojih domačih in v družbi slovenskih cestarjev!

Vlasto Zemljic



dipl. inž. MAKSU PUHU

Globoko nas je presunila vest, da ga ni več med nami. Bil je človek, ki je živel za svojo družino, za svoje poklicno delo in tudi za likovno umetnost. Nesebično je prenašal svoje znanje in izkušnje na nas, ki smo potrebovali njegovo pomoč. Zato je bil cenjen kot strokovnjak in človek v ožji in širši domovini tako med kolegi geomehaniki kakor tudi med širšo gradbeniško skupnostjo. Za njim je ostala vrzel, ki jo bo težko zapolniti.

Njegova življenjska pot se je pričela leta 1905 v Ljubljani. Ljudsko šolo je obiskoval v času I. svetovne vojne, srednjo šolo pa je zaključil na državni realki v Ljubljani. Junija 1926 je maturiral in se še istega leta vpisal na Tehnično fakulteto v Ljubljani.

Že v rani mladosti ga je privlačevalo tudi umetniško delo; svojo nadarjenost je izpopolnjeval v umetniški šoli akad. slikarja Strnena. Ta dejavnost mu je pomagala kasneje, da si je s prodajo slik omogočil študij na gradbenem oddelku Univerze v Ljubljani. Tu je bil najprej imenovan za pomožnega in pozneje, po diplomi leta 1935, za rednega asistenta pri prof. dr. Kralu na oddelku za tehniško mehaniko. Kasneje se je priglasil v državno službo in dobil delo na odseku za ceste in mostove. V tem obdobju je gradil in projektiral mostove po celi Sloveniji.

V času okupacije je bil član OF že od avgusta 1941 dalje. Leta 1945 je bil poklican v vojaško gradbeno brigado za obnovo železniških mostov na progi Pragersko-Kotoriba in nato za vodjo Tehniške baze v Metliki. Ministrstvo za gradnje ga je leta 1946 poslalo v Slavonski Brod, da organizira geotehniški laboratorij, saj je to usmeritev v ožjo specializacijo predvidel že v času okupacije z izdajo brošure o preiskavi tal za ceste in druge gradnje. V Slavonskem Brodu je bila za slovenske inženirje in tehnike uprava za projektiranje dela avtoceste Beograd-Zagreb, kjer je uspešno deloval z raziskovalnim delom in izdelavo geomehanskih poročil. Po zaključku tega dela je nato ta laboratorij prenesel prek Podjetja za ceste v Ljubljani in odseka za gradbene materiale pri ministrstvu za gradnje leta 1949 v Gradbeni inštitut, ki se je leta 1952 preimenoval v Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij. Tu je kot vodja geomehanskega oddelka skoraj 20 let sodeloval pri obnovi, izgradnji raznih objektov visoke in nizke gradnje po celotni Sloveniji in delno tudi drugod v Jugoslaviji (skopska železarna, avtocesta Skopje-Djevdjelija). Obenem je nesebično prenašal svoje bogate izkušnje in znanje na naslednje rodove geomehanikov. Takega bomo ohranili v trajnem spominu.



INFORMACIJE

1

UNIVERZA V LJUBLJANI CENTRALNA TEHNIŠKA KNJIŽNICA

SPECIALIZIRANI INFORMACIJSKI CENTER ZA GRADITELJSTVO – SIC GR BUILDING INFORMATION CENTER – BIC

UDK 022:625.9

MIRA VOVK AVŠIČ

POVZETEK

Podana je splošna hipoteza delovanja informacijskega sistema Specializiranega informacijskega centra za graditeljstvo (SIC GR) s cilji razvoja.

Prikazana in analizirana je informacijska dejavnost s področja graditeljstva.

Sledi pregled poslovanja s podatkovnimi zbirkami, ki so dosegljive ON LINE in na CD ROM medijih.

SUMMARY

General working hypothesis and objectives of information system of Building information Center (BIC) are given.

The activity in building information is shown and analysed.

The review of data bases available ONLINE and on CD ROM is presented.

UVOD

V današnjem času zahteva kompleksno vprašanje kateregakoli družbenega ali gospodarskega vprašanja visoko stopnjo strokovnega, znanstvenega ali raziskovalnega dela. V ospredju prihajajo procesi načrtnega zbiranja,

obdelave, shranjevanja, diseminacije in pretoka znanja z možnostjo za večplastne povezave med posameznimi udeleženci v sistemu. S tem pa se odpirajo realne možnosti za anatično in sintetično oblikovanje nevtralnih podatkov v vsebinsko in problemsko usmerjene informacije.

Vse to pa ni dogodek, temveč trden proces, ki že v zasnovi zahteva natančno določene temelje razvoja ter jasno opredeljeno finančno in družbeno podporo.

Iz tako oblikovanih izhodišč razvoja lahko opredelimo tudi vlogo in mesto specializiranega informacijskega centra za graditeljstvo (SIC GR).

Avtor:
Mira Vovk Avšič, dipl. inž. gr.
Centralna tehniška knjižnica Univerze v Ljubljani
Tomšičeva 7, 61000 Ljubljana

CILJI RAZVOJA DEJAVNOSTI SIC GR

Cilji razvoja so že v svoji zasnovi usklajeni z globalnimi cilji sistema znanstveno-tehnološkega informiranja. Nanašajo se na:

- možnost aktivnega vključevanja v višje oblike strokovnega, znanstvenega, raziskovalnega ali izobraževalnega dela svojih uporabnikov,
- vsestransko, poslovno sodelovanje z gospodarskimi organizacijami s področja graditeljstva in mejnih strokovnih univerzami, raziskovalnimi inštituti ter posameznimi strokovnjaki,
- tekoči pregled nad načrtovanjem in izvajanjem nalog z vidika usklajevanja dela in gospodarnosti poslovanja,
- kakovostni razvoj lastnih baz podatkov s področja graditeljstva,
- kakovostni izbor tujih baz podatkov s področja graditeljstva in njihovo racionalno uporabo,
- kakovostno izvedbo oblik analitične in sintetične obdelave podatkov s področja graditeljstva in mejnih znanosti,
- aktivno sodelovanje pri skupni nabavni politiki knjižnega in neknjižnega gradiva s področja graditeljstva (raziskovalne naloge, disertacije, standardi, reporti, katalogi, ...)
- racionalizacijo obstoječih delovnih postopkovnih strokovnih procesov,
- hiter in enostaven vnos oz. uporabo podatkov in informacij iz posameznih baz ne glede na čas in kraj njihovega vnosa v sistem,
- metodološko poenotenje statistike dela (poslovanje),
- kvalitativno spremembo strukture zaposlenih v prid visokih strokovnih kadrov s področja organizacije in vsebine dela,
- sistematično spodbujanje inovativnosti na področju informacijskih dejavnosti s področja graditeljstva in mejnih znanosti,
- kakovostno opredeljene procese izobraževanja za posamezne interesne profile uporabnikov (učenci, študenti, predavatelji, strokovni delavci, raziskovalci, znanstveniki),
- opredeljene postopke in procese varovanja in ščitenja podatkov (informacij, gradiv, opreme),
- sodobnejše oblike in metode medsebojnega komuniciranja med posameznimi udeleženci (računalniška izmenjava podatkov – RIP).

KRATEK PRIKAZ IN ANALIZA STANJA INFORMACIJSKE DEJAVNOSTI NA PODROČJU GRADITELJSTVA

Delovne organizacije s področja graditeljstva in industrije gradbenega materiala se kot poslovno-proizvodni sistemi zaradi znanih splošnih družbenih interesov združujejo v splošna združenja pri Gospodarski zbornici. To je potrebno, da lahko na podlagi svojih informacijskih sistemov komunicirajo s svojim delokrogom.

Drugi del informacijskega povezovanja je področje znanstvenega in tehnološkega informiranja, ki temelji na analitični obdelavi literature in strukturiranju faktografskih

podatkov s področja graditeljstva in prostorskega planiranja ter posredovanju in izmenjavi teh informacij. Povezovanje poteka prek

- specializiranih centrov,
- INDOK služb,
- knjižnic

pri fakultetah, inštitutih in delovnih organizacijah s področja graditeljstva.

Na področju Slovenije poteka to povezovanje prek Specializiranega informacijskega centra za graditeljstvo pri Centralni tehniški knjižnici Univerze v Ljubljani (v nadaljnjem besedilu SIC GR). SIC GR vsebinsko in organizacijsko deluje kot zaokrožena celota znotraj sistema CTK. Obstoječi podatki delnih sistemskih analiz, ki jih tekoče izvajamo, nas usmerjajo pri koordiniranju sistema znanstveno tehničnih informacij na področju graditeljstva in prostorskega planiranja (SZTI GP), katerega nosilec je SIC. V njem so opredeljene naslednje dejavnosti:

a) koordinacija sistema

nanaša se na načrtovanje, realizacijo in vzdrževanje skupnih osnov razvoja SZTI GP (organizacijsko, programsko, sistemsko, kadrovsko, izobraževalno, zaščitno ipd.)

b) organizacija baz podatkov

nanaša se na razvoj večine opredeljenih baz podatkov za potrebe SZTI GP. Te naj bi že danes pa tudi v bodoče izhajale iz informacijskih potreb uporabnikov in naj bi bile tekoče ograjene v okolju, v katerem deluje SIC

c) uporaba baz podatkov

nanaša se na različne možnosti njihove uporabe s pomočjo sodobnih sredstev informatike.

PODROČJA, KI JIH CENTER POKRIVA

- GRADBENA POLITIKA
- GRADBENO GOSPODARSTVO
- GOSPODARJENJE OPERATIVE
- RAZISKAVE
- STANDARDIZACIJA
- ZAKONODAJA
- GRADBENA FIZIKA IN KEMIJA
- BIOLOGIJA IN GRADBENIŠTVO
- GRABENI MATERIALI
- GRABENI ELEMENTI
- GRABENA OPERATIVA
- PLANIRANJE GRADNJE
- IZVAJANJE GRADNJE
- SUROVA GRADNJA
- TEHNIČNE NAPRAVE V ZGRADBAH
- VZDRŽEVANJE ZGRADB
- ARHITEKTURA
- VRTNA IN KRAJINSKA ARHITEKTURA
- GRADNJA MEST
- RAZVOJ PROSTORA
- OSKRBA

- ZAZIDAVA
- STRUKTURA PREBIVALSTVA
- IZOBRAŽEVALNI/KULTURNI CENTRI
- SOCIALNA INFRASTRUKTURA
- REKREATIVNA INFRASTRUKTURA
- NARAVNO OKOLJE
- VARSTVO POKRAJINE
- REGIONALNA POLITIKA
- REGIONALNO PLANIRANJE
- PROSTORSKA STRUKTURA
- ZAKONODAJA
- STRUKTURA NASELIJ
- UPRAVNI VIDIKI
- OBNOVA MEST
- CONING
- REGIONALNI PROMET
- VARSTVO OKOLJA
- KOMUNALNA INFRASTRUKTURA
- GOSPODARSKI VIDIKI REGIONALNEGA PLANIRANJA
- PROSTORSKE RAZISKAVE
- STANOVANJSKO GOSPODARSTVO
- MEHANIKA/STATIKA
- INŽENIRSKA GEOLOGIJA
- TEMELJENJE
- OPEČNA GRADNJA
- BETONSKA GRADNJA
- JEKLENA GRADNJA
- LESENA GRADNJA
- LAHKA GRADNJA
- MONTAŽNA GRADNJA
- INŽENIRSKA VISOKA GRADNJA
- ZEMELJSKA GRADNJA
- GRADNJA MOSTOV
- HIDROGRADNJA
- GRADNJA CEST
- GRADNJA ŽELEZNIC
- STATIČI ELEMENTI KONSTRUKCIJ
- MERITVE
- GRADNJA ZA CIVILNO ZAŠČITO
- JEDRSKA GRADBENA TEHNIKA

JAVNOST DELA IN DOSTOPNOST PODATKOVNIH ZBIRK

Dosegljivost baz podatkov uporabnikom je eden od glavnih ciljev dejavnosti SIC GR. To je bilo vodilo našega dela že v preteklih letih. Zato smo že v letu 1988 kreirali HOST sistem na računalniku CYBER. Ta sistem je bil operativen še pred sistemom SNTIJ z gostiteljem RCU Maribor.

Med letom 1989 in v začetku leta 1990 je sistem ONLINE uporabe baz deloval prek sistema za spremljanje uporabnikov MANAGE. Vanj sta bili vključeni dve bazi: RSWB in SAIDC-GR.

Glede na rezultate testiranja in zaradi določenih neustreznih lastnosti operacijskega sistema za tak način dela, smo se skupaj z drugimi SIC vključili v akcijo Univerze v

Ljubljani, da v njihovem računalniškem centru (RCU) ustvarijo pogoje za poslovanje z bazami podatkov. Na podlagi testiranja programskega orodja za tekstovne baze podatkov smo se odločili za programski paket TRIP.

