

PUT I SAOBRAĆAJ

VIA VITA



1965

ISKUSTVA SA
GRAĐENJA PUTEVA
U SRBIJI U PERIODU
1925 — 1950 GODINE

S A D R Ž A J

Iskustva sa građenja puteva u Srbiji u periodu 1925—1950. godine

Prof. dipl. ing. Živorad Đukić — Prikaz putne politike kod nas u periodu od pojave prvog automobila do danas

Dipl. ing. Mihailo Petrović — Razvoj društvenog saobraćaja i izgradnja puteva sa savremenim kolovozima

Dipl. ing. Dimitrije Antić — Iskustva sa građenja i održavanja puta Avala — Kragujevac

Dipl. ing. Milorad K. Mitrović — Izrada savremenog kolovoza na putu Beograd — Avala i u Beogradu od Gospodarske mehanice do ulaza u Košutnjak

Dipl. ing. Milorad K. Mitrović — Put Beograd — Novi Sad (asfaltni kolovoz)

Dipl. ing. Nikola Najdanović — Građenje III deonice puta Beograd — Novi Sad

Prof. dipl. ing. Živorad Đukić — Građenje puta Niš — Pirot — bugarska granica

Prof. dipl. ing. Miroslav Marković — Iskustva sa probne deonice kod Pančeva

Dipl. ing. Branislav Todorović — Građenje puta Beograd — Pančevo u periodu 1935 — 1938. godine

Dipl. ing. Radojica Jauković —

Dipl. ing. Radojica Jauković — Stanje auto-puta Beograd — Zagreb na delu SR Srbije posle 17 godina izgradnje

Iz Društva za puteve

PUT I SAOBRAĆAJ

ČASOPIS DRUŠTVA ZA PUTEVE SRBIJE

God. XI Br. 4-5-6

APRIL — JUNI

Beograd 1965. g.

Iskustva sa građenja puteva u Srbiji u periodu 1925. — 1950. godine

Ideja za štampanje ovog materijala potekla je na Godišnjoj skupštini Društva za puteve Srbije, održanoj u martu 1964. godine. U okviru iste Godišnje skupštine održano je Savetovanje o građenju Auto-puta i drugih novo-izgrađenih puteva u Srbiji na bazi oštampalog materijala u časopisu „Put i saobraćaj” i diskusija je potvrdila potrebu objavljivanja iskustva sa građenja puteva u periodu pre i posle rata do 1950. godine.

Cilj ovog elaborata je da se što veći broj modernih puteva građenih u periodu pre rata obuhvati pošto s obzirom na dug period istih pod saobraćajem moguće je izvesti niz korisnih iskustava. Svi putevi koji su obrađeni u ovom elaboratu, izuzev Auto-puta Beograd-Zagreb, građeni su u periodu 1935—1940. godine i u saobraćaju su od 25—30 godina. S obzirom da se i vreme amortizacije kolovozne konstrukcije kreće u tim granicama proizilazi da je ovoliki period ovih puteva pod saobraćajem dovoljan da se iskustva sa građenja ovih puteva smatraju sigurnim odnosno merodavnim. Posebno je interesantno što su svi putevi, koji se tretiraju u ovom elaboratu, sa modernim kolovoznim zatorom. U stvari svi ovi putevi mogu se donekle smatrati opitnim deonicama.

U uvodnom delu ovog elaborata daju se članci:

„Prikaz putne politike i saobraćaja kod nas u periodu od pojave prvog automobila do danas” od Živorada Đukića, prof. Građevinskog fakulteta i „Razvoj drumskog saobraćaja i izgradnja puteva sa savremenim kolovozom” od Mihaila Petrovića, dipl. građ. inženjera, koji rasvetljavaju period pre građenja ovih puteva kao i za vreme građenja pa do danas sa stanovišta razvoja saobraćaja o uticaju istog na putnu politiku.

Putevi ili pojedine deonice puteva obrađeni u ovom elaboratu su:

1) **Put Avala-Kragujevac** u članku Antić Dimitrija, dipl. građ. inženjera: „Iskustva sa građenja i održavanja puteva Avala-Kragujevac;

2) **Put Beograd-Avala** u članku Milorada Mitrovića, dipl. građ. inženjera: „Građenje puta Beograd-Avala”;

3) **Put Beograd-Novi Sad** — deonice sa asfaltom u članku Milorada Mitrovića, dipl. građ. inž.: „Građenje deonice sa asfaltom na putu Beograd-Novi Sad;

4) **Put Beograd-Novi Sad** — deonice sa cement. betonskim kolovozom u članku Nikole Najdanovića, prof. Građevinskog fakulteta: „Građenje III deonice puta Beograd-Novi Sad”;

5) **Put Niš-Pirot-bugarska granica** u članku Živorada Đukića, profesora

Građ. fakulteta: „Građenje puta Niš-Pirot-bugarska granica”;

6) **Put Beograd-Pančevo** — probne deonice u članku Miroslava Markovića, prof. Građ. fakulteta: „Iskustva sa probne deonice kod Pančeva”;

7) **Put Beograd-Pančevo** u članku Branislava Totorovića, dipl. građ. inženjera: „Građenja puta Beograd-Pančevo u periodu 1935—1938. godine”;

8) **Auto-put Beograd-Zagreb** na delu SR Srbije u članku Radojice Jaukovića, dipl. građ. inženjera: „Stanje Auto-puta Beograd-Zagreb na delu SR Srbije posle 17 godina izgradnje”.

Autori ovih članaka su bili u ulozi nadzornih inženjera na odnosnim putevima, te prema tome i najpozvaniji da pišu o građenju tih puteva i da daju osvrt na sadašnje stanje istih.

Neki putevi sa modernim kolovozom, građeni takođe u tom periodu, nisu obuhvaćeni. To su putevi: Novi

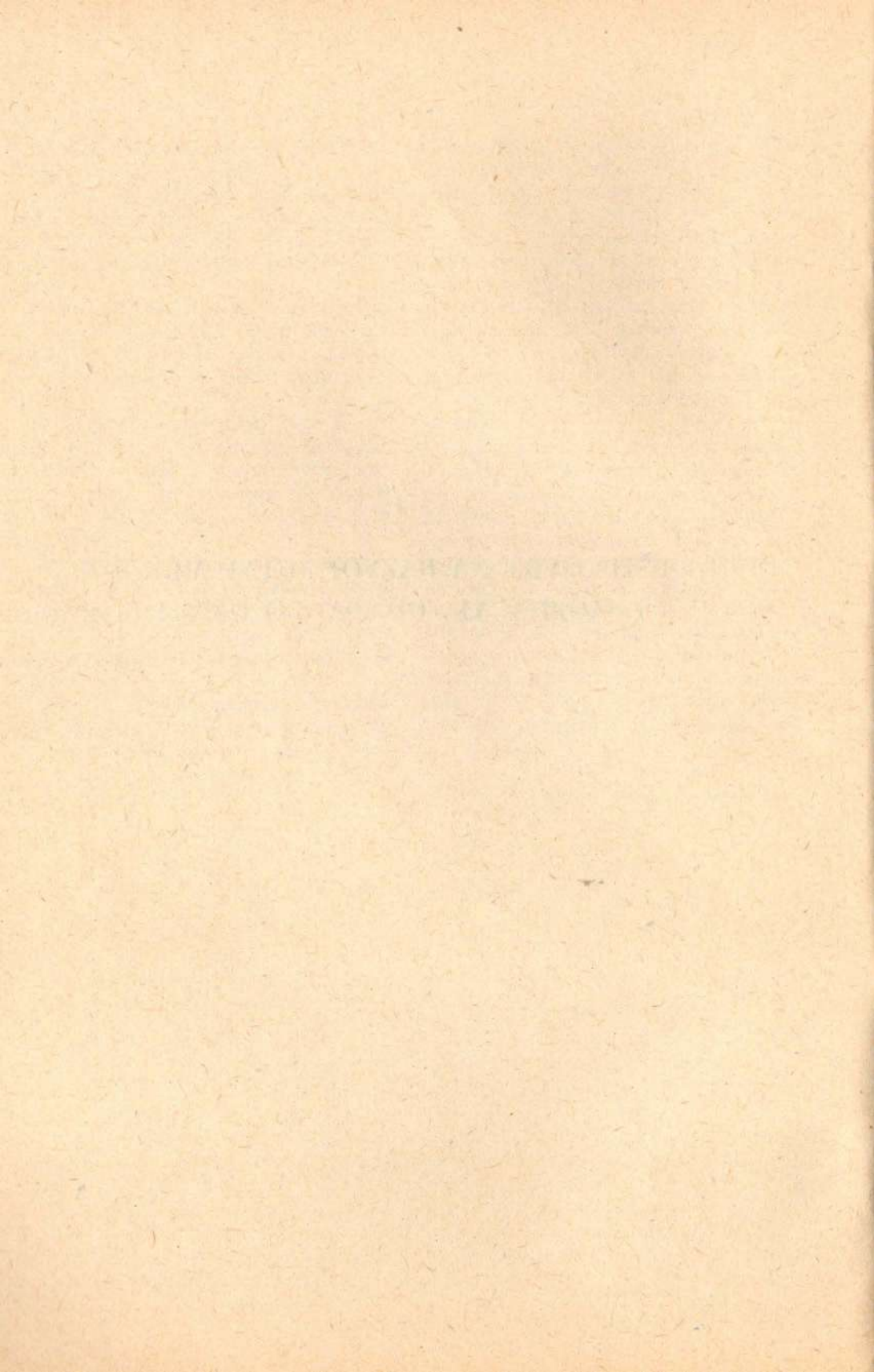
Sad-Subotica, građen u periodu 1936-1938. godine i jedan deo puta Beograd-Grocka, građen u 1949. godini.

Posebno je od značaja izvući iskustva sa puteva obuhvaćenih ovim elaboratom jer je dobar deo ovih puteva u prilično dobrom stanju iako su bili 25-30 godina pod velikim saobraćajem, a u periodu rata primili su na sebe i teška vojna vozila sa gusenicama. Osim toga i sredstva za održavanje nikada nisu bila dovoljna,

Da bi se izvukli detaljniji podaci o razlozima propadanja kolovoznih konstrukcija bilo bi potrebno izvršiti detaljnija institutska ispitivanja tj. ove puteve posmatrati kao probne deonice. Ovo je moguće sprovesti s obzirom da se kod izgradnje ovih puteva vodila dobra tehnička dokumentacija — građevinski dnevnik i knjiga — istina sa oskudnim geometričkim ispitivanjima slojeva trupa puta ali sa boljim podacima o izradi cement-betonskih i asfaltnih kolovoznih zastopa.

I

OPŠTI OSVRT NA RAZVOJ PUTNE MREŽE
I SAOBRAĆAJA OD 1925 DO DANAS



Prof. ing. Živorad ĐUKIĆ

Prikaz putne politike i saobraćaja kod nas u periodu od pojave prvog automobila do danas

Uvod

Neosporna je činjenica da put znači život, da on utiče na razvoj prirode, na stvaranje kulture i na podizanje životnog standarda ljudi. Kada su naši prvi putevi bili samo konjske staze a docnije krčanici na kojima su se teško kretale volovske zaprege, nije moglo biti ni govora o nekom napretku. Ako uporedimo vreme putovanja od Beograda do Kragujevca pre 130 godina, pre 84 godina i danas, kada se u prvom periodu putovalo volovskim kolima deset dana, a u drugom konjskim kolima jedan i po dan i danas automobilom svega jedan i po čas, onda nam je jasna i razlika u načinu života ljudi u Srbiji 1830. godine i ljudi današnjice. Putevi u to vreme uglavnom su bili zemljani, po kojima se moglo kretati pri suvom vremenu, dok su za vreme kiša bili skoro neprohodni. Nažalost, takvih puteva, imamo i danas u našoj kategorisanoj putnoj mreži. Izuzetak je tada bio Carigradski drum i neki putevi koji su bili nasuti šljunkovitim materijalom, na kojima su zaprežna vozila mogla ići u svako doba. Istina, broj zaprežnih vozila koji se kretao ovim putevima - u prvo vreme samo volovska a docnije i konjska kola - bio je neznatan, te se strogo uzevši ne

može ni posmatrati kao neki normalni saobraćaj na putevima. Pomenut je samo radi prikaza istorijskog razvoja.

Pojava prvih automobila i građenje prvih savremenih kolovoza na putevima

Pojava automobila na putevima učinila je ogromnu revoluciju u saobraćaju i građenju puteva. Ustvari, prvi automobili sa svojim relativno malim brzinama i težinama samo su nagovestili da dotadašnji putevi ne odgovaraju ovom savremenom saobraćajnom sredstvu. Možemo biti ponosni što naša zemlja nije zaostajala u prihvatanju ovog modernog saobraćajnog sredstva, jer posle svega nekoliko godina od proizvodnje prvog automobila (1896 godine) počeli su automobili da se kreću i na našim drumovima.

Interesantna je jedna koincidencija. Kada se prvi automobil pojavio u Crnoj Gori, 1903 godine (svakako jedan od prvih na Balkanu), to je bio veoma krupan događaj, koji je izazivao strah i divljenje ljudi. Sa strahopoštovanjem je gledano kretanje ovog „čuda bez konja“. Slično se desilo 1847 godine, tj. pedeset godina

pre ovog događaja u Užičkoj Požegi, kada su ljudi prvi put videli i posmatrali kao čudo „konjska kola sa federima”. U Beogradu prvi automobil se pojavio tek 1907 godine, tj. četiri godine posle pojave prvog automobila u Crnoj Gori.

Proizvodnja automobila u svetu se naglo povećala iz godine u godinu. Tako, na primer, 1904 godine u svetu je bilo 39.500 automobila, 1910 god. 324.000., 1924. god. 4.172.000, a 1932. godine 35.000.000 automobila. Znači, broj automobila u odnosu na 1910. godinu povećao se 1924 godine za 13 puta, a 1932. godine za 108 puta.

Ovaj neverovatno nagli razvoj proizvodnje automobila odnosno razvoj automobilskog saobraćaja, sa svima njegovim preimućstvima, zahtevao je građenje takvih puteva koji će moći da izdrže ovaj saobraćaj. Zbog toga je u mnogim zemljama postao jedan od najvažnijih i najaktuelnijih problema građenje savremenih puteva odnosno savremenih kolovoza na postojećim putevima. Tada je već bilo jasno da će dobra i gusta mreža puteva biti jedan od bitnih faktora za pravilan ekonomski razvoj svake zemlje. Razume se, za ove radove trebalo je stvoriti velika finansijska sredstva, koja su bila nesumnjivo dobro uložena, što je odmah zapaženo u naglim skokovima celokupne prirede.

Šta smo mi učinili u ovom periodu, odnosno kakvo je bilo stanje naših puteva? Naši putevi tada su bili najvećim delom zemljani, tu i tamo bio je negde pošljunčan put, dok su tucanički kolovozi bili velika retkost. Najveći broj puteva bio je neprohodan pri kišovitom vremenu, a ogromne udarne rupe i kolotrazi na šljunčanim i tucaničkim putevima bili su problem i za zaprežni saobraćaj. Posebno je pitanje elemenata tih puteva, koji su bili sa malim poluprečnicima krivina, velikim uzdužnim na-

gibima, a naročito sa malim širinama kolovoza. Sem toga, tada nije bilo nikakvih mašina (valjaka i dr.) za nabijanje tucanika, tako da se tucanik valjao dejstom saobraćaja. Jasno je da takvi putevi nisu mogli da služe za motorni saobraćaj odnosno za njegov razvoj.