Tako smo že v začetku leta 1990 na RCU Ljubljana skreirali sistem baz, ki dovoljuje samostojno interaktivno delo uporabnikom v knjižnicah, centrih, ustanovah, podjetjih. Baze, za katere je večje zanimanje, bomo prenesli še na sistem ATCLASS (RCU Maribor), tako da se bo še povečal krog uporabnikov.

Glede na izkušnje, ki jih imamo na področju dokumentalistike in posredovanja informacij, javnosti dela in dostopnosti baz podatkov, moramo poudariti:

- pomembnost sodelovanja v tujih bazah z domačimi periodikami

ICONDA (International Construction Data Base)

- * Ceste i mostovi
- * Čovjek i prostor
- * Drvna industrija
- * Gradbeni vestnik
- * Les
- * Gradjevinar
- * Tehnika
- * Arhitektov bilten
- * Sinteza

- pomembnost nabave kakovostnih tujih baz in njih procesiranje na domačih HOST sistemih, saj je poizvedovanje po tujih HOST-ih precej drago.

Uporabnikom nudimo samostojno ON LINE iskanje in s tem v zvezi vso ustrezno pomoč in izobraževanje, ker se zavedamo, da je tak način iskanja informacij najbolj kakovosten in učinkovit.

INFORMACIJE



BAZE PODATKOV V ON LINE DOSEGU

Naziv baze	Tip	Izvor	Področje
ICONDA	* bibl.	*** CIB mednarodna (ANGL)	gradbene konstrukcije arhitektura, standardi urbanizem ...
COMPENDEX	bibl.	ZDA (ANGL)	elektrotehnika, elektronika gradbeništvo rudarstvo metalurgija strojništvo fizika kemija
MONUDOC	** fakt.	ZRN (NEM)	varstvo in sanacija spomenikov in objektov
RSWB	bibl.	ZRN (NEM)	gradbeništvo arhitektura, ...
DIALEX	fakt.	ZRN	slovar nemščina-angleščina
SAIDC-GR	bibl.	domača (SL)	graditeljstvo
REGISTER DO	bibl./fakt.	domača (SL)	delovne organizacije Slovenija

BAZE PODATKOV NA CD ROM MEDIJU:

Naziv baze	Tip	Izvor	Področje
PERINORM (STANDARDI)	bibl./fakt.	European Community (BSI, AFNOR DIN) (večjezikovna) (ANGL, FR. NEM)	podatki o mednarodnih evropskih, angleških, nemških standardih in tehničnih regulativi
SCI Science Citation Index	bibl.	ZDA (ANGL)	baza referenc citiranih avtorjev iz pomembnih svetovnih revij
ENVIROMENT (INDOK)	bibl.	(ANGL)	zaščita okolja
SELECTED WATER RESOURCES ABSTRACT (INDOK)	bibl.	(ANGL)	vodni viri, distribucija in poraba vode iz vseh vidikov

* bibl. bibliografska baza
bibliografski podatki o dokumentu z izvlečkom vsebine – primarni dokument je treba še
pridobiti

** fakt. – faktografska baza
podane so rešitve in podatki, ki jih lahko takoj uporabimo kot primarni dokument

*** CIB – International Council for Building Research Studies and Documentation

V naslednjih prispevkih, ki jih bomo objavljali v rubriki Informacije CTK, bomo baze in njihovo uporabo natanč-

neje predstavili. Prav tako tudi druge načine sodobnega pretoka informacij in možnosti uporabe, ki jih nudi CTK.

LITERATURA

Kovačič Perc, C., Vovk Avšič, M.: Projekt specializiranega sistema za graditeljstvo in prostorsko planiranje, julij 1989, Ljubljana.



POROČILA 20

GV XXXX • 3-4-5-6

PARAMETRI, KI VPLIVAJO NA TRAJNOST TANKOSLOJNIH OMETOV NA TOPLLOTNOIZOLATIVNIH FASADNIH SISTEMIH

UDK 624.21:699.841

M. FISCHINGER, P. FAJFAR, L. BEVC

POVZETEK

Obravnavana je problematika potresovarnega projektiranja mostov. Najprej je podan pregled poškodb mostov med potresi v novejšem času, nato pa so opisani sodobni postopki projektiranja mostov ter stanje ustreznih predpisov in programske opreme v svetu in pri nas. V ilustracijo je prikazan primer seizmične analize viadukta Reber.

ASEISMIC DESIGN OF BRIDGES

SUMMARY

Some problems of the aseismic design of bridges are discussed. First, typical damage to bridges observed during recent earthquakes is analysed. Then, basic principles of modern aseismic design procedures are described, followed by a review of the relevant codes and computer software. As an illustration, the aseismic design procedure applied for the viaduct »Reber« is reviewed.

1. UVOD

Porušitvi dela Zalivskega mostu (Bay Bridge) in dvoetažnega viadukta Cypress na meddržavni cesti 880 v San Franciscu med zadnjim potresom Loma Prieta v Kaliforniji sta v svetu znova opozorili na problem potresovarne gradnje mostov. Medtem ko je popolna porušitev viadukta na dolžini, večji od enega kilometra, zahtevala največ žrtev med tem potresom, je porušitev kratkega odseka Zalivskega mostu sprva povzročila prometni kaos, kasneje pa v času enomesečne sanacije veliko gospodarsko škodo na širšem področju San Francisca.

Za nas v Sloveniji, ki smo v fazi izgradnje sodobnih prometnih povezav, je ta katastrofa opozorilo, da moramo posvetiti varnosti objektov na njih več pozornosti. Trenutno stanje na področju potresovarne gradnje mostov je namreč neustrezno. To najbolj ilustrira dejstvo, da je za gradnjo mostov načeloma še vedno v veljavi pravilnik iz leta 1964, v katerem je mostovom namenjena ena tretjina ene strani.

V okviru raziskave [1] in magistrske naloge [2] smo avtorji članka študirali sodobne principe potresovarne gradnje mostov, ki smo jih upoštevali pri projektiranju dveh večjih viaduktov (Reber in Mežaklja), ki jih na gradbiščih slovenskih avtocest gradi podjetje SCT iz Ljubljane. Na podlagi pridobljenih spoznanj in izkušenj je nastal ta članek, kjer obravnavamo naslednje teme: – opis poškodb mostov med potresi, – sodobne postopke projektiranja mostov, ki naj tovrstne poškodbe preprečijo (metoda varovalke in vgradnja naprav na absorpcijo energije), – problematiko

Avtorji:

Matej Fischinger, doc. dr., dipl. gradb. inž., Peter Fajfar, prof. dr., dipl. gradb. inž., FAGG VTOZD gradbeništvo in geodezija, Inštitut za konstrukcije, potresno inženirstvo in računalništvo, Lojze Bevc, mag., dipl. gradb. inž., ZRMK, Inštitut za konstrukcije, gradbeno fiziko in sanacije

predpisov za potresnovarno gradnjo mostov in – programsko opremo za račun mostov. V ilustracijo je prikazano potresnovarno projektiranje viadukta Reber. Tako predstavlja ta članek bistveno dopolnjen referat z 12. zborovna gradbenih konstruktorjev na Bledu [3].

2. POŠKODBE KONSTRUKCIJ MOSTOV MED POTRESI

2.1. Splošno

Na podlagi objav v literaturi smo pregledali značilne poškodbe in porušitve mostov v nekaterih močnejših potresih zadnjih 30 let (Niigata 1964, Aljaska 1964, San Fernando 1971, Furlanija 1976, Miyagi-ken-oki 1978, Loma Prieta 1989).

Najpogostejše oblike poškodb so bile:

- padec prekladne konstrukcije z ležišč,
- nagibanje, posedanje, zdrs, dvig ali prevrnitev podporne konstrukcije,
- poškodbe krajnih opornikov,
- neduktilna porušitev stebrov in
- neduktilna porušitev ležišč.

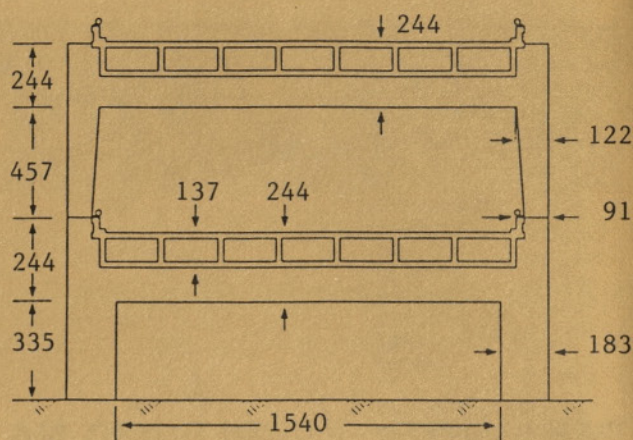
Vzroki so bili predvsem v:

- neustreznih računskih modelih, kjer je vsaka podpora obravnavana samostojno s koncentrirano maso na vrhu podpore,
- znatno premajhnih računskih pomikih, ki jih določimo z (reduciranimi) elastičnimi silami po predpisih,
- gradnji na slabem zemljišču, ki je bilo podvrženo utekočinjenju (likvefakciji),
- znatnih relativnih premikih temeljnih tal,
- neupoštevanju velikih dinamičnih pritiskov nasipov za krajnimi oporniki,
- premajhni količini stremen v stebrih,
- strižni porušitvi kratkih togih stebrov,
- neustreznem sidranju in preklapljanju (pogosto zelo močne) vzdolžne armature stebrov ter
- neduktilni izvedbi ležišč in sidrnih vijakov.

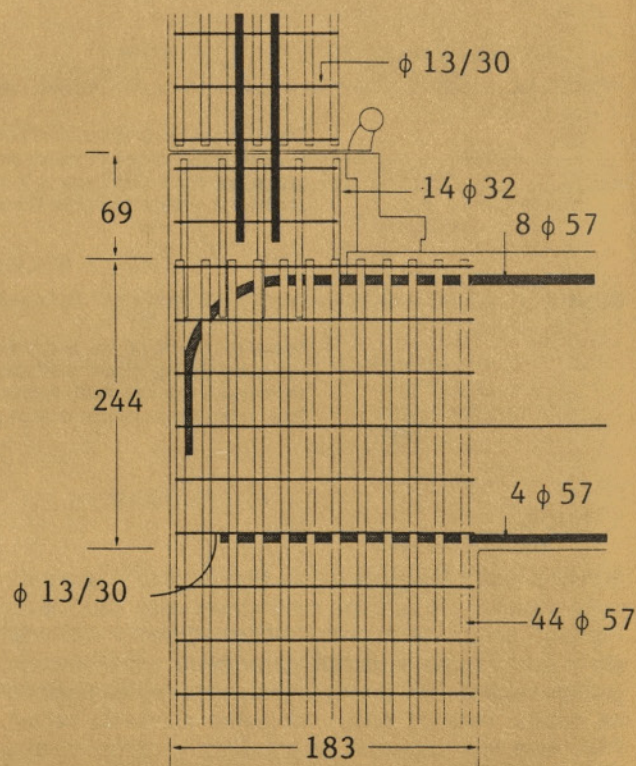
Poučno je predvsem to, da so bili vsi poškodovani mostovi praviloma računani v skladu s predpisi, ki so bili v veljavi do okoli leta 1970. Zelo značilna je na primer porušitev viadukta Cypress, ki jo podrobneje analiziramo v naslednjem razdelku.

2.2. Porušitev viadukta Cypress

Dvoetažni viadukt Cypress je na dolžini nekaj kilometrov nosil po štiri vozne pasove v vsaki etaži z dnevnim prehodom okoli 50.000 vozil. Tipična okvirna podpora je prikazana na sliki 1 [4]. Viadukt je bil zgrajen na mehkih naplavinah v letih 1954–57 po predpisih iz leta 1949. Računan je bil na seizmični koeficient 0.06 pri osnovni nihajni dobi v prečni smeri 0.40 s. Zaradi »poenostavitve« konstrukcijskega sistema so bili ob dnu stebrov zgornje etaže in priključkih stebrov na glave pilotov izvedeni členki, ki so nosili samo na strig. Členek in vozlišče med stebrom in prečnikom prve etaže sta prikazana na sliki 2.