Treba istaći da su tada i naša sredstva kao tehnički zaostale zemlje, bila vrlo ograničena, te se praktično nije mogla ni sprovoditi neka određena putna politika. Istina, nešto se uspevalo kulukom, no ti su radovi predstavljali ipak neznatno poboljšanje putne mreže, a pogotovu za motorni saobraćaj, koji zahteva jedino savremeni kolovoz.

Posle Prvog svetskog rata stanje se nešto izmenilo, poboljšalo. Pristupilo se izradi makadamskih odnosno šose kolovoza na važnijim putevima, nabavljen je izvestan broj valjaka, ovde i onde vršene su manje rekonstrukcije puteva, proširenje kolovoza i dr.

U ovom periodu izrađeni su i prvi savremeni kolovozi na putevima. U Jugoslaviji prvo građenje savremenog puta odnosno kolovoza izvedeno je 1929. godine na putu Beograd-Avala, u dužini 16 km. Kolovozni zastor je bio izrađen od topeke i krupnozrnog asfalt betona, dok je podloga bila makadamska i šose. Interesantno je da se istakne, da je posle 4—5 godina bio propao krupnozrni asfalt, dok se topeka održala znatno bolje. I danas, posle 35 godina, ima poteza koji su u dobrom stanju, a na pojedinim delovima preko 50% zastora od topeka zamenjeno je sa livenim asfaltom. Negde je i liveni asfalt na istim mestima građen čak dva-tri puta.

Tada je naročito bilo intenzivno građenje ulica u našim velikim gradovima: Beogradu, Zagrebu, Ljubljani i dr. sa savremenim kolovozima. Tako je, na primer, u Beogradu u

periodu od 1926. do 1928. godine izrađeno 85 ulica sa raznim vrstama kolovoznog zastora i to:*)

— nabijeni i liveni asfalt	u 11 ulica
— peščani asfalt i topeka	u 11 ulica
— drvena kocka (prizme)	u 6 ulica
— sitna kamena kocka	u 13 ulica
— krupna kamena kocka i prizme	u 17 ulica
— površinska obrada i asfaltni makadam	u 22 ulica
— cementno-betonski zastor	u 5 ulica

Najintenzivnije građenje savremenih kolovoza u Beogradu bilo je 1930. godine, kada je izrađeno 379.000 m² savremenih zastora na kolovozu ulica i na trotoarima.

U tom periodu dosta se povećao i broj automobila u našoj zemlji. Prema nepotpunim statističkim podacima u Jugoslaviji je 1931. godine bilo oko 17.000 automobila, od kojih je samo u Beogradu bilo 1.815 putničkih automobila, autobusa i kamiona. Taj broj je nesumnjivo bio veoma neznan u odnosu na pojedine evropske zemlje.

Docije se broj vozila povećao, no taj porast nije bio značajan.**)

Prvo intenzivnije građenje savremenih puteva

Stanje naših puteva bilo je takvo da su oni predstavljali kočnicu za napredak i razvitak zemlje. Po takvim putevima vrlo se teško kretalo ono malo motornih vozila koje smo imali. Zbog toga su se automobili

često kvarili, trošili su više goriva i maziva, habanje guma bilo je prekomerno. Jednom reči, nije bilo ni pomena o povećanju automobilske saobraćaja na takvim našim putevima, već obrnuto. Mnogi stranci nisu se usuđivali da putuju preko naše zemlje, a o inostranom automobilskom turizmu nije bilo ni pomena. Zbog takvog stanja puteva naša zemlja je trpela ogromne štete i nesumnjivo je spadala u tehnički zaostale zemlje. Pojedini stranci su nam govorili: „Jugoslavija je bogata zemlja, kad sebi dozvoljava luksuz da ima tako loše puteve“. Bio je poslednji čas da i mi pristupimo modernizaciji naše putne mreže poput mnogih naprednih zemalja.

I tako je 1935. godine došlo do prvog planskog građenja savremenih kolovoza na putevima i građenje neizgrađenih puteva u Jugoslaviji. Tadašnjem Ministarstvu građevina bila je dodeljena suma od 578 miliona dinara za izvršenje tih radova na raznim putevima.

Suma od 323 miliona dinara, tj. najveći deo od dodeljene sume, bila je predviđena za izradu savremenog kolovoza za težak saobraćaj na državnom putu Mađarska granica - Subotica - Novi Sad - Beograd - Topola i Crveni Krst - Niš - Niška Banja (ukupno oko 280 kilometara), kao delovima međunarodnog puta London - Istambul, tada jedinog međunarodnog puta u Evropi. U ove radove ušlo je i građenje lančanog mosta preko Save u Beogradu, koji je nesumnjivo bio jedan do najlepših gradskih mostova. Ovaj most je, kao što je poznato, porušen za vreme rata i danas na istom mestu izrađen limani most sa ortotropnom pločom.

* Detaljnije videti od istog autora: „Problem modernizacije ulica u Beogradu“, časopis „Izgradnja“ br. 3-4 i 5-6/1938.

** Početkom 1939. godine u Jugoslaviji je bilo oko 22.500 automobila i to: putničkih oko 15.500, oko 5000 kamiona i 2.000 specijalnih vozila (vatrogasna, autocisterne, poštanska, za prenos mesa i dr.).

Docnije je uključena i deonica Niška Banja - Piroć - Bugarska granica.

Na drugom mestu bio je jadransko turistički put od Sušaka do Bara, na kome je trebalo proseći neizgrađene delove puta odnosno na izgrađenim deonicama rekonstruisati oštre krivine i velike uzdužne nagibe. Savremeni kolovozni zastori predviđeni su samo od Trogira do Splita, cementno-betonski zastor, a od Sušaka do Novog i oko Dubrovnika površinska obrada. Za sve ove radove bilo je dodeljeno 74,5 miliona dinara.

Kakvo je nezavidno stanje ovog puta bilo i kako se gledalo na njegov značaj pre trideset godina, jasno izlazi iz obrazloženja za radove na ovom putu: „Tako da će se, čim se ovi delovi izrade, moći putovati automobilom od Sušaka duž celog živopisnog jugoslovenskog Primorja, pored same morske obale, oko veličanstvene Boke Kotorske, preko Budve i Bara do albanske granice i za Skadar”. Znači, da do tada nije bilo ni pomena o nekom putovanju automobilima duž Jadrana i nažalost to stanje bilo je ostalo i do pre nekoliko godina, dok će se savremeni kolovoz na celom putu završiti tek u toku 1965. godine. Istina, građenje Jadranskog puta posle oslobođenja vršeno je po sasvim drugim koncepcijama, o kojima ćemo docnije nešto reći.

Iz dodeljenih sredstva bila je određena suma od 30 miliona dinara za prosecanje-građenje puta od Prijepolja do Bijelog Polja dolinom reke Lima. Koliko su tadašnji rukovodioci u Ministarstvu građevina bili dalekovidni u pogledu naše turističke perspektive pre trideset godina, kada je u našoj zemlji jedan automobil bio na 1.000 stanovnika, izlazi iz obrazloženja za građenje ovog puta: „Tako će Zetska banovina pored puta preko Čakora (Peć — Andrijevice) i skoro izgrađenog veličanstvenog puta Savnik—Žabljak—Pljevlje dobiti

još jedan izvanredno lep turistički put, koji će privlačiti automobiliste sa svih strana sveta”. Ako danas posmatramo elemente gornjih puteva, gde je širina puta i ispod 6,0 m a širina kolovoza i ispod 5,0 m, krivine oštre i veliki uzdužni nagibi, mogli bismo stavljati veće zamerke. Međutim, za ono vreme i za intenzitet motornog saobraćaja koji je do skora vladao na našim putevima, ti su elementi potpuno zadovoljavali. Ističemo, da će na nekim deonicama biti potrebno samo proširenje puta i kolovoza kao i rekonstrukcija oštih krivina, dok će izvesni napušteni potezi predstavljati deonice koje su se uveliko amortizovale.

Ovim programom bio je predviđen i početak građenja puta Beograd—Zagreb — Ljubljana — Jesenice — Austrijska granica, koji je nesumnjivo jedan od najvažnijih puteva u našoj zemlji. Ustvari, predviđeno je građenje kraćih deonica u blizini većih gradova na ovom putu, i to: Beograd — Zemun (aerodrom), Dugo Selo — Zagreb, Zagreb — Samobor, i Ljubljana — Kranj. Na svima ovim deonicama predviđena je izrada savremenog kolovoza za težak saobraćaj i to po postojećem putu. Za sve ove radove sa mostom u Zagrebu preko Save bila je određena suma od 143 miliona dinara.

Sem toga, planom je bilo predviđeno da se pristupi građenju još nekih značajnih puteva u našoj zemlji, koji imaju i međunarodni karakter, i to: put Beograd — Pančevo sa mostom preko reke Tamiša, Maribor — Šent Ilj (Austrijska granica), Skoplje — Veles — Gradsko i put Zagreb — Delnice. Na prva dva puta bila je predviđena izrada i savremenog kolovoza za težak saobraćaj, dok je na druga dva bila predviđena samo rekonstrukcija najtežih deonica puta bez izrade savremenog kolovoza.

Isto tako, bilo je predviđeno da se u Sarajevu, Banja Luci i Cetinju izrade savremeni kolovozi za težak saobraćaj odnosno da se izvrši opravka makadamskih kolovoza.

Prikazujući ovaj prvi plan modernizacije puteva odnosno građenja novih puteva u našoj zemlji koji je u tom vremenu bio ogroman, možemo sa njim i danas biti veoma zadovoljni, jer je to nesumnjivo bio kamen temeljac za naše sadašnje intenzivno građenje savremenih puteva. Tada su mnogi naši putevi postali u pravom smislu putevi, na njima su izgrađeni prvi savremeni kolovozi a mnogi naši najveći gradovi umesto turske kaldrme i prašnjavih makadamskih kolovoza, dobili su sitnu kocku, asfaltne i druge savremene zastore.

Pri pregledu predloženih elemenata za puteve međunarodnog značaja u gornjem planu, koji su dati pre trideset godina, može se kod nekih konstatovati velika dalekovidost. Na primer, da minimalni poluprečnici krivina budu 250 m, u svima krivinama da budu jednostrani poprečni nagibi (po dotadašnjim našim propisima jednostrani nagibi su bili samo za $R \leq 300$ m), maksimalni uzdužni nagibi 5%, ukrštanja sa železničkim prugama u dva nivoa itd. Međutim, izvesni elementi predstavljaju danas zastarelost, zaostalost, kao što su, na primer, da na putu budu što duži pravci, da širina kolovoza bude 6 m (danas se za puteve ovakvog značaja smatra minimalna širina polovoza 7 m), da se na uzdužnim nagibima preko 3% i kroz naselja upotrebi sitna kocka i dr. Sem toga, nigde ni pomena o zaštiti kolovozne konstrukcije od štetnog dejstva mraza, odnosno o upotrebi sloja čistoće ili tamponskog sloja. Istina, u toku građenja vršene su neke promene i dopune, koje su bile rezultat svestranijeg proučava-

nja inostranih iskustava odnosno stručne literature.

I pored našeg malog iskustva u građenju savremenih puteva, nedovoljnog broja stručnik kadrova i minimalne mehanizacije, neki savremeni kolovozi izgrađeni u tom periodu i danas su, tj. posle skoro trideset godina, u vrlo dobrom stanju, a neki čak i u odličnom stanju (pojedine deonice betonskog kolovoza na putu Zemun—Novi Sad, kod Bele Palanke, kod Samobora, Kranja i dr.; neke deonice sa asfaltnim zastorom na putu Avala—Topola, Niš—Niška Banja i dr. i sitna kocka na kraćim potezima na putu Avala—Topola, kroz Niš i dr.).

Interesantno je da se istakne, da je jedan kilometar modernizovanog puta od Mađarske granice do Beograda (bez mostova preko Dunava u Novom Sadu i preko Save u Beogradu) koštao prosečno 1,315.000.—dinara.

U cilju produženja započetih radova na građenju puteva odnosno na njihovoj modernizaciji, Ministarstvu građevina je 1938. godine bila dodeljena nova suma od 500 miliona dinara. Ovo je ustvari predstavljalo drugu etapu intenzivnog građenja puteva u našoj zemlji, koju je rat, nažalost, prekinuo.

Period posle Drugog svetskog rata

Drugi svetski rat ne samo da je prekinuto zamah u građenju savremenih puteva u našoj zemlji, već su se zbog strahovitog ratnog vihora morala da utroše ogromna materijalna i finansijska sredstva za opravku svih razorenih puteva i za popravku odnosno građenje hiljadama dužnih metara porušenih mostova. Sva naša aktivnost bila je usredsređena na ove zadatke.

Koliko je Drugi svetski rat unazadio našu zemlju odnosno koliko nas

je omeo u nastojanju da što pre modernizujemo našu putnu mrežu, jasno nam mogu pokazati sledeća dva primera. Međunarodni put Niš—Pirrot—Bugarska granica započet da se gradi 1936. godine, završiće se krajem 1964. godine, tj. posle 28 godina. Drugi put Jadransko-turistički put, koji je nesumnjivo jedan od najvažnijih puteva u našoj zemlji, počeo je da se gradi 1935. godine, dok će se primorski deo završiti 1965. godine, tj. posle trideset godina, a kopneni deo do Skoplja svakako do 1970. godine, tj. posle trideset i pet godina. Naša privreda u celini, a posebno turistička privreda zbog toga je nesumnjivo godinama trpela ogromne štete.

Posle rata morali smo, zbog naše tehničke zaostalosti, da pristupimo intenzivnoj industrijalizaciji i elektrifikaciji zemlje, tako da su putevi morali da ostanu za drugi plan.

Međutim, i ovom se prilikom pokazalo da su putevi odnosno saobraćaj uopšte, privredna grana bez koje se normalno ne mogu da razvijaju ni ostale privredne grane. Uvidelo se da uporedo moramo graditi puteve, a pogotovu savremene puteve koji jedino odgovaraju motornom saobraćaju, bez koga saobraćaj nema brze i ekonomične razmene dobara ni razvoja turizma. Zbog toga se pristupilo planskom građenju i puteva.

Kao prvo posleratno intenzivnije građenje bio je „Autoput” od Beograda do Zagreba, koji je završen 1950. godine. Ovaj put dužine oko 390 km i širine 12 m, tj. zasada najveće širine u našoj zemlji, završen je u rekordno kratkom vremenu, za skoro tri godine, što je predstavljalo poseban uspeh naših ljudi a naročito omladine. Spoljno-politički događaji, neke privredne teškoće i drugi razlozi uticali su da se ceo put od Ljubljane do Đevdelije završi tek 1963. godine, tj. posle 17 godina od

početka njegovog građenja, ako uzmemo kao početak radova 1946. godinu (1946. i 1947. godine, kada se radilo bez omladine, izvršeno je svega oko 30% od celokupne dužine puta). Ustvari efektivno je građen „Autoput” svega 9 godina, jer je bio prekid od 1950. do 1958. godine.

Nešto je slično bilo i sa građenjem Jadranskog turističkog puta, Ibarskog puta i ostalih važnijih puteva koji su se gradili i dugo i bez jednog čvrsto utvrđenog plana. I pored toga što su raznim analizama utvrđene ogromne štete u privredi usled lošeg stanja puteva, odnosno dokaza o ekonomskoj opravdanosti većih investicija za građenje savremenih puteva, ipak nas je stalno pratila neravnomernost i skokovitost u dodeljivanju finansijskih sredstava za građenje puteva. Ova nesigurnost i neravnomernost u politici građenja puteva, nesumnjivo se odrazila i na poskupljenje samog građenja, da ne kažemo i kvalitet radova. Jasno je da se pri ovakvoj situaciji nije moglo očekivati od preduzeća za građenje puteva da ulažu veća sredstva za nabavku mehanizacije, za stvaranje brojnijih stručnih kadrova i za što brže građenje pojedinih puteva.