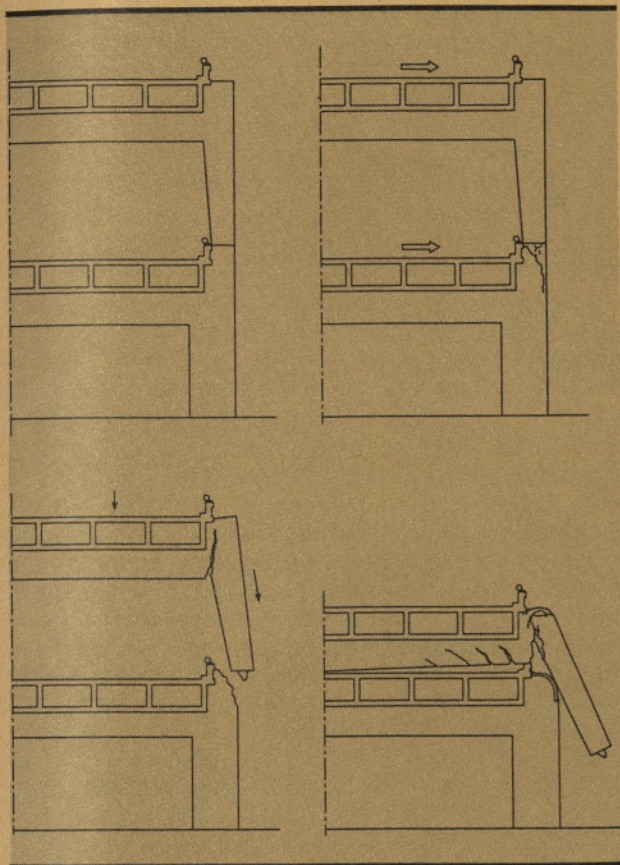


Slika 1. Značilna okvirna podpora viadukta Cypress (povzeto po [4])



Slika 2. Detajl vozlišča okvira s slike 1 (povzeto po [4])

Podrobne raziskave po potresu [4] so pokazale, da se je porušitev pričela na neustreznem detajlu sidranja negativne armature iz prečnika v coni zaključka nezakrivljene močne armature stebrov prve etaže. Po porušitvi vozlišča je členkasto oprta vrhnja etaža izgubila stabilnost in zgrmela na spodnjo (slika 3).



Slika 3. Faze porušitve podpore viadukta Cypress (povzeto po [4])

Ta porušitev je v mnogočem tipična. Viadukt je bil zgrajen po veljavnih predpisih iz 50/60-tih let, vendar je bil zanj izbran neduktilen konstrukcijski sistem. Kot so pokazale točnejše analize in eksperiment na neporušenem delu viadukta, je bila sicer dejanska horizontalna nosilnost okvirov v prečni smeri celo okoli 3-krat večja od računske. K temu so prispevali predvsem trije faktorji: močna armatura zaradi vertikalne obtežbe, konzervativne predpostavke pri dimenzioniranju in kakovost materiala, ki je bila znatno večja od specificirane. Vendar pa je dinamična analiza pokazala, da bi bila dejanska elastična obtežba med potresom Loma Prieta (ki za to področje sploh ni bil izjemno močan) vsaj 5–6-krat večja od računske nosilnosti in približno dvakrat večja od dejanske nosilnosti. Takšno dvakratno razliko bi sodobna duktilna konstrukcija zlahka prenesla, kar dokazujejo številni nepoškodovani moderni mostovi na tem področju. Za neduktilno konstrukcijo viadukta Cypress, ki ni bila sposobna preporazdelitve obremenitev, pa je bila usodna.

3. SODOBNI POSTOPKI PROJEKTIRANJA MOSTOV NA POTRESNO OBTEŽBO

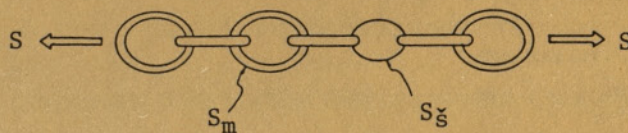
3.1. Velikost računskih potresnih sil

V preteklih letih smo že mnogokrat pokazali, da so računske potresne sile močno reducirane glede na potrebne sile, ki lahko nastopijo v elastični konstrukciji. Redukcijski faktorji (R) so izkustveno določeni tako, da elastični račun s silami po predpisih praviloma omogoča zadovoljivo obnašanje znanih konstrukcijskih sistemov med običajnimi potresi. Nazadnje smo v članku za Gradbeni vestnik [5] pokazali, da je dopustna redukcija potresnih sil enaka produktu faktorjev rezervne nosilnosti in duktilnosti konstrukcije. Pri tem je za projektiranje mostov pomembno predvsem dvoje:

- (a) Podpore mostov so pogostokrat statično določene konstrukcije (konzolni stebri). Zato je njihov faktor rezervne nosilnosti praviloma manjši kot pri večini konstrukcij v visoki gradnji.
- (b) Dejstvo, da so dejanski pomiki vsaj za redukcijski faktor R večji od računskih, je lahko usodno za padec prekladne konstrukcije.

3.2. Metoda varovalke

Metodo varovalke lahko nazorno razložimo, če si konstrukcijo zamislimo kot verigo [6] (slika 4).



Slika 4. Analogija med konstrukcijo in verigo

Sila v verigi je omejena z dejansko nosilnostjo najšibkejšega elementa

$$S < S_{dej, \text{š}}$$

Upoštevati moramo še, da je lahko dejanska nosilnost večja od računske

$$S_{dej, \text{š}} = \Phi S_{rač, \text{š}}; \quad \Phi > 1$$

Razlike med dejansko in računsko nosilnostjo prereza nastajajo zaradi zahtev ostalih obremenitev, rezerv v materialu, konzervativnih postopkov računa ter upoštevanja standardnih dimenzij in minimalne armature.

Če je elastična nosilnost ostalih, močnejših elementov večja od dejanske nosilnosti šibkega člena

$$S_{e, m} > S_{dej, \text{š}}$$

bodo neelastične deformacije (poškodbe) omejene samo na šibki člen, ki deluje kot varovalka. Pomembno je, da s to metodo projektiranja omejimo poškodbe samo na določena področja v konstrukciji (kot pravi T. Paulay: »Povemo konstrukciji, kako naj se obnaša«). Še pomembnejše pa je, da zunaj teh področij ne bo poškodb, tudi če bo velikost potresne obtežbe (ki je zelo nezanesljiv parameter) večja od pričakovane. Alternativno lahko zaradi ekonomskih razlogov dopustimo manjše, vendar kontrolirane poškodbe tudi zunaj področij varovalk.

Pri mostovih je tipična varovalka upogibni členek ob

vpetju stebra, tipične varovane komponente pa so ležišča, sidrni vijaki, obremenitev betona v strigu in temelji. Ker je konstrukcijski sistem mostov običajno relativno enostaven, je praviloma možno metodo varovalke zelo elegantno uporabiti. Metoda je podrobneje ilustrirana na primeru projektiranja viadukta Reber v zadnjem poglavju.

3.3. Seizmična izolacija in naprave za absorpcijo energije

Ena od pomembnih slabosti metode varovalke je v tem, da je tudi varovalka (ki se poškoduje) del konstrukcije. Zato je morda privlačnejša zamisel, da bi konstrukcijo izolirali od potresnih vplivov s pomočjo posebnih, zamenljivih naprav. Največ praktičnih aplikacij te zamisli je bilo izvedenih prav pri mostovih. Vendar pa je nasploh prenos te razmeroma stare zamisli v prakso zelo počasen. Do sedaj je namreč v svetu izoliranih vsega okoli 100 konstrukcij [7], in sicer daleč največ v Novi Zelandiji (37 mostov, 3 stavbe in 2 industrijski konstrukciji). Razvoj ovirajo predvsem naslednje težave:

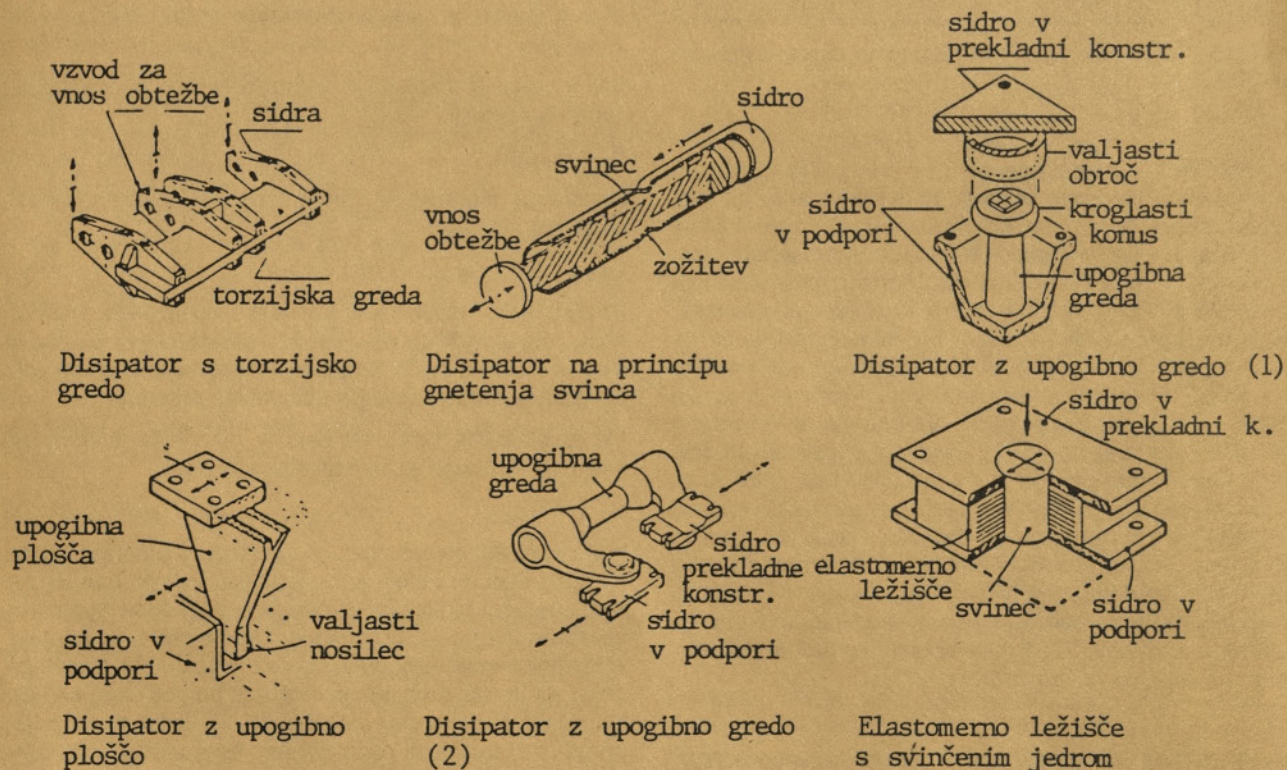
- naprave morajo zanesljivo delovati v dolgem časovnem obdobju nekaj desetletij;
- izolatorji ne smejo motiti normalnega obratovanja konstrukcij (npr. pri vetru);
- izolatorji ne smejo povzročiti prevelikih trajnih deformacij po potresu.

Pri tem je zanesljivost kake rešitve možno preveriti le z

obsežnim eksperimentalnim delom, in na osnovi izkušenj. Ustrezne deformacijske karakteristike lahko dosežemo s primernimi kombinacijami izolatorjev in absorberjev energije. Nekaj značilnih naprav, ki se uporabljajo pri gradnji mostov v Novi Zelandiji, prikazujemo na sliki 5 iz članka [7]. Pri vseh teh napravah povezuje konstrukcijo in podporo element z veliko sposobnostjo absorpcije energije (npr. svinčeno jedro ali pa element iz zelo duktilnega jekla), ki istočasno spremeni nihajno dobo konstrukcije tako, da je prenos vibracij prek izolatorja kar se da majhen.

4. PREDPISI ZA POTRESNOVARNO PROJEKTIRANJE MOSTOV

Intenziven razvoj potresnovarnega projektiranja mostov v svetu se je pričel po potresu v ZDA v San Fernandu februarja 1971. Na podlagi analize poškodb v tem potresu so nekatere države, kot so ZDA, Japonska in Nova Zelandija, pričele z obsežnimi raziskavami, katerih rezultat so sodobni predpisi [8, 9, 10]. Temeljne značilnosti, po katerih se ti predpisi ločijo od starejših, so predvsem naslednje: – zahtevnost analize in konstrukcijskih detajlov je odvisna od seizmičnosti cone in pomembnosti prometne povezave, – pri velikosti računskih potresnih sil je upoštevana specifičnost mostnih konstrukcij (praviloma so upoštewane manjše redukcije potresnih sil kot pri duktilnih konstrukcijah v visoki gradnji), – upošteva se interakcija konstrukcije in zemljine, – upošteva se dejanski pomiki



Slika 5. Naprave za seizmično izolacijo in absorpcijo energije (prirejeno po [7])

konstrukcije, – pri dimenzioniranju se uporablja metoda varovalke, – posebna pozornost je posvečena detajlom, kot so na primer ustrezno dolge ležiščne police, pridrževalci prekladne konstrukcije in gosta stremenska armatura ob vpetju stebrov.

V Jugoslaviji praktično nimamo izkušenj z obnašanjem sodobnih mostov med močnimi potresi. To je eden bistvenih razlogov, da imamo uradno veljavne predpise za gradnjo mostov na seizmičnih področjih iz leta 1964, ki ne upoštevajo večine prej navedenih principov. Sodobnejši Pravilnik o tehničnih normativih za projektiranje in preračun inženjerskih objektov je bil sicer sprejet že leta 1985, pa vendar še zdaj ni objavljen v Uradnem listu. Kljub temu ga nekateri projektanti uporabljajo v praksi. Glede na današnje poznavanje problematike je tudi ta pravilnik v nekaterih pogledih neustrezen, predvsem pa ni dovolj testiran v praksi. Njegova bistvena značilnost je ta, da deli mostove v dve kategoriji, in sicer na:

- mostove zunaj kategorije (mostovi ali viadukti z razpetino, ki je večja ali enaka kot 50 m ali višino podpornih stebrov, ki je večja ali enaka kot 30 m),
- ostale mostove.

Za mostove zunaj kategorije se zahteva dinamična analiza časovnega odziva na projektni in maksimalni potres, ki posredno zahteva podrobnejše preiskave geotehničnih značilnosti in seizmičnosti lokacije mostu ter neelastični račun odziva na maksimalni potres.

5. PROGRAMSKA OPREMA ZA RAČUN MOSTOV

V naši projektantski praksi se za račun mostov uporabljajo predvsem splošni programi, ki omogočajo dinamično analizo konstrukcij. To so običajno SAP-84, FLASH ali kombinacija programov EAVEK in OKVIR. Vendar pa je modeliranje zahtevnejših mostnih konstrukcij s splošnimi programi zamudno. Zato je bil v Kaliforniji za projektantsko prakso razvit specializiran program SEISAB (SEISmic Analysis of Bridges) [11, 12]. To programsko orodje omogoča elastično analizo podporne konstrukcije viaduktov in mostov pri potresni obtežbi v skladu z najnovejšimi spoznanji in priporočili (npr. AASHTO [8]). Pomembna prednost tega programa je v tem, da sam zgenerira prostorski računski model na podlagi podatkov iz zakoličbenega načrta ter podanih karakteristik podporne in prekladne konstrukcije. Z dopolnili, ki so bila narejana v IKPIR-u, omogoča program statično analizo podporne konstrukcije zaradi lastne, stalne in prometne obtežbe ter dinamično analizo z eno od navedenih metod: (i) postopek

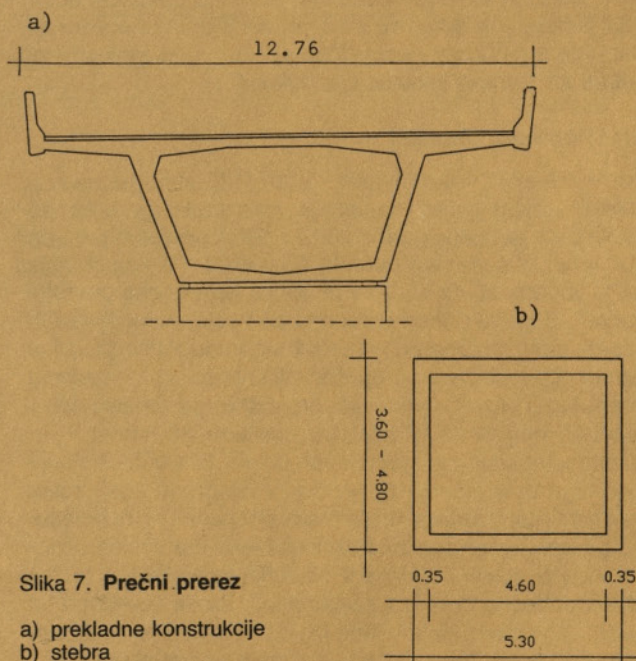
s prevedbo na eno prostorsko stopnjo, (ii) modalno analizo s spektri odziva, (iii) modalno analizo s spektri odziva z nekonstantnim dušenjem in (iv) račun časovnega odziva pri podanem akceleroogramu temeljnih tal. Pri tem je možno upoštevati predpise, ki se uporabljajo na področju Slovenije.

Specializirani programi za neelastično dinamično analizo mostov so še v razvoju (npr. posebna verzija programa SEISAB). Zato je trenutno praktično možna le preveritev kritičnih delov mostnih konstrukcij s splošnimi programi za račun neelastičnega odziva (npr. DRAIN-2D).

6. PRIMER – POTRESNOVARNO PROJEKTIRANJE VIADUKTA REBER

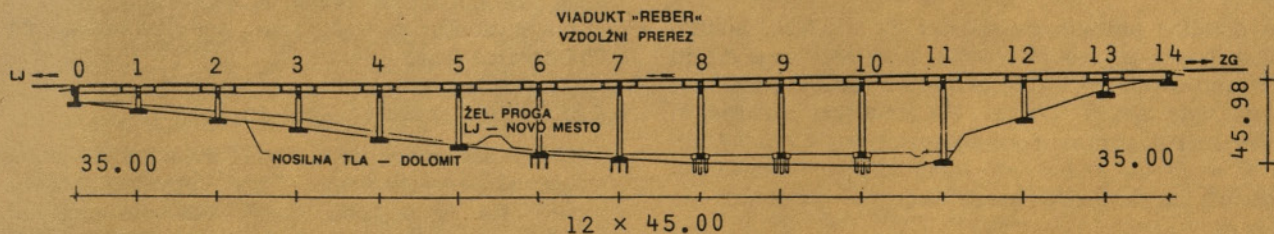
6.1. Opis konstrukcije

Viadukt, ki ga na odseku avtoceste Malence–Šmarje Sap gradi podjetje SCT iz Ljubljane, je sestavljen iz dveh nepovezanih vzporednih delov. Vsak del ima po 14 razponov, večinoma z razpetino 45 m (slika 6). Neprekinjena prekladna konstrukcija (slika 7a) leži na dveh krajnih opornikih in na po 13 armiranobetonskih stebrih.



Slika 7. Prečni prerez

- a) prekladne konstrukcije
- b) stebra



Slika 6. Vzdolžni prerez viadukta Reber (Skupnost za ceste Slovenije – Cestni inženiring)

Stebri so škatlastega prereza (slika 7b) z debelino stene 35 cm in se v vzdolžni smeri proti vrhu ožajo z naklonom 1 : 50. Nekaj stebrov v srednjem delu viadukta je temeljenih na pilotih. Zasnova konstrukcije je takšna, da se potresna obtežba v prečni smeri prenaša prek vseh stebrov in obeh opornikov, medtem ko se celotna horizontalna obtežba v vzdolžni smeri prenaša na po tri stebre v oseh 6, 7 in 8. Viadukt uvrščamo zaradi velikosti in pomembnosti prometne povezave med objekte posebnega pomena (zunaj kategorije), za katere je potrebna skrbnejša analiza (npr. račun neelastičnega časovnega odziva).

Vendar pa je večina opisanih postopkov (predvsem metoda varovalke) smiselna pri projektiranju slehernega mostu.

6.2. Postopek projektiranja

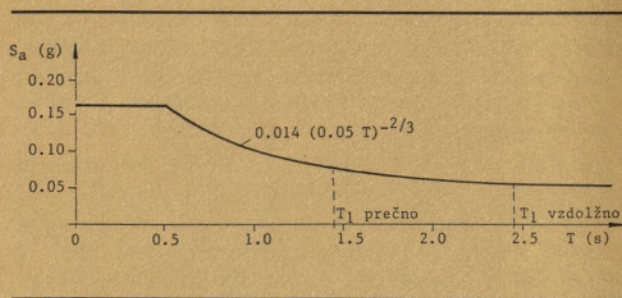
Na podlagi izbrane potresne obtežbe (razdelek 6.3) smo s programom SEISAB izračunali konstrukcijo na vertikalno statično obtežbo, s spektrom odziva in pri obremenitvi z akcelrogramom potresa (razdelek 6.4). Nato smo preverili upogibno armaturo in duktilnost stebrov (razdelek 6.5) ter po metodi varovalke določili strig v stebrih ter obremenitve ležišč in temeljev (razdelek 6.6). Po dokončni določitvi dimenzij in amature smo preverili potresno varnost viadukta z računom neelastičnega odziva na maksimalni potres za izbrano lokacijo (razdelek 6.7)

6.3. Potresna obtežba

Po najnovejših seizmoloških kartah [13] lahko na lokaciji objekta pričakujemo naslednje intenzitete potresa po MSK: VII s povratno periodo 50 let, VIII s povratno periodo 100 let in IX s povratno periodo 10.000 let. Pri tem obstaja 63 % verjetnost, da se bo v obdobju, ki je enako povratni periodi, dogodil potres določene ali večje intenzitete. Ob upoštevanju teh podatkov in možnega neugodnega vpliva topografije lokacije smo upoštevali kot projektno vrednost intenziteto IX in upoštevali projektne parametre blizu spodnjih mej za to intenziteto: maksimalno hitrost $v_g = 30$ cm/s, maksimalni pomik tal $d_g = 10$ cm in trajanje močnega dela nihanja $t_D = 15$ s (v nasprotju s pogostim zmotnim prepričanjem maksimalni pospešek tal ni odločilni parameter za konstrukcije z visokimi osnovnimi periodami). Po splošno priznani filozofiji projektiranja bo izbrana potresna obtežba zagotavljala, da se objekt ne bo porušil pri potresu intenzitete IX, da bo nekoliko poškodovan pri potresu intenzitete VIII in da bo ostal nepoškodovan pri potresu intenzitete VII, ki ga z veliko verjetnostjo pričakujemo v življenjski dobi objekta.

Pri določitvi projektne spektra za elastično analizo (slika 8) smo upoštevali novejša spoznanja na področju potresnovarnega projektiranja mostov, različna priporočila in rezultate lastnih raziskav. Pri ameriških predpisih in naših raziskavah smo upoštevali faktor redukcije potresnih sil $R = 3$, kar je bistveno manj (objekt na konzolnih stebrih!) kot za duktilne konstrukcije v visoki gradnji (do $R = 8$).

Za izračun časovnega poteka odziva smo izbrali akcele-



Slika 8. Projektni spekter za elastično analizo

rogram Ulcinj – hotel Albatros – komponenta E – W, katerega karakteristike gibanja tal se dobro ujemajo s projektnimi parametri, ki smo jih izbrali za lokacijo viadukta Reber. Poudarimo, da smo kot osnovo računa izbrali analizo s spektrom odziva, račun dinamičnega odziva pa je rabil le kot kontrola. V nasprotnem primeru bi morali na podlagi podrobnejših geotektonskih, seizmoloških in geomehanskih študij zgenerirati večje število akcelrogramov za dano lokacijo.

6.4. Rezultati elastične analize s programom SEISAB

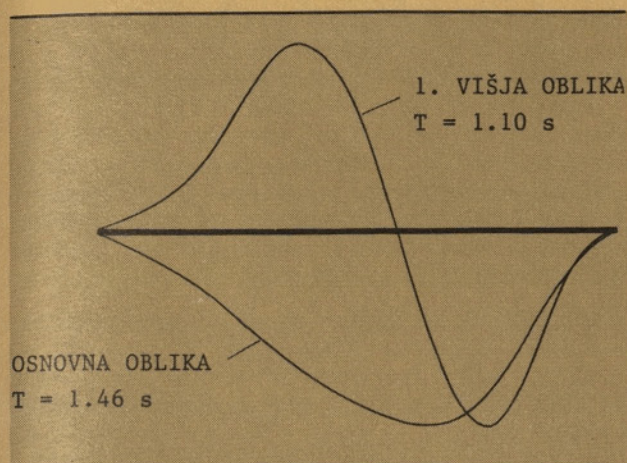
Upoštevali smo prostorski model kontinuirne prekladne konstrukcije, ki je členkasto povezana s podpornimi konzolnimi stebri. Povezave so bile nepomične v skladu z opisom konstrukcije v razdelku 6.1. Prekladna konstrukcija je v vzdolžni smeri praktično toga, v prečni smeri pa njeno podajnost določa upogibni vztrajnostni moment škatlastega prereza. Stebre podporne konstrukcije smo podali z odsekoma s konstantnimi karakteristikami. Pilote smo modelirali z elastičnimi vzmetmi. Karakteristike vzmeti so bile določene s programom OKVIR na ravninskih modelih pilotov z bočnimi nihalkami, ki simulirajo vpliv zemljine. Zaradi nezanesljivih podatkov smo upoštevali več variant z različnimi karakteristikami zemljine. Zaradi velikega obsega rezultatov omenjamo samo nekaj pomembnih ugotovitev. V nadaljevanju se bomo omejili le na desno polovico viadukta in posebej na kritični steber v osi 6.

6.4.1. Lastno nihanje

Program je določil nihajne čase in oblike za 20 načinov nihanja. Tako veliko število nihajnih oblik smo upoštevali zato, da bi zajeli lokalne vplive nihanja posameznih mas stebrov. Osnovni nihajni čas za nihanje v vzdolžni smeri je 2.46 s, prvi dve obliki nihanja v prečni smeri s pripadajočima nihajnima časoma pa sta prikazani na sliki 9. Za izbrani projektni spekter pripadata osnovnima nihajnima časoma v vzdolžni in prečni smeri potresna koeficienta 0.057 oziroma 0.081.