Sem toga, zbog neustaljenog kontinuiteta građenja puteva nije moglo doći ni do etapnog građenja pojedinih deonica puta. Iskustva u inostranstvu su pokazala prednost ove metode rada i to kako u ekonomskom, tako i u tehničkom pogledu. U prvoj godini gradi se donji stroj puta, a u drugoj kolovozna konstrukcija i svi završni radovi. Na ovaj način postiže se dvostruk uspeh. S jedne strane u toku cele građevinske sezone iskorišćuje se stoprocentno skupocena mehanizacija za građenje puteva, a s druge strane povećava se trajnost kolovoznih konstrukcija.

Poslednjih godina, istina, stanje se nešto poboljšalo i reklo bi se da su

svi odgovorni faktori uvideli da je razvoj privrede u celini, a posebno industrije, poljoprivrede i turizma, usko vezan sa razvojem građenja savremenih puteva.

Ovde ne želimo da se zadržavamo na tehnici projektovanja i građenja „Auto-puta“, Jadranskog puta i drugih puteva koje smo izgradili u ovom periodu. No, ipak moramo istaći da su svi ovi putevi građeni po savremenim principima nauke i tehnike u oblasti puteva, kojima su vrlo dobro ovladali naši stručnjaci i graditelji. Tako, na primer, „Auto-put“ je građen po potpuno novoj trasi, odnosno nije nastavljeno građenje po postojećem putu koje je bilo započeto pre rata. Slično je i sa Jadranskim putem, koji je najvećim delom izgrađen po novoj trasi, bliže moru, dok je postojeći put bio udaljen od mora, a mestimično se sa njega more nije čak ni videlo. Oba puta se sastoje uglavnom iz blagih krivina, dugih prelaznih krivina, malih uzdužnih nagiba, velikih vertikalnih krivina, blagih kosina nasipa i useka i dr. Pored toga, uspeali smo da ovladamo i estetikom pri projektovanju i

građenju. Pojedine deonice puta tako su uklopljene u pejzaž i estetski oblikovane da pomalo predstavljaju umetnička remek dela, koja se doživljavaju pri putovanju. Ističemo, da smo u ovom pogledu otišli dalje od pojedinih zemalja na Zapadu.

Sadašnje stanje naših puteva i saobraćaja

Kao što je poznato danas imamo oko 83.280 km svih kategorisanih puteva, I, II, III i IV reda. Na prvi pogled moglo bi se reći da je to dovoljno gusta putna mreža, jer imamo 82 kilometra puteva na površini od 100 km² odnosno 43 kilometara puteva na svakih 10.000 stanovnika. Međutim, ako se poredimo sa Francuskom, dolazimo do zaključka da smo po prvom pokazatelju u nepovoljnijem položaju od Francuske za 6,9 puta a u po drugom pokazatelju za 3,7 puta.

Stanje puteva je još nepovoljnije, a što će se videti iz sledećih podataka. Na kraju 1964. godine imaćemo:

— puteva sa savremenim kolovozom	oko 10.000 km
— puteva sa tucaničkim kolovozom	oko 48.330 km
— puteva bez kolovoza-zemljanih	oko 22.800 km
— neprosecnih puteva	oko 2.150 km

Ukupno: 83.280 km

Ako izrazimo u procentima odnos puteva sa savremenim kolovozima i puteva glavne naše putne mreže (putevi I i II reda u dužini oko 24.000 km) imaćemo 41,7⁰/₀ puteva sa savremenim kolovozima, dok u odnosu na celokupnu putnu mrežu imamo svega 12⁰/₀ puteva sa savremenim kolovozima. Takvo stanje je veoma nepovoljno i to ustvari predstavlja našu tehničku zaostalost, a naročito ako se poredimo sa nekim zapadnim

zemljama. Tako, na primer, Francuska, Zapadna Nemačka, Švajcarska i dr. imaju modernizovanu celokupnu svoju glavnu putnu mrežu kao i znatan deo ostale putne mreže. Ističemo da Francuska danas ima preko 400.000 km puteva sa savremenim kolovozima, tj. skoro 42 puta više od naše zemlje.

U pogledu broja automobila takođe smo u vrlo nezavidnom položaju

prema mnogim zemljama. Mada danas imamo jedan automobil na svakih 114 stanovnika, tj. oko 9 puta više nego 1939. godine, ipak je to još jednako veoma mala gustina motornog saobraćaja. Kao što je poznato danas u SAD 1 automobil dolazi na svaka 2,4 stanovnika; u Švedskoj na 3,3; u Francuskoj na 5,4; u Engleskoj na 6,1; u Danskoj na 7,0; u Švajcarskoj na 8,9; Belgiji na 9,5; Zapadnoj Nemačkoj na 10,5; Austriji na 13,3 stanovnika itd. Ako poredimo našu zemlju sa Austrijom u pogledu broja stanovnika na jedno motorno vozilo, u nepovoljnijem smo položaju od Austrije za 8,5 puta, što nesumnjivo predstavlja našu veliku zaostalost. Po našim prirodnim bogatstvima, po našoj celokupnoj privredi i našim potencijalnim mogućnostima sigurno da nismo iza Austrije za 8,5 puta, kakav nam je odnos u pogledu brojnog stanja automobila.

Republika Srbija je u veoma nezavidnom položaju ako se uporedi i sa Republikom Slovenijom, jer dok u Sloveniji jedan automobil dolazi na svakih 37 stanovnika, dotle u Srbiji dolazi na 144 stanovnika, tj. za 3,9 puta manje nego u Sloveniji, odnosno za 20,8% ispod jugoslovenskog proseka.

Međutim, pored stalnog porasta motornih vozila kod nas, činjenica je da se našim putevima svake godine kreće sve više i više inostranih motorizovanih turista. Naše granice je, prema statističkim podacima, prešlo od 1. januara do 1. septembra 1964. godine preko 1,400.000 raznih motornih vozila. U ovom periodu broj putničkih automobila povećan je u odnosu na 1963. godinu za 74%, a broj autobusa za 15%. Imajući ovo u vidu, kao i stalno povećanje proizvodnje motornih vozila u svetu, pa i kod nas (u SAD u 1964. godini proizvešće se oko 8,000.000 automobila a kod nas oko 40.000) naši putevi, ovakvi kakvi

su, nisu u mogućnosti da prime ovaj porast motornog saobraćaja. Znači, moramo korigovati našu putnu politiku u smislu intenzivnijeg ulaganja za građenje puteva.

Govoreći o turizmu treba istaći još neke činjenice. Poznato je da je turizam jedna od najunosnijih privrednih grana i da neke zemlje za svoj prosperitet imaju najviše da zahvale svom razvijenom turizmu. Postavlja se pitanje, koji je najuticajni faktor za razvoj turizma? To su van svake sumnje putevi koji omogućuju brzo, prijatno i udobno putovanje automobilima, jer automobili predstavljaju nesumnjivo najprivlačnije i procenualno najviše zastupljeno prevozno sredstvo u turističkom saobraćaju. Ovo će nam potvrditi i sledeći podaci. U 1964. godini mi ćemo ostvariti prihod od inostranog turizma jedva od 80 miliona dolara, dok je u Italiji 1962. godine taj prihod bio jednu milijardu dolara i to najvećim delom od automobilskog turizma. Prihodi od turizma 1963. godine u odnosu na broj stanovnika u Grčkoj bili su za 5 puta veći nego kod nas, u Italiji za 13 puta, u Austriji za 33 puta a u Švajcarskoj čak su bili za 57 puta veći nego kod nas. Sve ove zemlje, kao što znamo, imaju najveći deo ovih svojih puteva sa savremenim kolovozima, a sem toga intenzivno grade auto-puteve i brojne turističke puteve u raznim turistički privlačnim krajevima svoje zemlje. Nažalost, mnogi naši veoma privlačni predeli, često znatno interesantniji nego u drugim zemljama, još dugo će čekati da do njih dođu savremeni putevi, što je nesumnjivo velika šteta.

Putna politika po sedmogodišnjem planu

Stanje naših puteva, prikazano u prethodnom izlaganju, predstavlja neosporno veliku zaostalost naše

zemlje u odnosu na mnoge zemlje. Slično je i u pogledu brojnog stanja motornih vozila. Ovakvo stanje puteva prouzrokuje svake godine velike gubitke u našoj privredi a posebno u turizmu, kao i nepovoljno deluje na podizanje životnog standarda svih radnih ljudi.

U jednoj analizi, vršenoj u Sekretarijatu za saobraćaj SRS, štete u Srbiji usled lošeg stanja puteva koji nisu prilagođeni savremenom motornom saobraćaju, iznosile su 1963. godine sumu od 51,3 milijarde dinara.

Sem toga, činjenica je da razvijenost i upotrebljivost puteva u Srbiji zaostaje ne samo u odnosu na naše razvijenije republike, već i u odnosu na prosek tog stanja u Jugoslaviji. Ovo isto važi i u pogledu brojnog stanja motornih vozila. U Srbiji takođe postoji i velika disproporcija između sadašnjeg intenziteta motornog saobraćaja na glavnoj putnoj mreži i odgovarajuće izgrađenosti te mreže. Već sada, 1964. godine, ne uzimajući u obzir perspektivni razvoj saobraćaja, u Srbiji bi se moralo preko 3.200 km puteva odmah modernizovati, jer isti ne odgovaraju sadašnjem intenzitetu motornog saobraćaja.

Po predlogu sedmogodišnjeg plana u SR Srbiji predviđeno je građenje novih savremenih puteva odnosno modernizacija postojećih puteva u dužini oko 3.200 km, od kojih ćemo pomenuti samo neke važnije puteve, kao što su: dovršenje „Auto-puta“; građenje deonice Ibarskog puta od Kraljeva do Kosovske Mitrovice; izrada Jadranske kontinentalne magistrale na delove od granice SR Crne Gore do Mitrovice i od Uroševca do granice SR Makedonije; građenje deonice međunarodnog puta od Bele Palanke do Pirota (dolinom Nišave); put Požarevac - Golubac - D. Milanovac - Kladovo (Đerdapski put); put Šabac - Valjevo - Titovo Užice; Zla-

tibor - N. Varoš i Bistrica - Prijepolje - Bijelo Polje; Kosjerić - Požega - Ivanjica - Sjenica; Novi Sad - Perlez - Kovačica - Alibunar; Pojate - Kruševac - Čačak; Titovo Užice - Višegrad; K. Mitrovica - Peć; Kruševac - Kuršumlja; Loznica - Valjevo - Lazarevac - Arandelovac - Topola - Smederevska Palanka; Kladovo - Negotin - Zaječar - Niš - Prokuplje - Priština; Novi Sad - Bečej - Horgoš; Obrenovac - Šabac; Uljma - B. Crkva - Rumunska granica; Požarevac - Kučevo - Majdanpek - Negotin; Paraćin - Zaječar; Sombor - Subotica; Leskovac - Priština; Pančevo - Kovin - Vračev Gaj; Mrčajevci - Kragujevac - Lapovo; Sombor - N. Bečej - Bašaid; Novi Sad - Žabalj - Zrenjanin - Jaša Tomić; Uroševac - Gnjilane - Bujanovac - Trgovište - Bosiljgrad i dr.

Za sve ove radove biće potrebna suma oko 190 milijardi dinara ili prosečno godišnje oko 31,5 milijarde dinara. Neosporno ovo je veoma velika suma i biće potreban veliki napor i federacije i Republike Srbije da bi se realizovao ovaj zamašni plan u poboljšanju putne mreže u SR Srbiji.

Međutim, kada imamo u vidu činjenicu da je 1964. godine u Jugoslaviji izrađeno i modernizovano oko 1.500 kilometara puteva, možemo smelo pretpostaviti da ćemo i dalje ići samo bržim tempom - sa usponom u modernizaciji naših puteva a nikako obrnuto. Ovo je neophodna potreba ne samo zbog zahteva naše privrede i povećanja našeg motornog saobraćaja (1970. godine imaćemo jedan automobil na svakih 37 stanovnika, tj. za 3,1 puta više nego danas), već i zbog budućeg ogromnog porasta inostranog automobilskeg turističkog saobraćaja u našoj zemlji odnosno tranzitnog saobraćaja.

Kada govorimo o turizmu, msilim da je velika šteta što u sedmogodišnjem planu nije predviđeno građenje nekih izrazito turističkih puteva, kao

što su, Topola - Rudnik, Prizren - Sredska - Kačanik, Ušće - Studenica - Ivanjica idr. Istina, ne može se zaostalost u putevima likvidirati samo u jednom sedmogodišnjem planu. No, možda će srezovi i komune iz svojih sredstava pristupiti građenju savremenih turističkih puteva, koji će im često doneti veće koristi nego neke fabrike i fabričice.

U pogledu sedmogodišnjeg plana, kao što smo istakli, predviđeno je dovršenje „Auto-puta” od Beograda do granice SR Hrvatske. Verujemo da će se u planu Hrvatske predvideti dovršenje „Auto-puta” do Zagreba, jer je krajnje vreme da se eliminišu opasna ukrštanja u nivou sa poprečnim putevima. No, pored izrade nadvoznjaka i priključaka, mislim da je vreme da pristupimo planiranju građenja i drugog kolovoza, kako bismo što pre izradili pravi auto-put, tj. sa dva kolovoza. Ovim će se ne samo povećati propusna moć puta, nego će se povećati i bezbednost saobraćaja, koja je na sadašnjem putu veoma nepovoljna. Realizacija bi se mogla vršiti etapno, zavisno od intenziteta saobraćaja. U prvo vreme mogao bi se auto-put izgraditi u području većih gradova Beograda, Zagreba, Ljub-

ljane i dr., a docnije njegovo povezivanje na celoj dužini.

Čini mi se da je vreme da pomišljamo i na planiranje mreže auto-puteva u našoj zemlji, jer nam se može dogoditi da nas nagli porast automobilske saobraćaja na nekim pravcima pretekne. I ovde bi se moglo raditi etapno. U prvoj fazi mogli bi da gradimo samo jedan kolovoz, a u daljim fazama pretvaranje takvih puteva za čist motorni saobraćaj odnosno u pravi auto-put. To bi nesumnjivo predstavljalo pravilnu putnu politiku. Naši auto-putevi mogli bi da budu sa skromnijim elementima, a naročito u pogledu širine. Mogli bismo da idemo i na širine od 21-24 m, tj. na dva puta manje širine, nego što su širine auto-puteva u nekim zemljama Evrope (Belgija i dr.). Samo sa ovakvim blagovremenim i dugoročnim planiranjem mogu se dobiti projekti sa optimalnim rešenjima u saobraćajnom, tehničkom i ekonomskom pogledu. S druge strane, takva politika omogućuje da se građevinska preduzeća blagovremeno pripremaju za realizaciju tih obimnih zadataka na građenju savremenih puteva najviše kategorije.

Dipl. ing. Mihailo PETROVIĆ

Razvoj drumskog saobraćaja i izgradnja puteva sa savremenim kolovozima

Period od 1900. do 1920. godine

Krajem XIX veka, drumski je saobraćaj bio u krajevima koji sada ob-razuju Jugoslaviju, kao uostalom i kod drugih razvijenih zemalja, veoma zapostavljen; putovalo se drumovima samo po nevolji, ako nije bilo železnice, ili samo do pristupne železničke stanice. Malo se gradilo u Srbiji napr. sem puta Paraćin - Čestobrodica i Požega - Ovčarska Klisura građeni su samo vojnički putevi pored turske i bugarske granice; u Banatu su Austrijanci, naprimer, gradili puteve tek 1915. godine za ofanzivu prema Srbiji za vreme Prvog svetskog rata. Do ratova 1912. godine u Srbiji nije bilo ni stotinu automobila. Pa ipak, posle 1908. pomišljalo se na rat i ratni saobraćaj, i 1910. donet je savremen Zakon o javnim suvozemnim putevima. Na osnovu njeg-a pripremao se program za građenje 1000 km puteva (docnije delimično ostvaren) i izrađene su potrebne uredbe, pravilnici propisi, normalije i tipovi. Naši protivnici, Turci, međutim, bili su brži i izgradili su do 1912. god. u Makedoniji oko 300 km tucaničkih puteva, ali koji su tada više koristili nama.

Period od 1920. — 1930. god.

Posle I svetskog rata, u kome su obe ratne strane razvile neočekivan motorni saobraćaj, a sile Sporazuma proizvele i upotrebile u masi motor-na borna kola, uvidelo se da se moraju graditi jači kolovozi, i pokušali su da ih grade najpre od kamena i tvrdog tucanika, ali se odmah pokazalo da to nije dovoljno i da, zbog brzine i gustine saobraćaja, putevi moraju biti ne samo dovoljno otporni, nego i bez prašine. Građeni su zastori od 15 cm uvaljanog tucanika na kamenoj podlozi od 20 cm debljine ili makadamski kolovozi od 25 cm debljine. Radi suzbijanja prašine, oni su najpre pouljavani, a zatim premazivani katranom ili bitumenom u jednom ili više sojeva. Ovakvi kolovozi, ali bez zaštite od prašine, postavljani su i kod nas po postojećim putevima i rekonstruisanim, s obzirom na zakonom povećanu brzinu (max 50 km/na čas). U razdoblju od 1920—1930. godine mi smo izradili 1403 km tucaničkih puteva, od kojih samo 40 km za težak saobraćaj i bez prašine (na državnim putevima u okolini velikih gradova). Ali u ovom razdoblju bilo je glavno obezbediti saobraćaj u svako doba za sva vozila i zato je trebalo prvo izgraditi mostove. Izgrađeni su mnogobojni i u-

zorni mostovi preko Save, Dunava, Drine, Morave idr. i obnovljeni i pojačani porušeni mostori u Prvom svetskom ratu na račun velikih reparacija od Nemačke. Jugoslavija je u doba 1930—1935 imala najmodernije i najjače čelične mostove u Eropi (vidi časopis Jugoslavija na tehničkom polju 1918—1930.).

U Jugoslaviji je u ovom razdoblju bilo oko 10.000 motornih i oko milion zaprežnih vozila. S obzirom na ovaj broj vozila, njihovu strukturu, njihovu težinu i zakonske propise kao i dužinu puteva (10.000 državnih i 30.000 nedržavnih kategorisanih puteva), kao i novčanih sredstava, trebalo je odrediti putnu politiku. No tada nastupa poznata privredna kriza (1929—1934 god.). U to doba, 1918—1930 god. u Srednjoj i Zapadnoj Evropi automobilski se saobraćaj naglo razvijao, kako u pogledu broja kola, tako i težine. Francuska vrši katranisanje i asfaltiranje puteva, Nemačka stvara svoju modernizovanu mrežu puteva, tako da ima samo 40% neobrađenih tucaničkih puteva; po ugledu na Ameriku, Engleska počinje da gradi puteve od cementnog betona, Čehoslovačka svoje glavne puteve obrađuje ugljovodičnim makadamskim i površinskim obradama, najpre na 5 potom 5,5 m širine; Mađarska gradi po postojećim putevima ugljovodonične i naročito betonske kolovoze (13 cm jačine, a širine 5,5). Austrija počinje da gradi nove turističke puteve, a stare površinske obrađuje. Italija počinje da gradi prvu betoniranu i asfaltiranu autostradu (bez sastavaka širine 6 m kolovoza) koju predaje saobraćaju naplaćujući vožnju (Venecija—Milano).

Period 1930—1939 (1940)

Na kongresu za puteve u Vašingtonu 1930 god. uvidelo se da, prema razvoju saobraćaja u razvijenim zemljama, putevi ne mogu svojom ši-

rinom da zadovolje saobraćaj motornih vozila, čije se brzine naglo povećavaju. Zele se veće brzine, koje se u nekim zemljama ne ograničavaju (Italija). Preporučuju se minimalne čiste širine modernih kolovoznih površina od 6 m. U ovom periodu, u Nemačkoj počinju graditi nove puteve sa dve ili više saobraćajnih traka isključivo za automobilski ili pretežno automobilski saobraćaj. Nemci izrađuju, do rata 1939, 3.000 km svojih autostrada sa dve kolovozne trake (kolovozne trake 7,5 m) pored 650 km novih betonskih puteva za sve vrste vozila. U Engleskoj je, u ovo doba, već izgrađeno 33.000 km novih cementno betonskih puteva (oko 2 mil. mot. vozila), a u SAD 250.000 km (50 miliona raznih kola). Ostale razvijenije zemlje daleko zaostaju, Francuska (sa preko 1,5 miliona kola), imajući više od 150 godina vrlo dobru mrežu puteva, izgradila je samo 450 km, Italija (sa nešto preko 500.000 kola) 520 km; Austrija 100 km puteva, a Mađarska 213 km (obe više od 200.000 kola u to doba); Čehoslovačka 252 km, Švajcarska 84 km, Belgija 705 km, Holandija 327 km — novih cementno betonskih puteva.

U Jugoslaviji se do 1936 godine na putevima malo radilo ali dosta na mostovima (mostovi preko Save kod Rače i Beograda i mostovi preko Dunava u Novom Sadu i Beogradu i dr.) Naime, u to se vreme nije raspolagalo posebnim finansijskim sredstvima ni fondovima.

Međutim, od 1936 godine pa do, uglavnom, 1939, rekonstruiše se i modernizuje oko 550 km puteva (od kojih 500 za težak saobraćaj, 6,00 m širine) i oko 450 km tucaničkih, iz zajma od 578 miliona dinara, a zatim od drugog zajma od 500 miliona dinara, koji se nije mogao koristiti — u celini, zbog ratnih prilika 1941. godine izvršen je samo jedan

deo radova. Od velikih mostova za ove tri godine izgrađeni su mostovi preko Save u Zagrebu i Okučanima, most preko Tare i kod Malog Idoša.

To je u glavnom rad između dva svetska rata u Jugoslaviji. Da rezimiramo: na modernizaciji puteva Jugoslavija je (uglavnom od 1936 do 1939 godine) izgradila i rekonstruisala:

puteva, modernih, bez prašine	876 km
ostalih puteva (državnih):	
od 1918 do 1930	1001 km
od 1930 do 1941	1528 km
	3405 km

Pored navedenog, u pomenutom periodu izgrađeni su za glavnu državnu mrežu mostovi preko velikih reka: Dunava, Save, Drine, Morave, Vardara i drugih reka i permanizovano 75% objekata na njima.

Po broju motornih vozila (18.000) i mreži puteva bez prašine, Jugoslavija je bila, do sloma u 1941 godini na jednom od poslednjih mesta u Evropi. Ipak su putevi državne mreže bili sposobni da održe saobraćaj u svako doba, s obzirom na malu gustinu saobraćaja i tadašnja saobraćajna opterećenja.

Period 1941. do 1945.

U ratu 1941—1945 naročito su Srbija i Crna Gora pretrpeli znatne štete: svi su veći mostovi porušeni i putevi upropašćeni. U Hrvatskoj i Sloveniji uglavnom putevi i mostovi su sačuvani šta više, veliki deo puta (Varaždin—Zagreb) izgrađen je u ovo vreme, a sa dobitkom novih teritorija povećane su znatno kilometraže asfaltnih puteva u Sloveniji i Hrvatskoj. Dok su Srbija i Crna Gora tek vaspostavljale saobraćaj i obnavljale objekte za najpotrebniji saobraćaj, Slovenija i Hrvatska su mogle izvoditi modernizaciju svojih puteva sa većim ili manjim uspehom.

Period 1945. do 1960. godine

U Evropi se posle međunarodnog kongresa za puteve u Minhenu 1934. godine uvidelo, da se novi putevi moraju graditi za moderan motorni saobraćaj i postepeno isključiti zaprežni. Brzine, a u vezi s tim, i elementi puteva izmenili su se, pa prema tome i način trasiranja. Broj vozila se u svima zemljama sveta naglo povećavao da je u ovom periodu dostigao 150 miliona vozila prema 50 miliona neposredno pred drugi svetski rat. Saobraćaj u velikim gradovima postao je veoma težak.

U Jugoslaviji je u periodu od 1947 do 1950 izgrađen autoput Beograd—Zagreb, a zatim do 1960. godine su izgrađeni i drugi putevi kao Zagreb—Rijeka—Pula, Ljubljana—Trst, Beograd—Požarevac—Petrovac, Paraćin—Niš i dr. Najvećim delom gradili su se putevi I reda i magistrale Beograd—Đevdelijski i Zagreb—Rijeka. Broj motornih kola dostigao je 150 hiljada kola, neracunaajući motocikle i slična vozila.

Izgrađeno je do sada, rekonstruisano i modernizirano oko 5.000 km puteva, od kojih za čisto motorni saobraćaj oko 750 km, a za težak saobraćaj oko 1.500 km, dok su ostali za srednji saobraćaj.

Što se mostova tiče oni još nisu permanizovani (oko 70% zbog opšteg rušenja za vreme rata). Veliki su mostovi zamenjeni kod Beograda i Okučana preko Save (a rade se preko Dunava kod Novog Sada i Beograda) dok srednji rasponi, naročito u Crnoj Gori, još nisu svi obnovljeni (izuzev mosta preko Tare kod Đurđevića Tare).

Što se tiče održavanja puteva, oni se poslednjih godina bolje održavaju (u Sloveniji sasvim dobro) ali su sredstva nedovoljna.

II

KONKRETNI PRIMERI GRAĐENJA NEKIH PUTEVA

Dipl. ing Dimitrije ANTIĆ

Iskustva sa građenja i održavanja puta Avala – Kragujevac

Uvod

Put Beograd-Kragujevac, koji ide preko Avale-Ralje, Mladenovca i Topole, rekonstruisan je u periodu od 1924. — 1927. g. On je bio projektovan i građen po principima tehnike koja je u to doba odgovarala veličini saobraćaja, vrsti vozila i osovinskom opterećenju. U to vreme preovladivao je zaprežni saobraćaj, pa je on bio merodavan za usvajanje odgovarajućih elemenata. Isto tako, skromna sredstva za rekonstrukciju puta uslovljavala su elemente koji su primenjeni pri njegojovj rekonstrukciji.

Pod ovakvim uslovima za projektovanje rekonstrukcije puta određeni su i sledeći elementi:

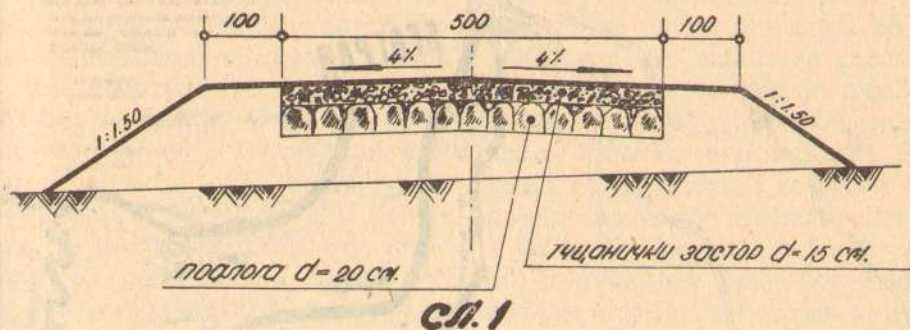
- Maksimalan nagib nivelete 4‰.
- Minimalni poluprečnik horizontalnih krivina $R_{\min} = 50 \text{ m}^1$.
- Širina kolovoza 5,00 m¹.
- Širina bankina obostrano po 1 m¹.
- Konstrukcija kolovoza: podloga od lomljenog kamena debljine 20 cm, i preko nje tucanički zastor debljine 15 santimetara.
- Poprečni profil kolovoza u obliku krova i u pravoj i krivini sa nagibom 4‰, što znači da nije rađeno nadvišenje u krivini.

Maksimalni nagib nivelete od 4‰ je usvojen s obzirom na vučnu snagu zaprežnih vozila. Zbog ovog uslova na svim potezima, gde je stari put imao veći uspon, rekonstrukcijom se predviđalo razvijanje trase, da bi se postigao željeni nagib nivelete. Zbog toga je na nekim delovima napuštan stari put koji je imao mnogo opruženiju trasu ali sa većim usponom. Ovaj uspon na starom putu na više mesta nije prelazio nagib od 7‰.

Rekonstrukcija puta od Beograda do Kragujevca je završena 1927. godine. Nagli porast automobilskog saobraćaja u svetu, koji se i kod nas mada u značajno manjoj meri razvijao, zahtevao je puteve sa elementima koji bi omogućavali veće brzine. Isto tako, zbog usisavajućeg dejstva pneumatičkih točkova automobila, nastalo je brzo razaranje vodom veznog tucaničkog zastora, pa je i kod nas ubrzo put Beograd-Kragujevac dobio udarne rupe, koje su uticale na smanjivanje brzine, i izazivale česte kvarove automobila, skraćujući im time vek trajanja.

Zbog velikog porasta prigradskog saobraćaja na ovome putu od Beograda do Avale (km 219 + 400) izvršena je modernizacija kolovoza 1930 godine izradom asfaltbetona sa binderom kao međuslojem.

ПОПРЕЧНИ ПРОЈЕКТ У ПОДБОЈУ КРАГУЈЕВЦА



Porast automobilskeg saobraćaja u svetu nametnuo je potrebu rešavanja međunarodne putne mreže. Pri tome rešavanju, Jugoslavija je bila predodređena, da preko njene teritorije pređe jedan od međunarodnih puteva. Za vezu iz pravca sever - jug, moravska dolina je pružila povoljne mogućnosti za izradu međunarodnog puta, pa je konvencijom od 1935. godine Jugoslavija primila obavezu da izradi automobilske put br. E 5, na svojoj teritoriji, koji je trebalo da poveže London sa Bagdadom.

Pravac ovog puta polazio je od mađarske granice kod Horgoša preko Subotice i Novog Sada do Beograda. Od Beograda trebalo je da put uđe u moravsku dolinu između Smedereva i Osipaonice, pa da je zatim koristi sve do Niša, odakle je dolinom Nišave trebalo da dođe do bugarske granice kod Dimitrovgrada. Zbog oskudnih sredstava rešeno je da se od Beograda preko Kragujevca do Svetozareva privremeno iskoristi postojeći put, koji je od Beograda do Kragujevca rekonstruisan kao što je napred izneto od 1924. — 1927. god.

Tako je došlo da se na rekonstruisanom putu Beograd - Kragujevac

izvrši modernizacija kolovoza, pri čemu je trebalo do maksimuma iskoristiti kolovoznu konstrukciju, od kamene podloge i tucaničkog zastora koji je u priličnoj meri već bio poaban.