6.4.2. Račun s spektrom – pomiki

Izračunani maksimalni pomik v vzdolžni smeri je 8,8 cm, v prečni smeri v osi 9 pa 5,7 cm. Velikokrat smo že poudarili, da je dejanski pomik bistveno večji od ekvivalentnega računskega pomika, določenega z reduciranim elastičnim spektrom v predpisih. Faktor povečanja



Slika 9. Prvi dve obliki nihanja v prečni smeri

je približno enak faktorju redukcije potresnih sil (v našem primeru $R = 3$). Na podlagi rezultatov lastnih raziskav, ki temeljijo na statistični študiji neelastičnega odziva konstrukcij z eno prostostno stopnjo na okoli 50 značilnih akcelerogramov, smo predvideli dejanski pomik v vzdolžni smeri 22 cm. Podoben rezultat smo dobili tudi z neelastično dinamično analizo (razdelek 6.7).

6.4.3. Račun s spektrom - obremenitve

Na velikost potresnih obremenitev v **prečni smeri** sta pomembno vplivala togost (oziroma podajnost) prekladne konstrukcije in prostorski efekt zaradi ukrivljenosti mostu v tlorisu (večina stebrov stoji nekoliko poševno na smer obrežbe).

S skrbno izbiro geometrije treh stebrov, ki nosijo potresno obtežbo v **vzdolžni smeri**, smo dosegli zelo enakomerno razdelitev obtežbe na te tri stebre (razlike med prečnimi silami so manj kot 10 odstotkov). Opozarjamo, da so testni računi pokazali, da so že majhne razlike v višini stebrov povzročile preobremenitve kritičnih krajših stebrov. Podobno velja za različne pogoje temeljenja.

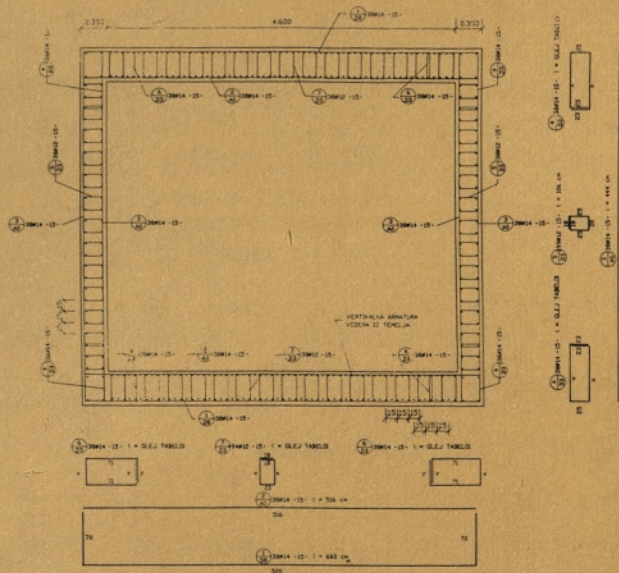
Računske obremenitve (osna sila N , prečna sila Q in upogibni moment M) za prerez ob glavi temelja kritičnega stebra (os 6 desno) za obtežno kombinacijo stalna obtežba + $1.0 \times$ potres v obravnavani smeri + $0.3 \times$ potres v pravokotni smeri (ki jo zahtevajo ameriška priporočila) so podane v preglednici 1.

6.4.4. Račun elastičnega časovnega odziva

Računali smo odziv konstrukcije pri obremenitvi z akcelerogramom potresa, ki je bil registriran v Ulcinju med potresom v Črni gori. Tak račun pokaže natančnejši vpliv kombinacije različnih nihajnih oblik kot metoda s spektri. Ker je bila upoštevana nereducirana obtežba, so bile obremenitve (in pomiki) v vzdolžni smeri 2-krat večje kot pri računu z reduciranimi spektri in v prečni smeri okrog 4-krat večje. Ta razlika nakazuje zmerno plastifikacijo podpornega sistema, ki smo jo podrobneje analizirali z računom neelastičnega odziva.

6.5. Upogibna armatura in duktilnost stebrov

Predvidene dimenzije in armatura ob vpetju značilnega stebra, ki nosi potresno obtežbo v vzdolžni smeri, je prikazana na sliki 10. Ker se debelina sten, ki ležita pravokotno na os mostu, od vpetja navzgor oži, je dolžina stremen v območju razširitve spremenljiva. Zato je bilo postavljanje armature dokaj zapleteno in so se sekundarna stremena znotraj stremen v vogalih izvedla z »U« železi. Pri tem je pomembno, da smo v skladu z metodo varovalke (glej razdelek 6.6) izbrali neelastične raztezke upogibne armature ob vpetju stebrov za glavni vir disipacije energije med močnim potresom. Zato mora biti upogibno obnašanje stebra dovolj duktilno. To je doseženo z naslednjim: (i) z zmanjšanjem tlačnih obremenitev betona: – izbrani prerez nudi relativno veliko tlačno cono, – na podlagi preliminarne analize smo še povečali debelino stene ob vpetju (pravokotno na smer obtežbe) s 35 na 45 cm, – računski nivo tlačnih napetosti je dokaj nizek (2.7 MPa, kar je manj kot desetina marke betona), – z upogibno armaturo v tlačni coni, (ii) z gostimi zaprtimi stremenji, ki povečujejo duktilnost in nosilnost betona v kritični coni.



Slika 10. Armatura stebra, ki nosi potresno obtežbo v vzdolžni smeri (iz projekta SCT)

Preveritev izbrane vzdolžne armature je izvedena z interakcijskima diagramoma na sliki 11. S faktorjem 0.9 (glej preglednico 1) pri osni sili smo približno upoštevali vpliv vertikalnih pospeškov, faktor 1.3 pri momentu pa smo privzeli po naših predpisih.

Upošteva se zahtevo nemškega partnerja (projektanta prekladne konstrukcije) je bila upogibna armatura enakomerno razporejena po obodu. Izbrana armatura ravno zadošča za prevzem obremenitev v vzdolžni smeri. S tem je obremenitev temeljev in ležišč, določena po metodi varovalke, najmanjša možna. Nosilnost v prečni smeri je bistveno večja od potrebne, kar pa s stališča potresne varnosti ni nujno ugodno (glej naslednji razdelek). Kasneje v izvedbenem načrtu je bil v dogovoru z nemškim partnerjem razpored armature po prerezu nekoliko korigiran.

S konzervativno predpostavko, da je mejna tlačna deformacija v betonu 3,5 promila, smo za kritični prerez določili faktor duktilnosti 12, kar ustreza duktilnosti obravnavanega viadukta med 3 in 4. To je nekaj več od duktilnosti, ki je bila predpostavljena pri redukciji obtežbe v projektnem spektru in tudi več od duktilnosti, ki je zahtevana pri neelastičnem odzivu (razdelek 6.7).

6.6. Račun obremenitev manj duktilnih komponent po metodi varovalke

Postopek ilustrirajmo z računom prečne sile v stebru in ležiščih. Mejna prečna sila, ki lahko nastopi v kritičnem stebru, je lahko največ

$$Q_{\text{mej}} = (1/32.75) \times 269 = 8.21 \text{ MN, kjer je}$$

32.75 m višina stebra in

269 MNm verjetna vrednost za dejansko maksimalno upogibno nosilnost ob vpetju ($1.0 \times 1.25 \times 215$).

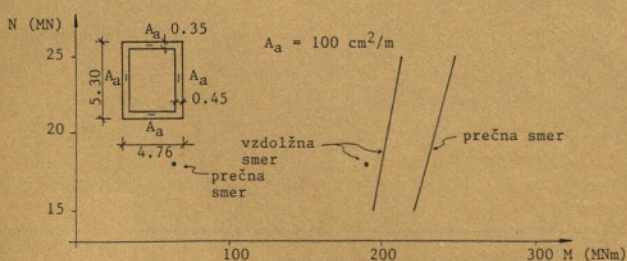
1.0 je približno razmerje med dejansko položeno in računsko potrebno armaturo,

1.25 je privzeto verjetno razmerje med dejansko rušno nosilnostjo armature in njeno mejo elastičnosti,

215 MNm je računski mejni moment pri maksimalni računski osni sili 1.3×20 (glej interakcijski diagram na sliki 11),

1.3 je koeficient iz predpisov za metodo mejnih stanj,

20 MN je računska osna sila.



Slika 11. Preveritev izbrane upogibne armature z interakcijskimi diagrami

Tako določena prečna sila je precej (1.91-krat) večja od računске (4.3 MN). Princip metode varovalke je očiten in enostaven. Prečna sila v stebru in ležišču z veliko verjetnostjo ne more preseči vrednosti 8.21 MN, ker tega omejena upogibna nosilnost ob vpetju (varovalka) ne dopušča. Posebno pomembno je, da to velja za poljubno velikost potresne obtežbe, ki jo je nasploh težko zanesljivo določiti! Zavedati pa se moramo, da sedaj dovoljeno velikost potresne obtežbe določa duktilnost varovalke (razdelek 6.5).

Mejna obremenitev, ki jo določimo z metodo varovalke, je navzgor omejena z obremenitvijo, ki bi nastopila pri elastičnem odzivu (brez disipacije energije). Ta je približno za faktor redukcije potresnih sil (v našem primeru $R = 3$) večja od računске. Ta kriterij je odločilen pri dimenzioniranju stebra v prečni smeri, kjer je dejanska armatura bistveno večja od računsko potrebne. Zato bi bila v tej smeri mejna sila, določena po metodi varovalke (9.6 MN), kar 6.4-krat večja od računске ($Q_{\text{rač}}$).

Zaradi ekonomskih razlogov lahko metodo varovalke modificiramo tako, da dopustimo manjše poškodbe tudi v varovanih komponentah. Pri stebrih viadukta Reber smo na primer upoštevali faktor duktilnosti za strig 1.5 in tako določili mejno prečno silo v prečni smeri stebra

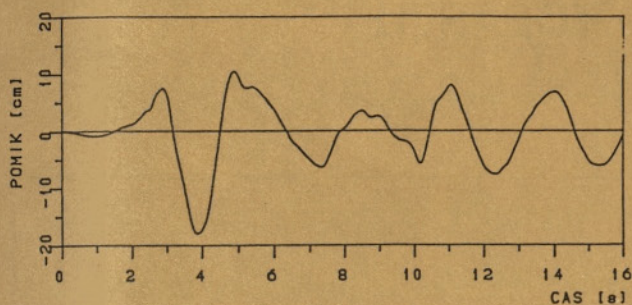
$$Q_{\text{mej}} = (R/1.5) \times Q_{\text{rač}} = 2.0 Q_{\text{rač}}$$

Tudi temelje in pilote smo preverili na maksimalne sile, ki se lahko prenašajo iz stebra na podporni sistem. Pri tem smo naleteli na težave, ki so značilne za uvajanje metode varovalke. Mejne obremenitve je namreč potrebno primerjati z mejnimi nosilnostmi, projektanti pa so imeli sprva na razpolago le podatke o dopustnih napetostih v tleh.

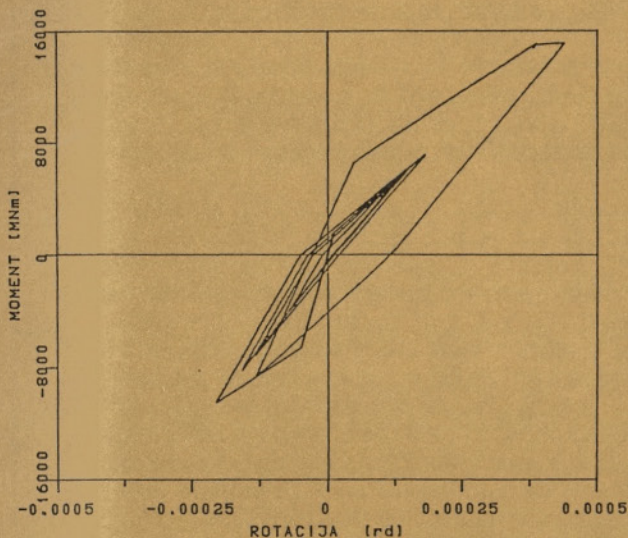
Nasploh smiselna uporaba metode varovalke, kljub večjim računskim silam, pogosto vodi do prihrankov, saj je mejna obremenitev tako zanesljivo določena, da veliki varnostni faktorji niso več potrebni.