Oštri rokovi za građenje automobilskeg puta E5 primorali su Ministarstvo građevina, da izradi aproksimativni predračun za modernizaciju puta Beograd-Kragujevac bez ikakvog projekta za prve dve deonice od Avale do iza Mladenovca (Milatovačka reka), i da na osnovu njega raspiše licitaciju u 1935. godini sa rokovima građenja od dve godine.

Istovremeno je formirana V terenska tehnička sekcija sa zadatkom da izvrši snimanje postojećeg puta od Avale do Kragujevca, i izradi projekat za modernizaciju puta, a zatim da vodi nadzor u toku građenja. U sastavu ove sekcije je ušao i autor ovog članka koji je ostao za sve vreme građenja puta sve do 1941. godine tj. do početka rata.

IZRADA PROJEKTA

Terenski radovi na snimanju i obeležavanju puta obavljeni su u drugoj

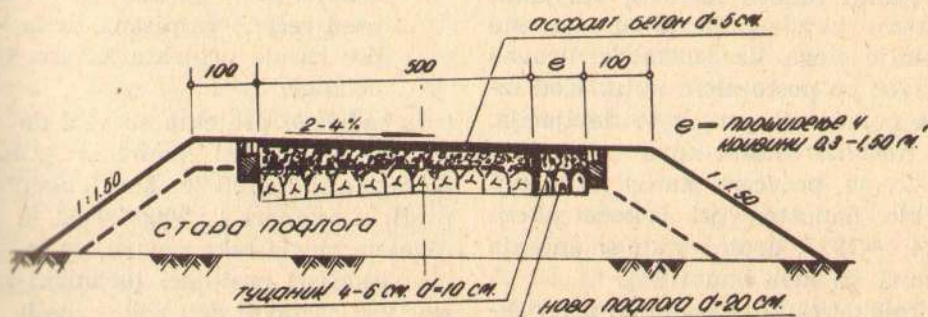
polovini 1935. godine, a projekat je izrađen u toku zime 1935/36. godine. U to vreme su već postojali izvesni tipovi i propisi za projektovanje puteva. Prema pomenutim propisima trasa se oblikovala od prave i kružne krivine. Podužni nagibi za puteve I reda bili su do 6‰. Poprečni profili kolovoza u pravoj - krovasti, a u krivini jednopadni - tj. predviđalo se nadvišenje u krivinama. U krivinama se predviđalo proširenje kolovoza kod poluprečnika manjih od $R + 3.00 \text{ m}^1$. Početak proširenja se nalazio u pravoj na odstojanju 15 m^1 od početka kružne krivine tako da je puno proširenje prostizano na početku kružne krivine. Od ovog prepisa je odstupljeno, pa je u projektu prelaz iz prave u krivinu sa odgovarajućim proširenjem projektovan tako, da je unutar njica kolovoza u krivini spojena sa ivicom kolovoza u pravoj po kubnoj paraboli ili po krivoj poluprečnika $2 R$. Poprečni nagib kolovoza u pravoj primenjivan je za asfaltni kolovoz 2,5‰ a za kolovoz od sitne kocke 3‰. Poprečni nagib kolovoza u krivini bez obzira na vrstu kolovoza za poluprečnik do $R + 150 \text{ m}^1$ broje 4‰, a za poluprečnike od 150 — 300 m nagib je bio 2‰. Za veće poluprečnike od 300 m^1 propisi

su predviđali krovasti profil kolovoza kao u pravoj, tj. bez nadvišenja u krivini. U projektu je i za krivine čiji je poluprečnik veći od $R + 300 \text{ m}^1$ zadržan jednostrani nagib od 2‰.

Kolovoz od asfalta se predviđao na onim potezima gde je nagib nivelete bio do 3‰. Preko 3‰ predviđao se kolovoz od sitne kocke. Sitna kocka se predviđala i za prolaz kroz naselja bez obzira na nagib nivelete.

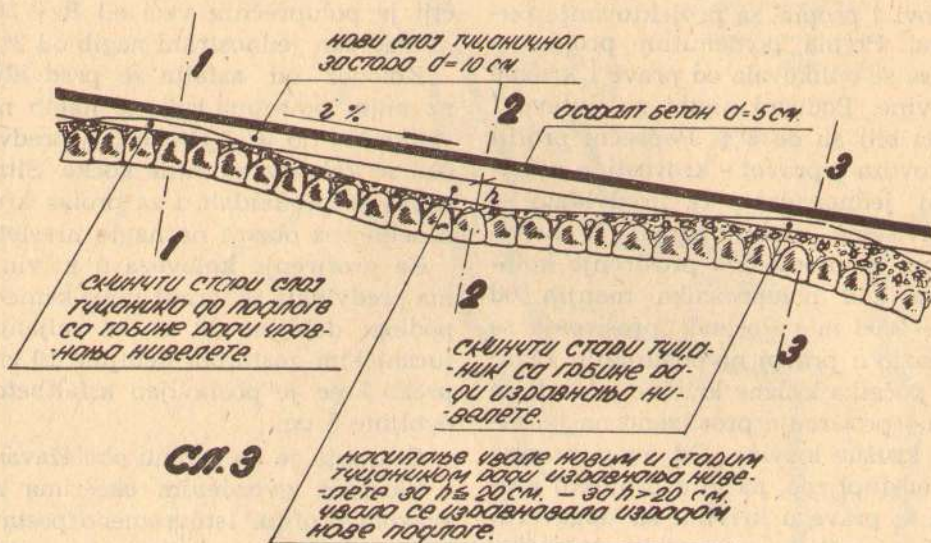
Za proširenje kolovoza u krivinama predviđala se izrada nove kamene podloge debljine 20 cm sa valjanim tucaničkim zastorom debljine 10 cm, preko koje je postavljan asfaltbeton debljine 5 cm.

Osa puta je na terenu obeležavana i fiksirana gvozdenim ekserima na svakom profilu. Istovremeno postavljane su stalne tačke na svakih 0,5 km. Sondiranjem tucaničkog kolovoza ustanovljena je debljina sloja tucanika iznad kamene podloge. Pri obeležavanju krivina zadržani su postojeći poluprečnici, da bi se što više iskoristila postojeća kolovozna konstrukcija iako su krivine sa poluprečnikom $R = 50 \text{ m}^1$ bile brojne. Na inicijativu tehničkog osoblja terenske sekcije, Ministarstvo građevina je odobrilo, da se na povoljnim terenskim potezima napusti kolovozna



СЛ. 2

ПОДУЖНИ ПРОФИЛ ПУТА



konstrukcija i projektuju devijacije puta, u cilju poboljšanja elemenata i skraćivanja dužine puta. Tako je na primer, na varijanti iza Topole na km 87. eliminisano 22 krivine poluprečnika pretežno $R = 50$ m sa 3 krivine poluprečnika $R = 300$ m¹ uz skraćenje dužine puta od 1.850 m. Zbog ovog skraćenja dužine puta i visinske razlike na početku i kraju varijante javio se uspon od 7% na dužini oko 400 m¹. I pored znatnih zemljanih radova na ovoj varijanti, koštanje izrade puta je bilo znatno jeftinije nego da se modernizovao kolovoz po postojećem putu. Kod izrade pomenutih projekata devijacija, na nekoliko mesta nova trasa puta prešla je pravcem starog puta koji je bio napušten pri rekonstrukciji 1924. — 1927. godine radi smanjenja uspona na maksimum 4%.

Projekat puta je podeljen u 5 deonica prosečne dužine oko 21 km. Sadržina projekta je obuhvatila:

- Situaciju puta 1 : 2000.
- Podužni profil 1 : 2000/20.
- Poprečne profile 1 : 100 i karikirane 1 : 100/20.
- Profil masa za devijacije puta.
- Proširenje propusta i mostova.
- Posebne predmere.
- Opšti predmer.
- Predračun radova po propozicijama sa jedinačnim cenama iz aproksimativnog predračuna, na osnovu koga je kao što je napred rečeno raspisana licitacija pre izrade projekta za pre dve deonice.

Iz sadržine projekta se vidi da su ucertani karikirani poprečni profili u razmeri 1 : 100/20, kao i podužni profil u razmeri 1 : 2000/20 da bi se niveleta mogla tako povući, da se što više iskoristi postojeći tucanični zastor kao sastavni deo kolovozne konstrukcije. Niveleta je tako povlačena da se dobije najmanje 10 cm tuc-

ničnog sloja u uvaljanom stanju iznad stare podloge.

Postojeći tucanični kolovoz je bio deformisan u poprečnom profilu, a niveleta puta i kolovoza je bila na celoj dužini nepravilna sa manjim ili većim talasima, koji su nastali zbog neravnomernog sleganja trupa puta, jer se pri njegovoj rekonstrukciji od 1924. — 1927. godine nasipi nisu mašinski nabijali.

Pri povlačenju nivelete težilo se, da se dobije pravilna niveleta novog koloznog zastora. Zbog toga je niveleta zasecala grbine i nasipala uvale. Zasecale su se grbine na onim mestima gde je stari tucanični zastor bio veće debljine sve do podloge, tako da je na tim mestima predviđen novi tucanični zastor preko podloge debljine 10 cm. Ispunjavanje uvala se predviđalo tucanikom uz upotrebu i storog tucanika, koji je dobiven zasecanjem grbina.

Na onim mestima gde su se sa novom niveletom javljale uvale dubine veće od 20 cm predviđeno je njihovo ispunjavanje kamenom podlogom promenljive debljine od 10 cm pa na više. Preko ove podloge predviđao se završni sloj od tucanika debljine 10 cm u uvaljanom stanju. Izravnavanje nivelete (ispunjavanje uvala) predviđalo se sa kamenim materijalom da ne bi došlo do sleganja a time i do deformisanja i prskanja asfaltnog zastora.

Širina postojećeg tucaničnog kolovoza bila je 5 m¹, pa je zbog toga nova kolovozna konstrukcija od asfalt betona i sitne kocke predviđena 5 m¹, jer bi već širina novog kolovoza zahtevala proširenje podloge. Projektom su se predviđali obostrano pored kolovoza ivičnjaci od mozaik betona širine 0,25 m¹. Ukupna širina puta u pravo sa bankinama projektovana je $5,00 + 2 \times 1,00 = 7,00$ m.

Za odvodnjavanje površinske vode koristili su se postojeći trapezasti jar-

kovi. Na pogodnim mestima umesto trapezastih jarkova projektovani su trouglasti kaldrmisani rigoli u cementnom malteru širine 1 m, debljina kaldrme 20 cm na podlozi preseka debljine 10 cm.

Kolovozni zastor od asfaltbetona predviđen je na usponima do 3%, a na 3% predviđao se kolovoz od sitne kocke. Ukupna dužina puta sa kolovozima od asfalt betona iznosi 76,6 km., a od sitne kocke 31,9 km. Na celoj dužini puta od Avale do Kragujevca predviđena je izrada finog asfalt betona debljine 5 cm., izuzev od Milatovačke reke (iza Mladenovca) do Topole, gde je predviđen dvoslojni asfaltbeton $3 + 3 = 6$ cm, međusloj od grubog asfaltbetona i abajući sloj od finog asfaltbetona.

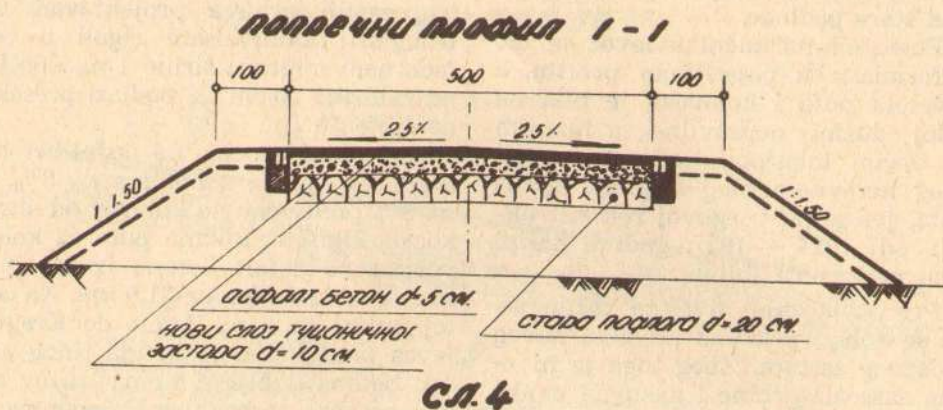
Gradjenje puta

Prve dve deonice od Avale do Milatovačke reke ustupljene su u rad preduzeću u drugoj polovini 1935. godine. Na trećoj deonici od Milatovačke reke do Topole gradjenje je počelo krajem 1937. godine, a 1938. godine počelo se sa gradnjem kolovoza kroz Topolu sve do crkve na Oplencu. Poslednje dve deonice od Topole do Kragujevca su ustupljene u rad 1939. godine.

Pogodbeni elaborat, pored projekta i predračuna, sadržao je Opšte i posebne uslove — specijalne uslove — za građevinske materijale, kao i za izradu kolovoza od asfaltbetona i sitne kocke.

Specijalni uslovi za materijale propisivali su kvalitet materijala kao i način kontrole kvaliteta i prijema, a za, način izrade i kontrola kvaliteta. kocke propisivan je kvalitet kolovoza, način izrade i kontrola kvaliteta.

Za sve vreme gradjenja puta vođen je nadzor od strane organa Ministar-



stva građevina. U tu svrhu je pomenuta V terenska sekcija po završenoj izradi projekta za modernizaciju puta, nastavila rad na terenu vodeći stalan nadzor za celo vreme građenja puta.

Sekcija je na terenu bila podeljena na deonice. Na svakoj — deonici se nalazio šef deonice — inženjer, sa 2 do 3 tehničara. Svaka deonica je bila opremljena sa putničkim automobilom, svim merničkim priborom i kancelarskim nameštajem i priborom. Sedište sekcije je bilo u Topoli, a sedište deoničkih inženjera na pogodnim mestima — naseljima na odgovarajućim deonicama.

Nadzorni inženjeri na deonicama su vodili stalni nadzor na građenju puta kontrolišući kvalitet materijala i radova u smislu pogodbenih uslova. Isto tako vodili su građevinski dnevnik i vršili parcijalno prijem materijala i izvršenih radova, a podatke o prijemu unosili u građevinsku knjigu, koja je predstavljala dokument za obračun izvršenih radova. Na osnovu izvršenih radova unetih u građevinsku knjigu nadzorni inženjer je sastavljao mesečni obračun sa preduzećem.

Po završenom građenju svake deonice vršen je komisiski prijem i obračun radova — kolaudacija. Pogodbenim uslovima predviđen je garantni rok za kolovoz od 6 godina, u kome je roku preduzeće bilo dužno da izvrši opravke svih eventualnih kvarova bez naknade.

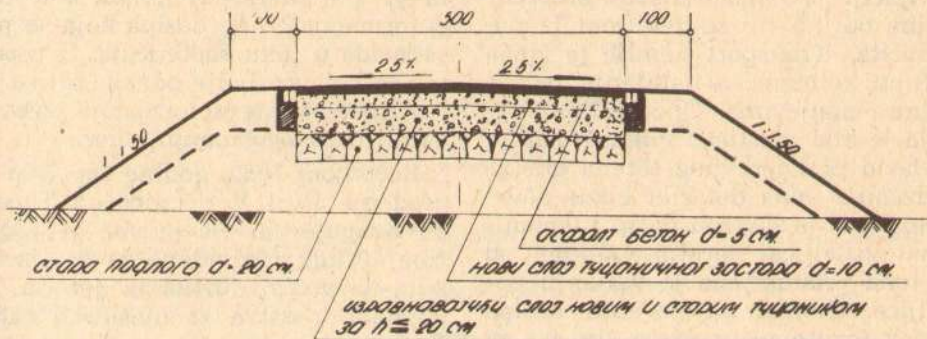
IZVOĐENJE GLAVNIH VRSTA RADOVA

a) Zemljani radovi

U periodu od 1936—1938. godine na I, II i III deonici od Avale do Topole, zemljani radovi su se sastojali uglavnom od nasipanja i planiranja bankina, jer se skoro na celoj dužini koristio postojeći kolovoz, koji se sastojao od kamene podloge i tucaničkog zastora.

Na izuzetno težim mestima izrađene su manje devojacije puta na kojim je delovima napušten postojeći kolovoz, te su se pojavili zemljani radovi na otkopavanju useka i izradi nasipa. Od ukupne dužine puta od Avale do Topole, km 62., korišćen je

ПОПРЕЧНИ ПРОФИЛ 2-2 ЗО $h \leq 20$ см.



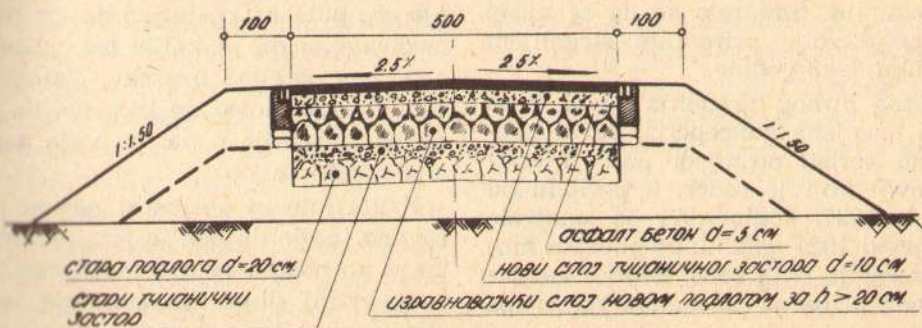
СЛ. 5

postojeći kolovoz na dužini od 56 km., a devijacije su izvršene na dužini 6 km.

Zemljani radovi na izradi nasipa i otkopavanju useka su vršeni ručno. Transport zemlje je vršen ručnim kolicima, kordama i zaprežnim kolima. Nabijanje nasipa je vršeno ručnim maljevima i prelazom preko na-

sipa kordama i zaprežnim vozilima koja su vukla zemlju iz useka u nasip. Ručnim nabijanjem nasipa se nije postizala skoro nikakva zbijenost, dok je zbijenost nasipa sa prelazom zaprežnih vozila i korde bila nešto bolja, ali se i na ovim nasipima javila po izradi kolovoza u toku saobraćaja deformacija puta. Na iz-

ПОПРЕЧНИ ПРОФИЛ 2-2 ЗО $h > 20$ см.



СЛ. 6

lazu iz Vlaškog polja ka Mladenovcu od km 254 + 400 do 254 + 650 na devijaciji je izrađen nasip prosečne visine od 1,5 m¹ sa zemljom iz pozajmišta. Transport zemlje je vršen ručnim kolicima, a nabijanje zemlje ručnim maljevima. Upotrebljena zemlja je bila plastična glina. Nasip je prelazio preko ravnog terena gde je podzemna voda dolazila blizu površine. Kada je završen nasip i isplanirana posteljica, parnim valjkom od 14 tona pristupljeno je valjanju posteljice. Odmah na početku nasipa valjak je utonuo u nasip oko 0,4 m tako da se moralo odustati od valjanja posteljice. Upotrebljen je za valjanje posteljice stočni valjak težine oko 2 tone koji je donekle stvorio malu zbijenu koru na posteljici. Ostavljen je nasip da se prirodno sleže od proleća do jeseni, kada je pokušano da se osušena posteljica ponovo uvalja valjkom od 8 tona a zatim od 14 tona. Uspelo se da se posteljica uvalja, mada se pri pretanju valjka javljalo slabo talasanje posteljice. Na ovakoj posteljici izrađena je podloga. uvaljan tucanični zastor i izrađen kolovoz od sitne kocke. U toku saobraćaja javljale su se deformacije kolovoza naročito u proleće posle kravljenja leda i obilnih prolećnih kiša. U doba građenja ovog puta nije se znalo o kapilarnom penjanju, štetnom dejstvu mraza, zbijenosti itd. Smatralo se da se nasip najbolje zbija prirodnim sleganjem u toku 2—3 godine.

Zbog hitnog građenja ovog puta je i usvojena koncepcija, da se pretežno koristi postojeći put i njegov kolovoz koji je rađen u periodu od 1924—1927. godine, jer se smatralo da je od 1927. godine do početka modernizacije puta 1935. godine već izvršena prirodna konsolidacija trupa puta.

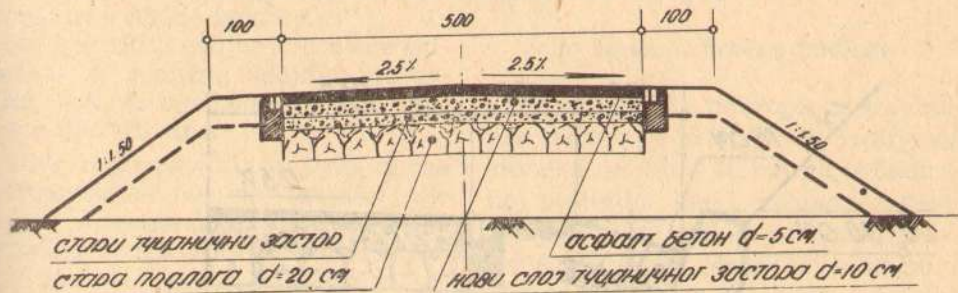
I na ostalim devijacijama gde se transport zemlje vršio kordama i za-

prežnim vozilima, i gde su zbog toga nasipa bili nešto bolje zbijeni, nastala je po završenoj izradi kolovoza deformacija trupa nasipa koja se povećavala u toku saobraćaja. U usecima se kolovoz bolje održao, ali su se i u njima javile deformacije kolovoza ali u mnogo manjoj meri.

Početkom 1939. godine započelo je građenje IV i V deonice od Topole do Kragujevca. Na ovome delu dužine 40 km predviđene su devijacije puta na većim dužinama jer su se pojavila sredstva za mašinsko nabijanje nasipa, kao što su eksplozivne žabe, ježevi i plat vibratori, jer se smatralo da se nasipi nabijeni mašinskim putem neće deformisati. Nasipi su nabijeni ježevima i eksplozivnom žabom težine 500 kg. Primećeno je da se za izradu nasipa koji su nabijani ježevima i žabama, upotrebila veća kubatura zemlje, nego što je iznosila količina iskopane samonikle zemlje iz useka ili pozajmišta. Ovo su bila prva iskustva sa mašinskim nabijanjem nasipa, jer se kod ručnog nabijanja ili sa nabijanjem koje su vršila zaprežna vozila i korde prelazom preko slojeva nasipa uvek javljao višak zemlje u iskopu, tj. za izradu nasipa ugrađivala se manja količina zemlje nego što je iznosila količina iskopane zemlje u useku ili pozajmištu. Kod iskopčavanja ose puta na posteljici nasipa primćivalo se da se kolje teže zabija nego na posteljici u useku. Na osnovu ovoga se došlo do iskustva da je zbijenost zemlje u nasipu veća nego u samoniklom tlu.

Kriterijum za zbijenost nasipa ježevima je bio da bodlje ježa pri kretanju po nasipu ostave male tragove na površini sloja. Za nabijanje eksplozivnom žabom kriterijumi zbijenosti je bio da se cela površina sloja pređe žabom. Kod nabijanja ježevi-

ПОПРЕЧНИ ПРОРЕЗ 3-3



СЛ. 7

ma nasip se nabijao u slojevima debljine 20 cm, a žabama 40 cm u rastresitom stanju.

Po završenoj izradi kolovoza preko nasipa nabijenih mašinskim putem u toku saobraćaja nisu konstatovane vidne deformacije nasipa ni kolovoza.

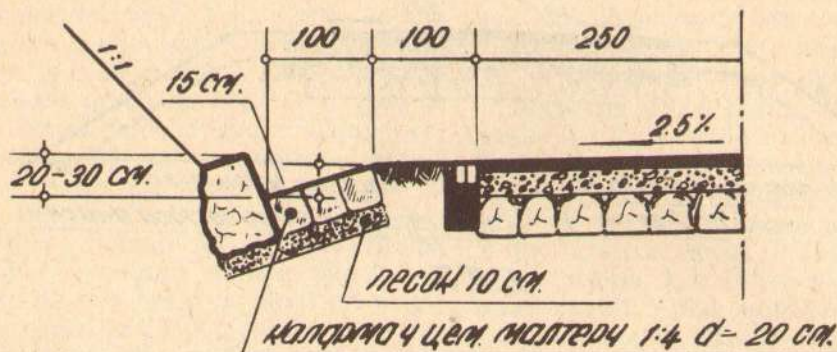
Izuzetak se javio na nasipu od km 296 + 450 do km 296 + 750. Ovaj nasip je izrađen od zemlje dobivene proširenjem zaseka na km 297. Ručnim otkopavanjem odvajala se zemlja u grudve. Od ovako grudvastog materijala rađen je nasip u slojevima i nabijan eksplozivnom žabom. Kod razastiranja slojeva zemlje trudilo se da se grudvasti materijal izmeša sa sitnijom zemljom u koliko je to bilo moguće. Pri valjanju posteljice valjkom od 14 tona nije se primjećivalo talasanje posteljice. Na ovako izrađenom nasipu položena je kamena podloga debljine 20 cm i uvaljan tucanični zastor debljine 10 cm u uvaljanom stanju. Preko uvaljanog tucaničnog zastora pušten je saobraćaj 30 dana, a zatim izrađen asfaltbeton septembra 1939. godine. U proleće 1940. godine pojavile su se na asfaltu nepravilne pukotine, a

zatim i vidne deformacije kolovoza. Ove deformacije su se povećale početkom 1941. godine. U toku održavanja saobraćaja sve do danas na ovom nasipu se javljaju deformacije kolovoza — naročito leva strana na kojoj je i nasip veće visine, zbog nagiba terena na kome leži nasip.

Krajem novembra 1964. godine izvršeno je otkopavanje sondažne jame u nasipu na km 296 + 600. U nasipu su konstatovane šupljine, koje su verovatno ostale još kod izrade nasipa zbog nemogućnosti potpunog komprimovanja masne grudvaste gline. Kvarovi na kolovozu nastali su i usled dejstva mraza, mada se u doba građenja još nije znalo za štetne dejstvo mraza na kolovoze koji su položeni na tlu opasnom na mrazu.

Navešću jedan primer štetnog dejstva mraza na asfaltnom kolovozu od km 251 + 90 do km 252 + 109 koji je položen na staroj podlozi postojećeg puta. Trup puta je u nasipu visine 1,00 — 1,50 m koji leži u ravnici. Podloga je imala debljinu 20 cm kao što je bila urađena na celoj dužini pri rekonstrukciji puta od 1924. do 1927. godine. Preko podloge je debljina starog i novo uvaljanog tuca-

ТРОУГОЛНИ АУГОЛ

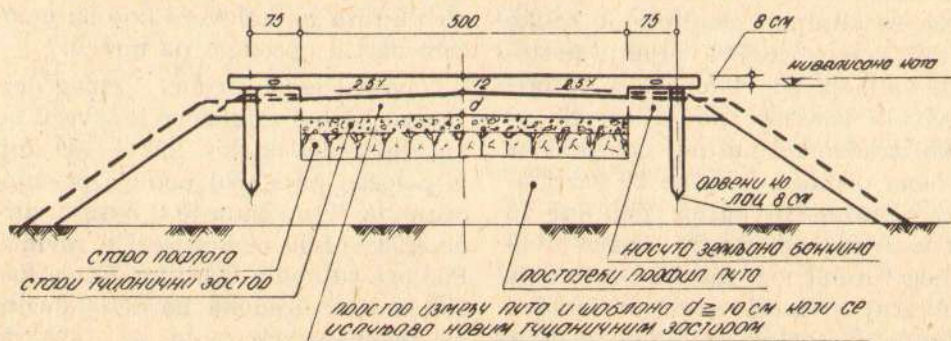


СЛ. 8

nika iznosila 10—15 cm na kojoj je položen asfaltbeton debljine 5 cm. Tucanični je zastor bio izložen saobraćaju 3 meseca, pa je zatim pristupljeno asfaltiranju. Asfaltbeton je rađen u leto 1936. godine na polovini širine kolovoza, jer se morao održavati saobraćaj na drugoj polovini.

Drugog dana se puštao saobraćaj preko izgrađenog asfalta, a vršeno je asfaltiranje druge polovine na kojoj se prethodnog dana odvijao osabraćaj. Zbog ovakog načina asfaltiranja ostala je podužna spojnica na asfaltbetonu. Ova je spojnica pod saobraćajem u toku od mesec dana potpuno

УПОДОМ ЗА ВОЂЕЊЕ ТУЦОНИЧНОГ ЗАСТОД



СЛ. 9

izgubila, kao što je to bio slučaj i na ostalim mestima gde se zbog održavanja saobraćaja moralo asfaltirati na polovini širine kolovoza.

Sledeće 1937. godine u proleće primеćena je podužna spojnica na asfaltu, koja se proširila u vidu fuge širine oko 0,5 cm.

Zbvg nepoznavanja dejstva mraza pretpostavljalo se da spojnica nije dobro premazana bitumenom kada se radila druga polovina asfaltbetonskog zastora. Fuga je zalivena asfaltnom smesom koja se upotrebljavala kod kolovoza od sitne kocke. Pod dejstvom saobraćaja u toku 1937. godine fuga se nije više poznavala, međutim početkom 1938. godine fuga se opet pojavila, kao i narednih godina pri čemu je postojala nešto šira.

Danas je jasno da se fuga nije pojavila zbog lošeg rada na asfaltiranju, već da je to uticaj dejstva mraza. I ako je trup puta u nasipu, kapilarnim penjanjem se voda iz tla na kome leži nasip pela do posteljice, gde su se ispod podloge za vreme mraza obrazovala ledna sočiva. Pod naponom koji se stvarao nastala je pukotina na osfaltu po sredini puta duž spojnice, jer je po njoj veza asfaltne mase bila najslabija.

Na svima devijacijama po završenoj izradi useka i nasipa planirala se posteljica sa istim poprečnim nagibom kakav se predviđao i za kolovoz. Posteljica je valjana valjkom težine 14 tona. Na proširenjima u krivinama gde se koristio postojeći kolovoz vršeno je samo planiranje posteljice bez valjanja, jer su proširenja iznosila od 0,30 — 1,5 m¹, pa se zbog male širine posteljice valjak nije mogao upotrebiti.

Zbog nepoznavanja štetnog dejstva mraza nije se kod devijacija preko posteljice, ugrađivao tamponski sloj već se na uvaljanoj poste-

ljici polagala podloga od lomljenog kamena.

b) Izrada kamene podloge

Za proširenje kolovoza u krivinama rađena je podloga od lomljenog kamena debljine 20 cm na isplaniranoj posteljici, kao i podloga na devijacijama puta, gde je polagana na celoj širini puta. Površina podloge je čivijana sitnijim kamenom, a zatim valjana valjkom, tako da je površina podloge delovala u izvesnoj meri kao celina.

Za izravnavanje uvala na postojećem kolovozu gde se projektom predviđalo popravljjanje nivelete rađena je podloga različite debljine počev od 0,10 m pa čak do 1,00 m. Vidi sl. 6.