6.7. Račun neelastičnega odziva

S splošnim programom za neelastično dinamično analizo ravninskih okvirov **DRAIN-2D** smo računali odziv na potres v Ulcinju v kritični vzdolžni smeri. Za zadovoljivo natančen poenostavljen računski model smo izbrali povprečni steber s tretjino mase prekladne konstrukcije na vrhu. Od rezultatov prikazujemo časovni potek pomika na vrhu viadukta (slika 12) in histerezo upogibni moment – rotacija ob vpetju stebra (slika 13). Ugotovimo lahko, da bi bili pri izbranem potresu dejanski pomiki na vrhu viadukta blizu 20 cm, da bi stebri ob vpetju v pilotno glavo razpokali in da bi v armaturi nastopila rahla plastifikacija. Vendar je predvidena stopnja plastifikacije majhna v primerjavi s sposobnostjo plastičnega deformiranja stebra (razdelek 6.5).



Slika 12. Časovni potek pomika na vrhu viadukta pri obtežbi Ulcinj/Albatros E-W



7. SKLEP

V času gradnje sodobnih prometnic v Sloveniji moramo posvetiti potresni varnosti cestnih in železniških objektov več pozornosti. Trenutno stanje na področju potresno-varne gradnje mostov je namreč neustrezno. V uradno še vedno veljavnih predpisih iz leta 1964 je mostovom namenjena ena tretjina ene strani, z obnašanjem sodobnih mostov med močnimi potresi pa tudi nimamo izkušenj. Pri dosednji praksi projektiranja je kritično predvsem naslednje: (i) izbira velikosti potresne obtežbe, ki ne upošteva specifične mostnih konstrukcij, (ii) bistveno premajhna ocena za dejanske pomike, (iii) premajhna duktilnost na nekaterih kritičnih mestih, kot so vpetje stebra, preklopi armature in ležišča.

Velik razkorak med sodobnimi spoznanji o potresnovarni gradnji mostov in neustrezno regulativo ter ustaljeno prakso pri nas močno otežkoča projektantu mostu odgovorno delo. Projektiranje viadukta Reber pa je po našem mnenju uspešen primer, ki je dokazal, da je možno z zmernimi dodatnimi napori in stroški upoštevati vse sodobne principe potresnovarne gradnje mostov in s tem bistveno povečati potresno varnost objekta.

Slika 13. Histereza ob vpetju stebra pri obtežbi Ulcinj/Albatros E-W

LITERATURA

1. P. Fajfar et al, Potresno varno projektiranje mostov. Poročilo v okviru skupnega razvojnega projekta »Izgradnja premostitvenih objektov na avtocestah in hitri železnici v Sloveniji«, IKPIR FAGG, Ljubljana (1989).
2. L. Bevc, Seizmična analiza mostov s programom SEISAB. Magistrska naloga na FAGG (1990).
3. M. Fischinger, P. Fajfar, L. Bevc, Potresnovarno projektiranje viadukta Reber, 12. zborovanje gradbenih konstruktorjev Slovenije, Bled, Zbornik del, str. 51–58 (1990).
4. »Competing Against Time«, Report to Governor George Deukmejian from the Governor's Board of Inquiry on the 1989 Loma Prieta Earthquake, State of California, Office of Planning and Research (1990).
5. M. Fischinger, P. Fajfar, O potresnih silah v predpisih, Poročila FAGG, Gradbeni vestnik 38, 11–12, str. 334–338 (1989).
6. T. Paulay, Seismic Design in Reinforced Concrete – The State-of-the-art in New Zealand, 9. svetovna konferenca o potresnem inženirstvu, Tokyo-Kyoto, 1988, Zbornik del, Vol. 8, str. 687–692 (1989).
7. I. G. Buckle, R. L. Mayes, Seismic Isolation: History, Application, and Performance – A World View, Earthquake Spectra, Vol. 6, No. 2, pp. 161–201 (1990).
8. Guide Specifications for Seismic Design of Bridges, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) (1983).
9. Earthquake Resistant Design for Civil Engineering Structures in Japan, Earthquake Engineering Committee, The Japan Society of Civil Engineers (1988).
10. New Zealand National Roads Board Bridge Manual, NRB (1989).
11. SEISAB-I User Manual, Engineering Computer Corporation, Sacramento, California (1984).
12. L. Bevc, Analiza mostov pri potresni obtežbi s programom SEISAB, zbornik 4. seminarja »Računalnik v potresnem inženirstvu«, str. 124–129 (1988).
13. Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o tehničnih normativih za graditev objektov visoke gradnje na seizmičnih območjih, Uradni list SFRJ 52/90.

Zahvala

Članek je nastal na temelju raziskav, ki jih financira RSRDT, in projektov za podjetje SCT iz Ljubljane.

Dr. JOŽETU KOLARJU

Prostor v katerem živimo, terja določeno opremo in ureditev brez katere bi življenje v njem kmalu postalo nevzdržno. Ena od teh pomembnih dejavnosti je zbiranje in odvod ter čiščenje odpadnih voda. In prav temu je bil predan z dušo in telesom dr. Jože Kolar, diplomirani inženir gradbeništva in redni profesor za področje kanalizacije in čiščenje odpadnih voda na Fakulteti za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo. Temu delu se je zapisal že v času študija na gradbeni univerzi, ko je v vodogradbenem laboratoriju opravljal raziskave in spoznaval zakonitosti vode in tekočin. Že med študijem se je zaposlil pri takratni Mestni kanalizaciji, kjer je služboval do upokojitve.

Opravljal je vse vrste dela. Bil je vodja gradbišča, projektant, tehnični direktor, direktor in svetovalec. Pomembnejša naloga v začetku službovanja je bila organizacija projektivnega oddelka, ki je bil kmalu nato znan tudi v Sloveniji, saj so bile rešitve in metode uporabljive tudi v drugih mestih. Izmed pomembnejših projektov so »Program dolgoročnega razvoja kanalizacije Ljubljane« in »Izgradnja temeljnih zbiralnikov A in B ob Ljubljanici«, projektne rešitve instalacijskih kolektorjev v Ljubljani, študija in idejni projekt urejanja kanalizacije mesta Tunis in okoliških naselij ter asanacije Tuniškega jezera kot protipredlog k rešitvam francoskih in holandskih projektivnih organizacij. Celotna investicija je bila ocenjena na 40 milijonov dolarjev, dokumentacijo pa je pregledala komisija strokovnjakov in izvedencev francoskega ministrstva. Delo je bilo pozitivno ocenjeno in je služilo za nadaljnje projektiranje in sanacijo. Znana je tudi originalna rešitev dispozicije odpadne vode iz farme bekonov za potrebe farme Writzen (DDR), kateri je sledil projekt izvedbe kanalizacije vključno s transportom in predelavo blata za največjo evropsko farmo bekonov v Eberswaldu.

Pri raziskovalnem delu so naloge in dosežki izhodišča za nadaljnja dela. Naslovi – »Metode ekonomskega in tehničnega vrednotenja naprav in sistemov sanitarne hidrotehnikе«, »Preizkus metod za hidravlični preračun padavinskega odtoka upošteva je merske podatke padavin in pretoka na izbranem mestu sklenjenega področja ljubljanske kanalizacije« – kažejo tenkočutnost in zahtevnost znanja reševalca naloge, za katere se je odločal brez oklevanja.

V svojem krogu sodelavcev je vzgajal stroki predane izvajalce in kmalu kot pedagog postal izredni profesor univerze za kanalizacijo in čiščenje odpadnih vod. Po uspešni doktorski disertaciji »Optimizacija razvejanosti kanalske mreže na idealizirani površini« je bil izvoljen za rednega profesorja. Napisal je vrsto knjig oziroma strokovnih priročnikov in je v slovenščini izšlo več njegovih del. Najbolj znana je knjiga z naslovom »Odvod odpadnih vod iz naselij in zaščita voda«, katero uporabljajo tako študentje pri študiju, kot projektanti in izvajalci pri izgradnji kanalizacij in objektov za čiščenje odpadnih voda.

Umril je sredi največjega razmaha svojega ustvarjanja. V izgradnji je Centralna čistilna naprava za odpadne vode v Ljubljani. To je objekt, za katerega je bilo potrebno vložiti več kot človeške napore, da je bil začet in postavljeni temelji za nadaljnjo izgradnjo. Pri tem pa je omahnil njegov duhovni oče in nosilec idej za načrtovanje, finansiranje in izgradnjo.

Njegovo odsotnost bomo v celoti občutili kasneje, danes nam manjka kot kamenček v mozaiku, ker brez njega ne moremo zaključiti pričeta dela.

TOMO ZEVIK

PARAMETRI, KI VPLIVAJO NA TRAJNOST TANKOSLOJNIH OMETOV NA TOLOTNOIZOLATIVNIH FASADNIH SISTEMIH

UDK 699.86:692.29

MATJAŽ MAKAROVIČ, MAG. VERA APIH

POVZETEK

V referatu je prikazana problematika toplotno izoliranih fasadnih oblog z vidika možnosti nastajanja poškodb. Podrobneje so obdelana napetostna stanja v zaključnih slojih zaradi delovanja temperaturnih razlik.

PARAMETERS AFFECTING LONGTERM SERVICE OF THIN LAYER MORTARS OF FACADE THERMALINSUALATION SYSTEMS

SUMMARY

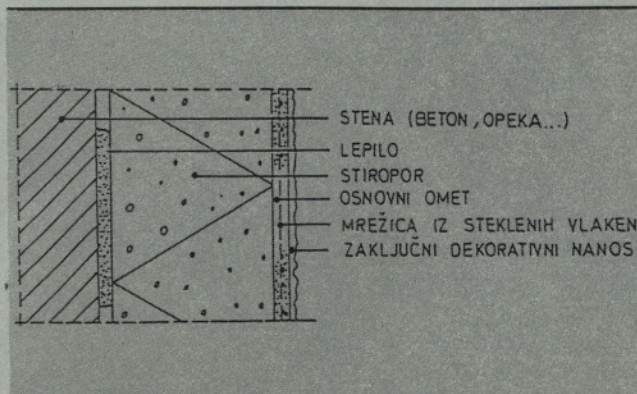
In the study problems connected with the occurrence of damages on thermal insulating linings of exterior walls are presented. Stress situations appearing in final layers because of temperature effects are studied into detail.

1.0 UVOD

Težnja po racionalni rabi toplotne energije je povzročila tudi številne ukrepe za njeno varčevanje pri ogrevanju zgradb. Eden od ukrepov je zmanjševanje toplotnih izgub s toplotnoizolativnimi fasadnimi oblogami na bazi ekspandiranega polistirena. Pri tem sistemu so plošče toplotne izolacije prilepljene na zunanje stene in površinsko zaščitene z osnovnim armiranim ometom in dekorativnim slojem (skica 1).

Avtorja:

Matjaž Makarovič, dipl. inž. kem., samostoj. raziskov.
mag. Vera Apih, razisk. svetnik



Skica 1

Na takih sistemih, ki se pri nas uporabljajo že okrog 20 let, ugotavljamo čedalje več poškodb. Vzroke zanje lahko razdelimo v dve glavni skupini:

1. poškodbe, ki nastajajo zaradi nestrokovnega in malomarnega dela;
2. poškodbe, ki nastajajo zaradi neustreznih lastnosti vgrajenih materialov.

Poškodbam iz prve skupine se lahko izognemo s kakovostnim delom in spoštovanjem navodil proizvajalcev sistemov. Da pa bi se izognili poškodbam, ki so posledica neustreznih materialov, moramo čim natančneje poznati dogajanja v zaključnih slojih in na podlagi teh spoznanj izdelati materiale s takimi lastnostmi, da bo fasadna obloga sposobna prenesti razmeroma velike obremenitve pri uporabi (vplivi temperature in vlage).

Toplotnoizolativni fasadni sistemi in materiali, iz katerih so ti sistemi izdelani, so bili v svetu in pri nas razviti predvsem na podlagi opazovanja s preizkušanjem razvitih formulacij in ne na podlagi predhodno preštudiranih in definiranih dogajanj v takih sistemih. Zaradi izkustvenega formuliranja so bile tudi preiskane uporabnostne lastnosti sistemov – odpornost na mehanske obremenitve (udarce, vtiskovanja itd.), prepustnost za vodno paro, odpornost proti posameznim vremenskim vplivom. Niso pa bile izmerjene tiste lastnosti, ki so po novejših raziskavah ključne: temperaturni razteznostni koeficient, elastični modul, natezna trdnost.

2.0 NAPETOSTNA DOGAJANJA V TOPLOTNO IZOLIRANIH FASADNIH OBLOGAH, KJER JE KOT TOPLOTNA IZOLACIJA UPORABLJEN PENJENI POLISTIREN

Ometi, nanešeni na toplotni izolaciji, so bistveno bolj obremenjeni kot ometi na klasičnih zidovih brez toplotne izolacije.

Celotne napetosti v zunanjih ometih lahko razdelimo v tri glavne skupine:

2.1 Napetosti zaradi lastnega delovanja vgrajenih materialov

V to skupino prištevamo napetosti, ki se pojavijo v ometu zaradi krčenja penjenega polistirena, kar je posledica dimenzijske stabilizacije novoprodučenih plošč. Računa se, da se penjeni polistiren dimenzijsko zadostno stabilizira v približno treh mesecih po proizvodnji in razrezu blokov v plošče. Dokončno pa se dimenzijsko stabilizira šele po enem letu oz. treh letih. Če bloki niso razrezani, se čas stabilizacije, ki je povezan z izhajanjem sredstva za penjenje in vode, bistveno podaljša.