Za veće debljine od 25 cm podloga je rađena u dva ili više slojeva, tako da je pretpostavljala kao neku vrstu suvog zida. Izravnavanje uvala sa kamenom podlogom se vršilo zbog toga, da bi se izbeglo sleganje, a time sprečile deformacije asfaltnog kolovoza. Podloga je rađena sa većom širinom da bi se na nju oslonili ivičnjaci ili ivične trake od mozaik betona. Preko podloge je uvaljan tucanični zastor i na njemu položena sitna kocka ili asfaltbeton. Na izrađenom kolovozu se prvih godina nisu javile nikakve pukotine, ali su se kasnije počele da pojavljuju nepravilne pukotine, naročito na onim mestima gde je izravnavajuća podloga bila veće debljine. Ovo je nastalo verovatno zbog toga, što je pod dejstvom dinamičkih udara od saobraćajnih vozila nastala izvesna konsolidacija podloge, pa se to odrazilo na pojavu pukotina.

c) Valjanje tucaničnog zastora

Postojeći tucanični kolovoz sa kamenom podlogom, koji se kao što je ranije rečeno, koristio kao sastavni deo za modernizaciju kolovoza, bio je u velikoj meri poaban sa brojnim udarnim rupama. Zbog toga je vršeno brazdanje starog tucaničnog zastora rijačem, preko koga je nanosen novi sloj tucanika u prvoj fazi na uvalama da bi se dobilo izravnavanje nivelete. Dešavalo se da se stari tucanički zastor na grbinama skidao sve do podloge, kako bi se mogao postaviti novi sloj tucaničnog zastora. Vidi sl. 4. Po izvršenom izravnavanju nivelete i valjanju, razastiran je novi sloj tucanika na celoj površini uz istovremeno nasipanje zemljane bankine, tako da se po završenom valjanju postigla projektovana niveleta i poprečni profil a i dobio novi tucanični zastor čija je debljina u uvaljanom stanju iznosila za asfaltbeton 10 cm, a za sitnu kocku 8 cm. Pri valjanju tucanika valjak je istovremeno nabijao i zemljanu bankinu.

Tucanički zastor je zatvaran spojnim materijalom krupnoće 0—1,5 cm i uz obilno kvašenje vodom - šlemovanje.

Da bi se postigla projektovana niveleta i poprečni profil tucaničnog zastora na svakom projektnom profilu zabijeno je obostrano kolje na bankini, na koje se postavljao šablon poprečnog profila izrađen od drveta.

Ovo je kolje nivelanjem postavljeno na odgovarajuću kotu, tako da je uvaljani tucanički zastor po šablonu odgovarao projektu. Između kolja na projektnim profilima čiji je razmak iznosio najviše 20 m¹ postavljeno je pomoćno kolje na rastojanju od 4 m¹ koje je pomoću krstova doterivano na odgovarajuću kotu.

Nadzorno osoblje je kontrolisalo nivelanjem kolja na projektima profilima i proveravalo njihovu tačnost.

Tucanik se proizvodio krupnoće 4—6 cm. od krečnjačke stene. Tucanik je priman u figuri. Zbog različite debljine sloja valjanja tucaničnog zastora plaćalo se po kubnom metru primljenog u figuri. Za 1,00 kubni metar tucaničnog zastora u uvaljanom stanju trošilo se 1,7 m³ tucanika u rastresitom stanju.

Uvaljani tucanički zastor priman je od strane nadzornog osoblja. Dovoljavala su se odstupanja od projektovanog profila +1 cm. Uvaljanost tucaničnog zastora kontrolisala se na taj način da se na odstojanju 0,5 m¹ od ivice postavljala zrna tucanika na razmaku do 10 m¹ preko kojih je prelazio valjak od 14 tona zadnjim točkom. Kriterijum za dobru uvaljanost je bio da se zrno tucanika pod valjkom nije smelo utisnuti, već da se moralo zdrobiti.

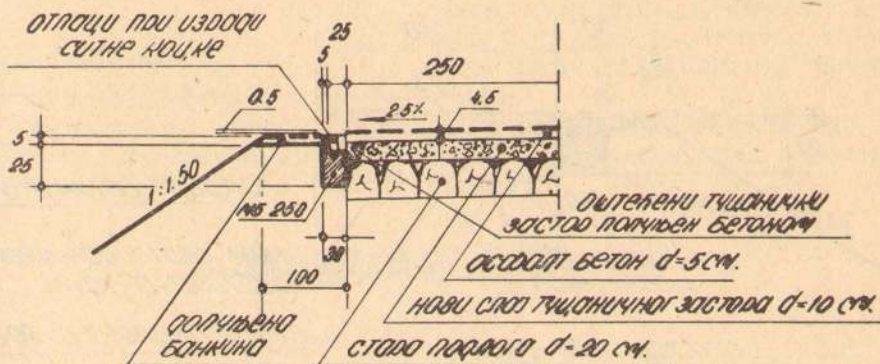
Za vreme letnjih dana uvaljani tucanički zastor se svakog dana ujutru i predveče cisternom polivao da ne bi došlo do razaranja zastora pod dejstvom saobraćaja usled intenzivnog sušenja spojnog materijala. Ovo zalivanje je trajalo obično 15—20 dana za koje se vreme izvršila neka vrsta cementiranja spojnog materijala.

Pod uticajem saobraćaja od 90 dana, tucanički zastor se u tolikoj meri komplikovao, a zrna tucanika na površini vezala spojnim materijalom, da je ostavljao utisak betona. Zbog znatno manjeg automobilskeg saobraćaja nego što je danas tucanični zastor nije bio oštećen. Međutim danas bi tucanični zastor na ovome putu pod saobraćajem na vreme od 90 dana bio znatno oštećen, te se na njemu ne bi mogao polagati asfaltbeton bez njegove popravke.

d) Ivičnjaci - trake od mozaik-betona

Na potezu od Avale do Mladenovca izrađeni su ivičnjaci od mozaik-betona širine 25 cm i visine 30 cm. Ova

УЗУЧИЛОК ДО МОЗОК БЕТОНА ШИРИНЕ 25 ЦМ.



СА. 10

Širina ivica primenjena je zbog toga, da bi se njima proširio kolovoz, tako da je sa njima ukupno iznosila $5,00 + 2 \times 0,25 = 5,50$ m.

Od Mladenovca do Kragujevca izrađene su trake od mozaik-betona širine 0,50 m, pa se na taj način kolovoz proširio za $2 \times 0,50 = 1,00$ m.

Ivice i trake su rađene po završenom valjanju tucaničkog zastora iz razloga, da bi se tucanični zastor mogao dobro uvaljati i pored samih ivica, što ne bi bio slučaj da su prethodno rađene ivice ili trake, pa da se zatim valjao tucanični zastor.

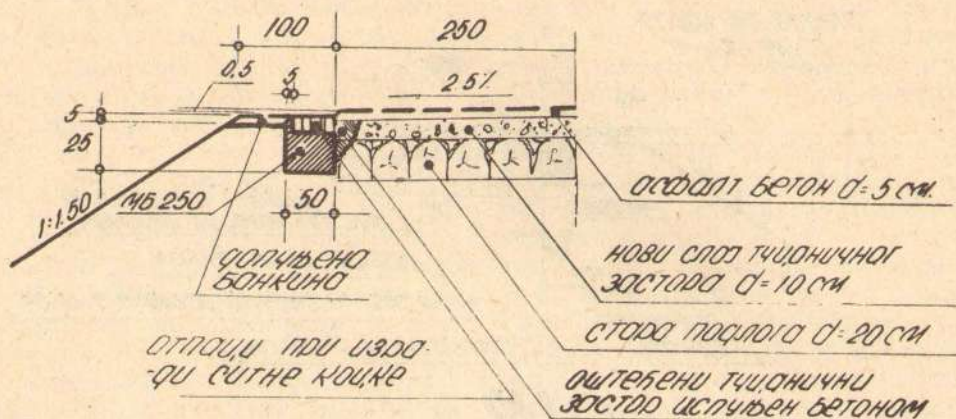
Pri otkopavanju posteljice za ivice ili trake oštetiо bi se malo i uvaljani tucanični zastor, pa je zato po završenoj izradi ivice - trake popunjavan betonom prazan prostor između ivice - trake i tucaničnog zastora. Mozaik-beton je rađen na podlozi od betona marke MB - 250, na kojoj se postavljao cepan eruptivni kamen (otpaci kod izrade sitne kocke). Krupnoca kamena je bila 8—10 cm. Kamen je postavljen tako, da se svaki komad delimično usađivao u betonsku masu, pri čemu se na površini ivice - trake formirao kameni mo-

zaik. Fuge između kamena zalivane su cementnim malterom 1 : 3. Ivice-trake su postavljene nivelanjem sa tolerancijom $+ 0,5$ cm.

Asfaltiranju kolovoza ili izradi kolovoza od sitne kocke, moglo se pristupiti tek posle 15 dana od izrade ivice - trake.

Po završenom građenju puta, u toku održavanja saobraćaja primećeno je da se na nekim mestima ivica odvojila od asfaltnog kolovoza. Ovo je nastalo zbog sleganja i delimičnog obrtanja ivica od mozaik-betona. U znatno manjoj meri se ovo odvajanje od kolovoza javilo kod traka koje su dva puta šire od ivica, pa je i sleganje kao i obrtanje bilo znatno manje. Kod kolovoza od sitne kocke sleganje i obrtanje ivica se javilo u većoj meri nego kod asfalta, jer je na obrtanje ivica delovala sila otpora vozila kao i sila kočenja, koja se preko lukova svakog reda sitne kocke prenosila na ivicu kao horizontalna sila luka. Merenjem širine kolovoza od sitne kocke na takvim mestima konstatovana je veća širina nego što je ona bila po završenom građenju puta. Zbog toga je nastalo proširiva-

ИВУЧНО ТРАКА ОД МОЗОК БЕТОНА ШИРИНЕ 50 СМ.

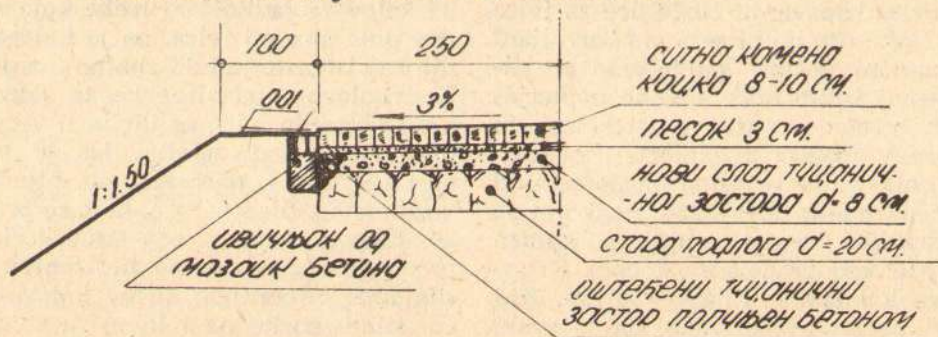


СЛ. 11

nje fuga na kolovozu od sitne kocke. Merenjem širine kolovoza od sitne kocke novembra 1964. godine konstatovano je da se širina kolovoza od 5 m na nekim potezima povećala tako da sada iznosi od 5,00 — 5,25 m. Ovo proširenje kolovoza je nastalo zbog pomenutog sleganja i obrtanja ivičnjaka.

Pri izradi ivičnjaka i traka postavljane su fuge na svakih 10 m. Na fugama je postavljana samo bituminizirana hartija. Kod nasipa koji su rađeni na devijacijama bez mašinskog nabijanja fuge su postavljene na 2 m razmaka, jer se očekivala deformacija nasipa i kolovoza zajedno sa ivičnjacima, pa se češćim fugama htelo da spreči prskanje i lomljenje

КОЛОВОЗ ОД СИТНЕ КОЦКЕ



СЛ. 12

ivičnjaka. Dužina ivičnjaka od 2 m pružila je mogućnost njihove ponovne upotrebe kod kasnije popravke deformisanog kolovoza od sitne kocke.

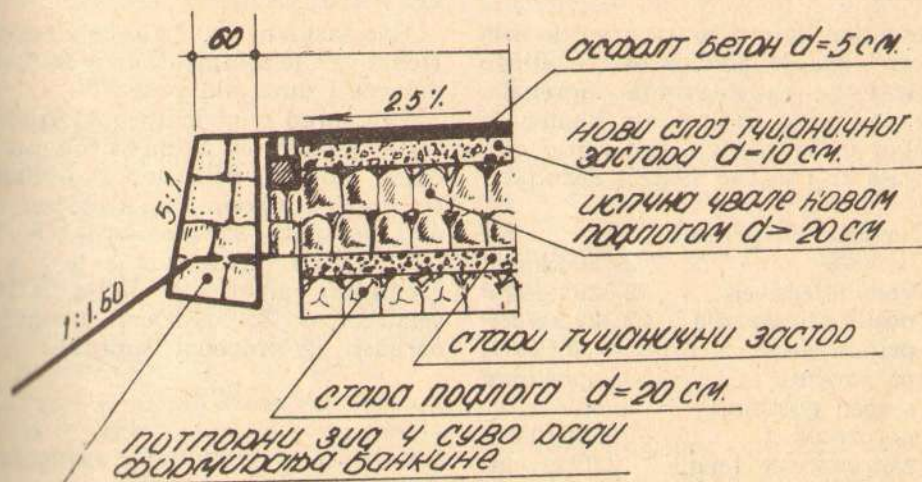
e) Izrada asfalt-betona

Za izradu asfalt-betona upotrebljen je meksikanski bitumen meksfat E sa tačkom razmekšavanja po Krämer-Sarnovu 41/45°.

Mineralni agregat je nabavljen iz kamenoloma Ledinci - Paragovo kod Novog Sada u tri frakcije: 0—2 mm, 2—7 mm i 7—12 mm za fini asfaltbeton, a za grubi asfaltbeton: 0—2 mm, 2—7 mm, 7—15 mm i 15—25 mm. Stena je eruptivnog porekla „Trahit“.

Ispitivanje kamena u Zavodu za ispitivanje materijala dala su sledeće rezultate:

ПОТПОРНИ ЗИД



СЛ. 13

Cvrstina na pritisak:

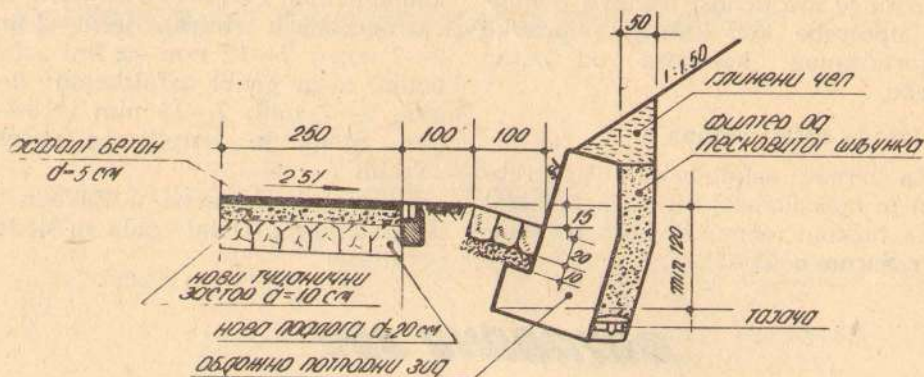
— u suvu	2.614 kg/cm ²
— vodom zasićen	2.433 kg/cm ²
— после смрзњавања	2.300 kg/cm ²
— пријем воде	0,173 %
— на мразу	постојан
— stepen gustine i poroznost	0,988/0,012
— zapreminska težina	2,68 gr/cm ³

— specifična težina	2,71 gr/cm ³
— abanje	7,91 gr/cm ³

Ovaj agregat je upotrebljen za izradu asfaltbetona od Avale do Topole.