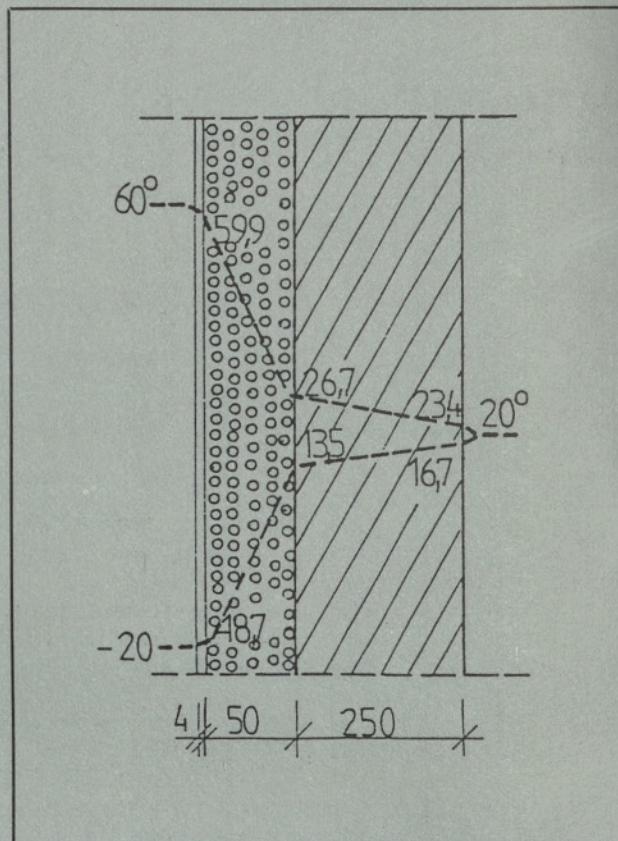
V to skupino lahko prištevamo tudi napetosti v ometu zaradi krčenja pri samem utrjevanju. Dogajanja v samih ometih v fazi utrjevanja še niso dovolj raziskana. Predvsem je problematično določiti mejo, do katere sveža malta še kompenzira skrčke, ne da bi se zaradi tega pojavile napetosti v utrjenem ometu. Vsekakor pa si je treba prizadevati za tako sestavo malte, da imajo čim manjši skrček pri utrjevanju. Poseben problem so malte, ki se površinsko zelo hitro utrdijo. Posledica je nagnjenost h krivljenju in razslojevanju na meji omet-penjeni polistiren ali omet-armaturna mrežica.

2.2 Napetosti zaradi vpliva vode oziroma vlage

Zaradi vsebovane vlage ali vode pride v ometih do dimenzijskih sprememb, kar se kaže v pojavu napetosti. Dodatne napetosti zaradi navlaženosti ometa se pojavijo v zimskem času zaradi povečanja prostornine vode pri tvorbi ledu. Zaradi vpliva vlage (vode) je treba računati tudi s spremenjenimi mehanskimi lastnostmi (E , σ_n).

2.3 Termično povzročene napetosti

Pri toplotnoizolativnih fasadah, kjer je toplotna izolacija pritrjena na steno zunanje strani in zaključena z ometom, je temperaturno najbolj obremenjeni del fasade zaključni sloj (omet). Porazdelitev temperatur po prerezu toplotnoizolativne fasade je prikazana na skici 2.



Skica 2

S skice 2 je razvidno, da sta temperaturno najbolj obremenjena zaključni sloj in toplotna izolacija, kjer pa je spet opazna razlika med zgornjo (zunanjo) in spodnjo (notranjo) površino. Temperaturne obremenitve stene so razmeroma majhne in jih lahko zanemarimo.

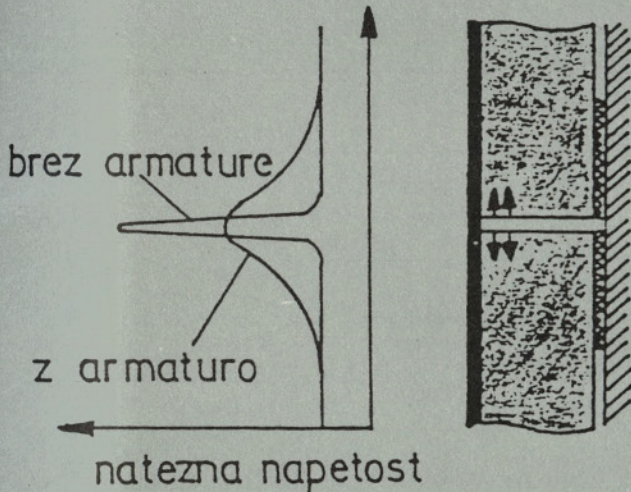
Temperaturne spremembe povzročajo v posameznih slojih deformacije – raztezke pri povišanih temperaturah in skrčke pri nižanih temperaturah.

Temperaturno spremembo (ΔT), ki povzroči deformacijo oziroma napetost, moramo računati glede na temperaturo vgrajevanja; ta se v praksi lahko spreminja za okrog 25°C, kar dodatno oteži določitev napetostnega stanja v zaključnem sloju.

Ker so deformacije materialov zaradi medsebojne povezanosti in pritrditve na steno ovirane, se v ometu pojavijo napetosti.

2.3.1 Dogajanja v območju spojev

Pri sistemih, ki se izdelujejo pri nas, je po navodilih proizvajalcev predpisano, da se plošče iz ekspandiranega polistirena lepijo na podlago robno in dodatno v pasu po sredini plošče ali točkovno. Posamezne plošče med seboj niso zlepljene in zato so tu možne deformacije. Ker pa so te deformacije blokirane z zaključnim ometom, se v njem pojavi dodatna napetost. Na skici 3 je shematično prikazana razporeditev napetosti v območju stika med ploščama toplotne izolacije.



Skica 3

Velikost napetosti je mogoče izračunati z metodo končnih elementov. Zaradi lažjega razumevanja in enostavnejšega izračuna pa je bila razvita naslednja približna enačba:

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3$$

kjer pomenijo:

σ – napetost v ometu v območju spoja

σ_1 – napetost, ki nastane zaradi krčenja ometa

$$\sigma_1 = \Delta T \times M_{\text{ometa}} = \Delta T \times (1/1 - U_0) \times E_0 \times \alpha_0$$

E_0 – natezni elastični modul ometa (N/mm^2)

α_0 – temperaturni razteznostni koeficient ($1/^\circ\text{K}$)

U_0 – Poissonovo število

σ_2 – napetost, ki se pojavi v ometu zaradi temperaturnega delovanja penjenega polistirena

$$\sigma_2 = \Delta T \times M_{\text{top.iz.}} = \Delta T \times (d_{\text{t.i.}}/d_0) \times E_{\text{t.i.}} \times \alpha_{\text{t.i.}}$$

$E_{\text{t.i.}}$ – natezni elastični modul toplotne izolacije

$d_{\text{t.i.}}$ – debelina toplotne izolacije

d_0 – debelina ometa

$\alpha_{\text{t.i.}}$ – temperaturni razteznostni koeficient toplotne izolacije

σ_3 – zmanjšanje napetosti v ometu zaradi deformacij ometa in toplotne izolacije

$$\sigma_3 = \Delta T \times (M_{\text{t.i.}}^2 \times 10^4 / (E_0 + M_{\text{t.i.}} \times 10^4))$$

Maksimalne napetosti v ometu, ki nastanejo zaradi temperaturnih razlik, je mogoče torej izraziti z naslednjo približno enačbo:

$$\sigma_{\text{maks}} = \Delta T \times (M_0 + M_{\text{t.i.}} - 10^4 \times M_{\text{t.i.}}^2 / (E_0 + 10^4 \times M_{\text{t.i.}}))$$

Iz enačbe je razvidno, da so napetosti v ometu v območju spojev toplotnoizolacijskih plošč odvisne od elastičnih modulov ometa in toplotne izolacije, temperaturnih razteznostnih koeficientov ometa in toplotne izolacije ter razmerja debelin toplotne izolacije proti debelini ometa.

V diagramu 1 so prikazane napetosti v ometu v odvisnosti od E-modula toplotne izolacije in oddaljenosti od spoja dveh plošč toplotne izolacije pri spremembi zunanje temperature za -45°K .

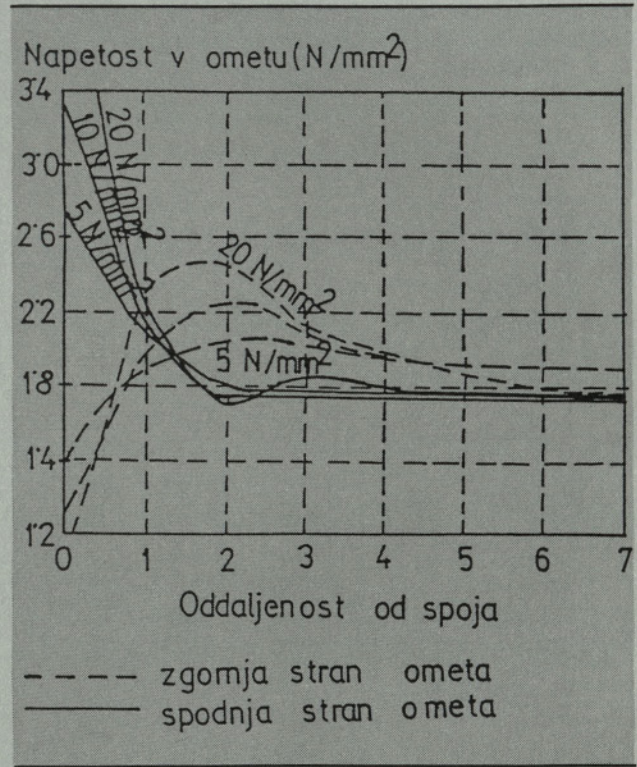


Diagram 1

Lastnosti materialov	Debelina (mm)	E-modul (N/mm^2)	Temp. razt. koef. ($1/^\circ\text{K}$)
Toplotna izolacija	100	spremenljivo	$7,0 \times 10^{-5}$
Omet	3	1700	$1,5 \times 10^{-5}$
Poissonovo število: 0,3			

Iz diagrama je razvidno, da se na spoju dveh toplotnoizolacijskih plošč pojavijo v ometu največje napetosti, in to na notranji strani ometa. V oddaljenosti okrog 1,5 cm od spoja so opazne visoke natezne napetosti v ometu na zgornji strani. Velikost napetosti pa je pri izbranih karakteristikah ometa močno odvisna od elastičnega modula toplotne izolacije.

Pojav povečanih nateznih napetosti na spodnji oziroma zgornji strani ometa si razlagamo s pojavom upogibnih deformacij oziroma napetosti v ožjem območju spoja, ki so posledica kombiniranega deformacijskega stanja v tem območju (nekompenzirane deformacije v smeri debeline in dolžine). Pojav je izrazitejši pri tanjših ometih, kjer so upogibne deformacije večje.

Napetosti, podane v diagramu 1, so bile izračunane z uporabo metode končnih elementov. V primerjavi s predhodno navedeno približno formulo za izračun maksimalnih

napetosti so vrednosti, dobljene z metodo končnih elementov, v spodnjem sloju ometa večje za okrog 24 %.

Ugotovimo pa lahko, da z uporabo približne formule dobimo srednjo vrednost napetosti v preseku na najbolj obremenjenem delu ometa.

2.3.2 Dogajanja zunaj območja spojev

Termično povzročene napetosti zunaj območja spoja so odvisne od lastnosti ometa (E , σ) temperaturne razlike ΔT in posredno od debeline toplotne izolacije (večja oziroma manjša temperaturna obremenitev sloja toplotne izolacije in ometa). Medsebojne odvisnosti so prikazane v diagramih 2 in 3.

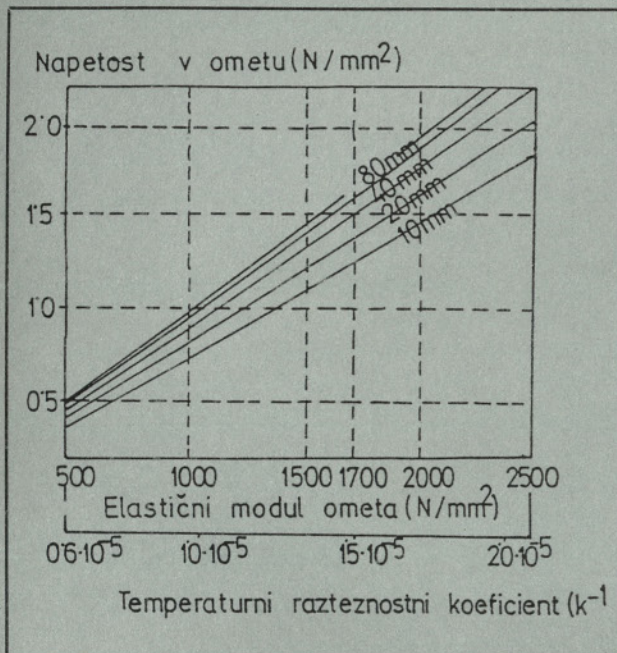


Diagram 2

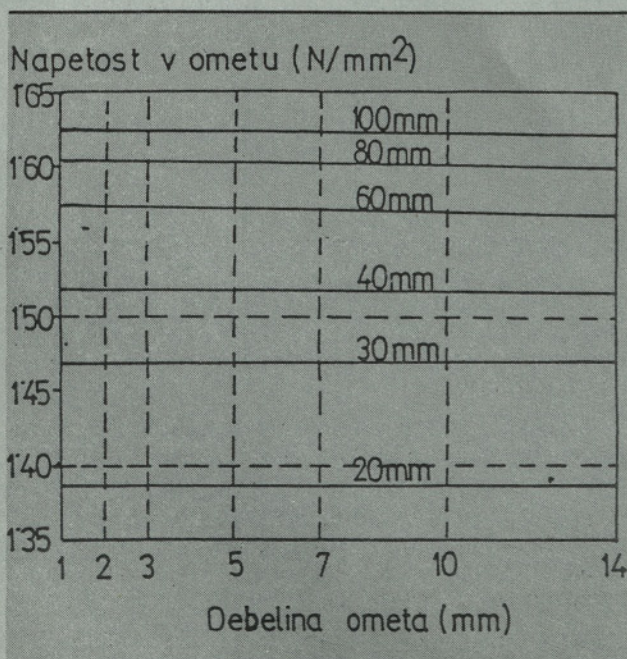


Diagram 3

Lastnosti materialov	Debelina (mm)	E-modul (N/mm ²)	Temp. razt. koef. (1/ ^o K)
Beton	200	30.000	$1,0 \times 10^{-5}$
Toplotna izolacija	spremenljivo	10	$7,0 \times 10^{-5}$
Omet (zg. skala)	3	spremenljivo	$1,5 \times 10^{-5}$
Omet (sp. skala)	3	1700	spremenljivo

Poissonovo število: 0,3

V diagramu so prikazane napetosti v ometu zunaj območja spoja v odvisnosti od E-modula in ometa pri različnih debelinah toplotne izolacije.

Lastnosti materialov	Debelina (mm)	E-modul (N/mm ²)	Temp. razt. koef. (1/ ^o K)
Beton	200	30.000	$1,0 \times 10^{-5}$
Toplotna izolacija	spremenljivo	10	$7,0 \times 10^{-5}$
Omet	spremenljivo	1700	$1,5 \times 10^{-5}$

Poissonovo število: 0,3

Iz diagrama je razvidno, da debelina ometa v območju brez spojev praktično ne vpliva na velikost napetosti v ometu. Ta je odvisna le od debeline toplotne izolacije in seveda od spremembe temperature.

3.0 PRIMERJAVA IZRAČUNANIH IN IZMERJENIH NAPETOSTI

Da bi preverili pravilnost opisane metode izračuna pričakovanih napetosti v toplotnoizolativnih fasadnih oblogah, smo na poskusni steni poskušali izmeriti dejanske napetosti na kritičnih mestih.

Merili smo z merilnimi lističi dolžine 6 mm, ki smo jih nalepili na izdelano fasadno oblogo v okolici spoja stiro-pornih plošč.

Temperaturo prostora na zunanji strani izdelane fasadne stene smo spreminjali v območju od +50 do -20°C in hkrati merili nastale specifične deformacije.

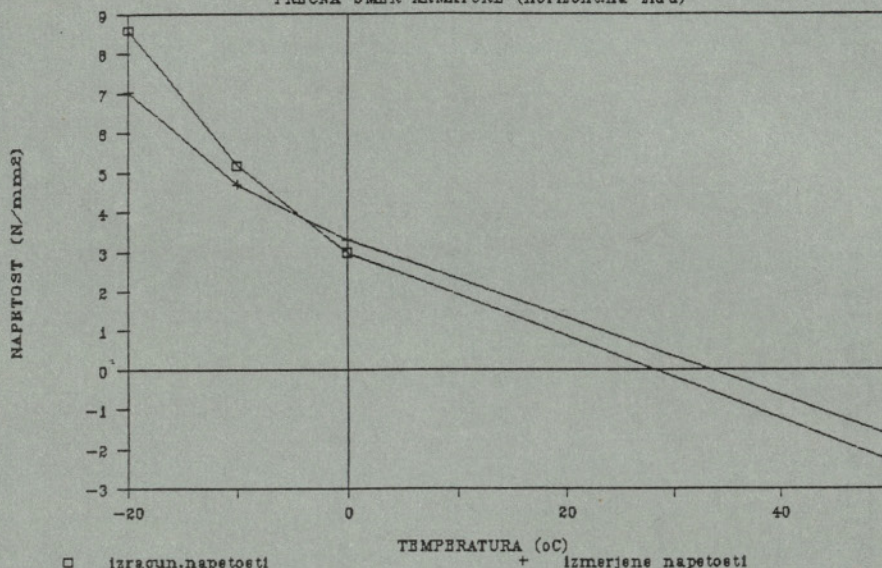
Na podlagi izmerjenih specifičnih deformacij in znanih natezних elastičnih modulov armiranega ometa smo izračunali nastale napetosti pri posameznih temperaturah.

Rezultati opisanih meritev so prikazani v obliki diagramov v prilogi 1.

Rezultati meritev kažejo, da se izmerjene vrednosti dovolj dobro ujemajo z izračunanimi, posebno pri manjših temperaturnih razlikah. Pri večjih temperaturnih razlikah so izmerjene vrednosti manjše za okrog 20–28 %. Če pa upoštevamo, da so bile meritve opravljene v 6 mm segmentih in je rezultat srednja vrednost specifične deformacije (napetosti) na razdalji 6 mm, so maksimalne vrednosti gotovo večje od izmerjenih. Skleniti je torej mogoče, da z izračunom lahko dovolj dobro ocenimo največje možne napetosti v ometu za določeno temperaturno razliko.

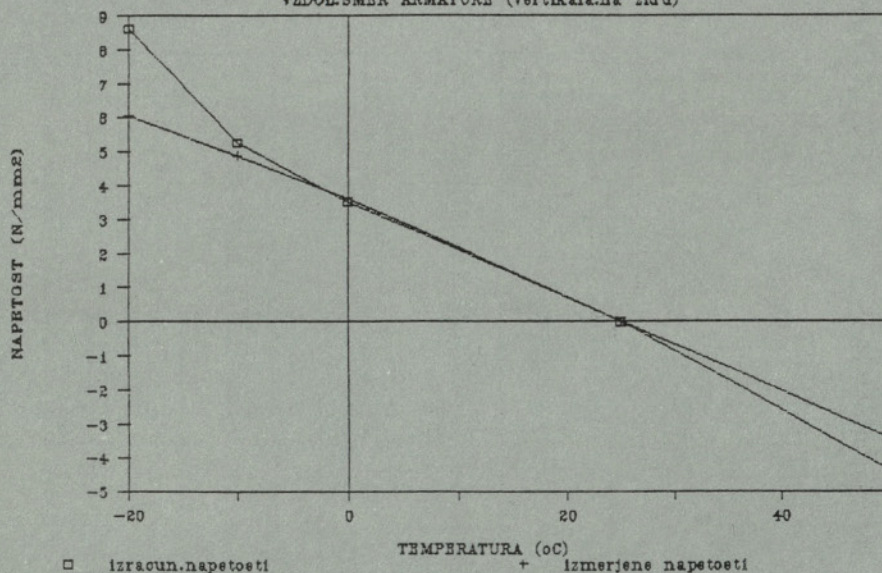
PRIMERJAVA RAČUNSKIH IN IZMERJENIH NAP.

PREČNA SMER ARMATURE (horizontalna zidu)



PRIMERJAVA RAČUNSKIH IN IZMERJENIH NAP.

VZDOL.SMER ARMATURE (vertikalna zidu)



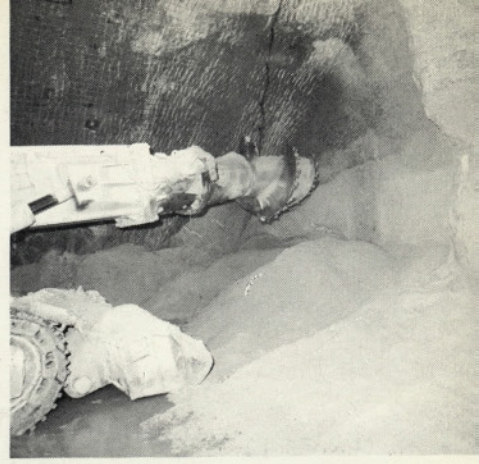
LITERATURA

1. Detlef Nannen, Karl Gertis: Thermische Spannungen in Wärmedämmverbund-systemen. Bauphysik 5/1985.
2. Detlef Nannen, Karl Gertis: Thermische Spannungen in Wärmedämmverbund-system. Bauphysik 4/1984.
3. Karl Gertis, Kurt Kiessl, Detlef Nannen, Rainer Walk: Wärmespannungen in Termohaut – Systemen Voruntersuchung unter idealisierten Raudbedingungen. Die Gautechnik 60/1983 H.5, S 155–162.
4. Kurt Kiessl, Karl Gertis: Wärmeeingenspannungen in mehrschichtigen Aussenbandteilen infolge instationärer Temperatureinwirkung. Die Bautechnik 57/1980 H.2, S 45–33.
5. Helmut Künzel: Beurteilung der Thermo-mechanischen Eigenschaften von Aussenputzen. Bauphysik 3/1984.
6. Helmut Künzel: Beanspruchung von Aussenputzen bei Wermedamm – Verbundsystemen. Kunststoffe in Bau 1985. H4.
7. Helmut Künzel: Technologische Anforderungen an mineralische Einschichtputze geringer dicke. Bauphysik 1/1985.
8. Gerhard Steho: Wärmedämmverbundsystem mit Dünnputzaufgabe: Bautenschutz – Bausanirung 9. Jahrgang.
9. H.-J. Epple: Vohoraussetzungen für Aussenwärmedammsysteme. Referat der Veranstaltungen vom 15. November and der ETH Zürich und 23. Marz and der ETH Zürich.
10. H. Künzel: Bauphysikalische Untersuchungen an Wärmedämmverbund systemen IBK Symposium »Wärmedämmverbund systeme« 1984. S 7/1-7/4.

ROKI IZPITOV IN SEMINARJEV ZA STROKOVNE IZPITE V LETU 1991

Izpitni roki		Področja		Strojništvo		Elektrotehnika		Tehnično-tehnološko		Ekonomsko		Pravno	
		seminar	izpit	seminar	izpit	seminar	izpit	seminar	izpit	seminar	izpit	seminar	izpit
I.	Januar	21.–25. januar	P 22. dec. 90 U 7.–11. jan. 91				P 22. dec. 90 U 7.–11. jan. 91						
II.	Februar	18.–22. februar	P 19. jan. 91 U 4.–8. feb.	11.–15. februar	P 19. jan. 91 U 4.–8. feb.	4.–8. februar							
III.	Marec	18.–22. marec	P 16. feb. U 4.–8. mar.				P 16. feb. U 4.–8. mar.		P 16. feb. U 4.–8. mar.				
IV.	April	15.–19. april	P 23. mar. U 8.–12. april	1.–5. april	P 23. mar. U 8.–12. april	1.–5. april					P _____ U 15.–17. april		P _____ U 15.–17. april
V.	Maj	20.–24. maj	P 20. april U 6.–10. maj				P 20. april U 6.–10. maj						
VI.	Junij	16.–20. september 21.–25. oktober	P 18. maj U 3.–7. junij		P 18. maj U 3.–7. junij								

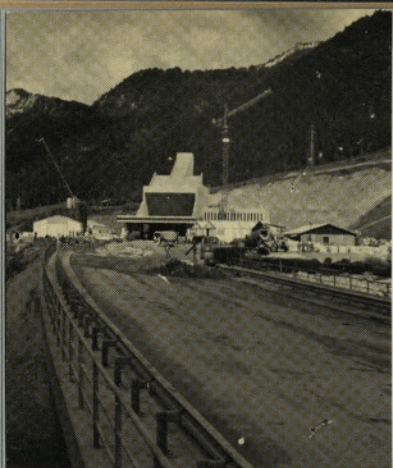
P – pisni del izpita; **U** – ustni del izpita



Izkop predora
Mali vrh



Foto: F. Hrvatin



Predor Karavanke
južni portal



**CESTNI INŽENIRING
LJUBLJANA**

Foto: F. Hrvatin