Od Topole do Kragujevca za agregat je upotrebljena stena dacit iz kamenoloma „Civora“ kod Ljuljaka na putu između Kragujevca i Gornjeg Milanovca.

ОБЛОЖНО ПОТПОРНИ ЗИД СЪ ЧЕТОР



СИ. 14

Lomljen kamen je dovožen do sela „Bore“ gde je podignuto drobilično postrojenje za mlevenje agregata. Pre podizanja postrojenja kamen je ispitan u Zavodu za ispitivanje materijala koji je dao sledeće rezultate:

Čvrstina na pritisak:

— u suvu	3.530 kg/cm ²
— vodom zasićen	2.520 kg/cm ²
— posle smrzavanja	2.385 kg/cm ²
— prijem vode	0,515 %
— na mrazu	postojan
— stepen gustine i poroznost	0,981/0,019
— zapreminska težina	2,62 gr/cm ³
— specifična težina	2,67 gr/cm ³
— abanje	7,22

Ovaj agregat je na delu od Topole do Kragujevca upotrebljen zbog toga što je bio jeftiniji od agregata iz Ledinaca-Paragova. Osim toga stena iz kamenoloma „Čivorak“ je bila čistija, što nije bio slučaj sa stenom iz Ledinaca, gde su u kamenolomu zastupljeni moćni slojevi raspadnutog trahita, koji se nije mogao upotrebiti za agregat. Da bi se obezbedio kvalitetni agregat iz Ledinaca - Paragova, morala se rukom odabirati zdrava stena pod stalnim nadzorom stručnog radnika.

Kao sastavni deo asfaltbetona upotrebljavan je mermerni filer iz Aranđelovca i dunavski pesak.

Sa napred navedenim materijalom sastavljena je mešavina za fini asfaltbeton, koja je dala dobre rezultate. U suvoj mešavini upotrebljeno je 55% agregata, 32% peska i 13% filera. Linija prosejavanja je bila u granicama američkih linija za fini asfaltbeton. Za usvojenu mešavinu određen je procenat šupljine

$$H = 100 \left(1 - \frac{T_z}{T_s} \right)$$

gde je T_z - zapreminska težina suve mešavine dobijena nabijanjem u cilindru.

T_s = specifična težina suve mešavine sračunata na osnovu specifičnih težina sastavnog mineralnog materijala.

Procenat bitumena je određen na principu betonskih mešavina tj da šupljine u suvoj mešavini budu ispunjene bitumenom $B = \frac{H}{T_z} bs$, gde je

H = procenat šupljina suve mešavine.

bs = specifična težina bitumena

B = procenat bitumena na 100% suve mešavine.

Kod određivanja procenta bitumena „B” izvršena je korekcija procenata šupljina „H”, tako da je dobijena vrednost nabijanjem u cilindru smanjena za 10%. Ovo smanjivanje je uzeto zbog toga što se šupljine nabijanjem u cilindru ne mogu svesti na najmanju meru, kao što je to moguće u gotovom asfaltu pri valjanju asfalta - dejstvu saobraćaja. Sa ovom korekcijom je određen procenat bitumena

$$B = \frac{H - 1}{T_z} \cdot bs.$$

Ako se želi da odredi procenat bitumena u 100% asfaltne mase onda

$$je B' = \frac{100 \times B}{100 + B} \text{ gde je}$$

B' = količina bitumena izražena u procentima od ukupne asfaltne mase.

B = količina bitumena izražena u procentima na 100% suve mešavine.

Na isti način je određena i mešavina i za grubi asfaltbeton koji je rađen kao donji sloj betona na delu od Milatovačke reke do Topole.

Za izradu asfaltbetona na delu od Avale do Mladenovca postavljena je asfaltna baza u Rajli i Đurincima, gde su postavljene asfaltne mašine, skladišta za agregat, pesak i baraka sa filer, kao i terenska laboratorija. U laboratoriji je za vreme asfaltiranja svakodnevno kontrolisan granulometrijski sastav suve mešavine, kao i svake frakcije novoprispelih količina mineralnih materijala.

Isto tako je kod asfaltne mašine na spravljanju asfalta kontrolisana težina agregata i bitumena, kao i njihova temperatura. O ovoj kontroli vodio se dnevnik asfaltiranja sa podacima o težini, temperaturi asfaltne mase i kilometraži puta gde je masa iz svakog kamena ugrađena.

Bitumen je zagrevan na 180°, a agregat na 160°. Filer se dodavao u hladnom stanju.

Asfalt je prevožen kamionima, čija je karoserija bila obeležena limom. Za vreme vožnje asfalt se pokrивao tablama lima. Asfalt je prevožen na daljinu najviše do 16 km.

Pre polaganja asfalta čišćenje je turistički zastor čeličnim četkama, metlama i četkama od piakave, i skidao spojni materijal i prašina sve dok se ne pojavi mozaik od zrna uvaljanog tucanika. Asfalt je rađen po suvom vremenu i na suvoj podlozi. Ivičnjaci su premazivani bitumenom. Razastiranje asfaltne mase se vršilo ručnim drvenim grabuljama, a zatim prelazilo ručnim valjkom. Posle ručnog valjka asfalt je valjan malim motornim valjkom 2,5 — 3 tone, a zatim težim valjkom 8 — 10 tona. Pri razastiranju asfaltne mase vodilo se računa da ne dođe do segregacije krupnih zrna. U toku valjanja, dok je masa bila još topla, kontrolisao se profil i ravnost kolovoza, i vršene popravke dodavanjem asfaltne mase na uvalama.

Na mestima gde se mogao saobraćaj odvijati poljskim putem asfaltiralo se na celoj širini puta, a gde to nije bilo moguće polagao se asfalt na polovini širine puta. U tom slučaju postavljane su daske duž sredine puta širine 12 cm i debljine 5 cm kolika je bila i debljina asfaltbetona. Daske su pričvršćivane gvozdenim ekserima sa kukom.

Po završenom asfaltiranju vadene su ploče 60 × 60 cm iz kolovoza na svakih dva kilometra puta radi ispitivanja materijala. Asfalt je morao da odgovara specijalnim uslovima. U tabeli su dati podaci o ispitanom asfaltu sa nekoliko mesta.

TABELARNI PREGLED

Ispitivanja asfalta iz kolovoza na putu Avala—Kragujevac

Vrsta ispitivanja	Ispitivanja izvršena godine					Dozvoljava se
	1938	1938	1938	1939	1940	
	fini asfalt beton	dvoslojni fini + grubi as- falt bet.	fini asfalt beton	fini asfalt beton	fini asfalt beton	
a) Ekstrahirani bitumen						
— Tačka razmekšavanja po Krämer-Sarnovu u C°	57	50,5	43	57	58	ispod 65°
— Tačka kidanja u C°	15	8	14	13	9	ispod 0°
— Rastegljivost na 25°C u cm	8,5	6,5	12	18	10	pr. 6 cm
— Količina rastv. bitumena u %	5,9	5,63	5,96	6,80	6,48	po težini 5,5—9° po zapremini ispod 22°
b) Procenat šupljina u %	16,20	14,10	14,87	15,53	12,27	
c) Veličina zrna u %						
od 0 — 0,06 mm	10,49	6,52	9,02	9,02	13,02	
od 0,06 — 0,09 mm	4,56	3,62	4,30	3,32	1,01	
od 0,09 — 0,2 mm	13,72	10,46	10,67	11,10	13,23	
od 0,2 — 0,6 mm	18,85	10,72	10,76	18,06	14,56	
od 0,6 — 2 mm	15,77	10,15	14,05	14,10	12,72	
od 2 — 7 mm	30,75	27,40	44,96	35,75	36,07	
od 7 — 12 mm	5,86	7,00	6,24	8,65	9,51	
od 12 — 15 mm	100,00	6,53				
od 15 — 20 mm		11,41				
od 20-25 mm	2,55					
od 25-30 mm	3,55					
	99,91					
d) Zapreminska težina	2,20	(2,21)	2,22	2,27	—	2,27 veća od 2,2 gr/cm³
e) Čvrstina na pritisak na 22°C u kg/cm² na 40°C	56,88		31,32	36,17	—	53,53 veća od 30 kg/cm²
f) Smanjivanje čvrstoće na pritisak. posle 28 dana ležanja u vodi u %	20,65		11,60	8,09	—	12,01 ispod 20°
g) Upijanje vode u %	9,26	(8,93)	9,72	6,26	—	1,68 ispod 5° po zapremini
h) Bubrenje posle 28 dana ležanja u vodi	2,64	(2,86)	1,62	2,64	—	0,21 ispod 1° po zapremini
i) Dubina utiskiv. u mm	0,92		—	1,41	2	0,72 što niže od 10 mm

N.Z. Rezultati u zagradi odnose se na isečeni asfalt iz probnih ploča.

Za asfaltiranje deonice od Mladenovca do Topole premeštena je asfaltna baza kod sela Markovca u blizini železničke stanice, a za deonice od Topole do Kragujevca asfaltna baza je postavljena u sredini deonice kod sela Čumić.

Na deonici od Mladenovca do Topole rađen je dvoslojni asfalt beton debljine $3 + 3$ cm, donji sloj od grubog a gornji od finog asfalt betona. Od Topole do Kragujevca izrađen je fini asfaltbeton u jednom sloju debljine 5 cm kao što je rađeno i od Avale do Mladenovca.

Deonica od Topole do Kragujevca je u glavnom završena u periodu 1939—1940. godine. Ostali su manji delovi puta u 1941. godini sa uva-
ljanom tucaničnim zastorom neasfaltirani, koji su u toku rata i posle rata pokriveni površinskom obradom.

f) Izrada šelmak asfalta

U parku pored Oplenačke crkve i hotela u Topoli je 1938 godine kao abajući sloj izrađen asfaltni tepih nazvan „šelmak asfalt“ po nazivu bitumenskog veziva „Šelmak“ — proizvodnje petrolejske kompanije „Sel“ Sa istom vrstom asfalt tepiha iste godine izrađen je abajući sloj na avalskom putu, koji se odvaja na početku deonice puta Avala — Kragujevac i vodi do spomenika Neznamom Junaku, pa se zatim spušta zasebnim krakom u podnožje Avale gde se spaja sa putem Avala—Kragujevac. Zbog male širine kolovoza i kružnog karaktera, na njemu se odvija saobraćaj samo u jednom smeru, tako da jedan krak služi za penjanje do spomenika Neznamom Junaku a drugi krak za spuštanje.

Šelmak asfalt-tepih je izrađen u dva sloja: $2,5 + 0,5 = 3$ cm na uva-
ljanom tucaničnom zastoru.

Selmak bitumen je razređeni bitumen medljikaste konzistencije. Zagrejan na temperaturi $80—100^{\circ}$ može se prskati špric mašinom. Za spravljanje šelmak asfalta, šelmak bitumen zagreva se na 80° pri čemu se agregat zagreva na temperaturi od 40° tako da gotovi asfalt postigne temperaturu od $50—60^{\circ}$. Ovaka temperatura šelmak asfalta je pogodna ako se odmah ugrađuje. Međutim ako se polaganje šelmak asfalta vrši kroz 1—3 dana njegova temperatura treba da iznosi 40° .

Ovako je zagrevan šelmak asfalt 1938. godine koji se spravljaao na asfaltnoj bazi kod Avale, a asfaltna masa prevožena kamionima do Vrnjačke Banje gde se drugog dana ugrađivala.

Pre izrade šelmak asfalta sastavljena je suva mešavina od kamenog agregata frakcije:

12 — 25 mm	55 ⁰ / ₀
5 — 12 mm	25 ⁰ / ₀
0 — 5 mm	10 ⁰ / ₀
Dunavskog peska	5 ⁰ / ₀
Filera	5 ⁰ / ₀
	100 ⁰ / ₀

Na 100⁰/₀ suve mešavine upotreb-
ljeno je 4,5⁰/₀ šelmak bitumena.

Mešavina za šelmak asfalt nije sa-
stavljana na principu betonskih me-
šavina sa najmanje šupljina, već je
to mešavina koja ima izvestan pro-
cenat nepopunjenih šupljina. Krup-
nija zrna agregata čine kostur me-
šavine, a sitnija zrna sa bitumenom
igraju neku vrstu maltera za veziva-
nje krupnijih zrna.

Sa ovom mešavinom rađen je šel-
mak asfalt-tepih debljine 2,5 cm.

Za jedan kvadratni metar trošeno
je 60 kg mase. Zbog znatnog učešća

krupnijih frakcija površina je bila otvorena, pa je zato rađen zatvarajući sloj debljine 0,5 cm sa agregatom od 0—5 mm i šelmak bitumen 5,5%.

Za izradu šelmak asfalt-tepiha na Avalskom putu korišćen je agregat od krečnjaka iz kamenoloma pod Avalom, a u Topoli na Oplencu, od krečnjaka iz kamenoloma „Ostenjak“ ispod Topole.

Spravljanje asfaltne mase za asfaltiranje Avalskog puta se vršilo u asfaltnoj bazi, sa asfaltnom mašinom za izradu asfaltbetona, koja je bila postavljena na početku deonice puta Avala—Kragujevac. U Topoli na Oplencu postavljena je asfaltna baza koja je za zagrevanje agregata koristila stare peći — platforme za zagrevanje prirodnog asfalta, a za mešanje šelmak asfalta betonsku mešalicu.

Pre nanošenja šelmak asfalta očišćen je tucanični zastor od spojnog materijala i prašine a zatim je površina špricana zagrejanim šelmak bitumenom sa 0,8 kg/m².

Šelmak asfalt je razastiran ručno drvenim drobilicama a posle nekoliko sati valjan valjkom težine 8 tona. Valjanje se vršilo dok se nije dobila ravna površina, a zrna agregata međusobno uklještila.

Zatvarajući sloj je rađen posle 2 do 3 dana da bi se omogućilo isparavanje lako isparljivih ulja i razređivača u šelmak bitumenu.

Zatvarajući sloj je valjan sve dotle dok se nije sitnozrni asfalt utisnuo u otvorene šupljine donjeg sloja.

Ovim valjanjem nije postignuta potrebna zbijenost šelmak asfalta, koja je trebala da se postigne pod uticajem saobraćaja u narednih nekoliko meseci u kome je periodu trebalo da se obavi potpuno raspadanje šelmak emulzije.

U proleće 1939. godine primećeno je da se pri kretanju automobila po šelmak asfaltu pojedina zrna zatvarajućeg sloja odvajaju od donjeg sloja. Ovo se naročito primećivalo na Oplencu, a znatno manje na Avalskom putu. U toku sledeće 2—3 godine veliki procenat zatvarajućeg sloja se odlepio od donjeg sloja tako da se saobraćaj odvijao po donjem sloju. Osmatranjem propadanja zatvarajućeg sloja došlo se do zaključka da je to posledica malog saobraćaja, zbog čega nije bilo mogućnosti da se pod dejstvom vozila izvrši postepeno i konačno zbijanje šelmak asfalt tepiha.

g) Izrada kolovoza od sitne kocke

Kolovoz od sitne kocke je rađen na potezima gde je niveleta imala veći uspon od 3%, kao i na devijacijama koje su rađene do 1938. godine, a na kojima se nije vršilo mašinsko nabijanje nasipa. Sitna kocka je polagana na uvaljanom tucaničkom zastoru, na sloju peska debljine 3 cm.

Sitna kocka je rađena u lukovima sa temenom luka okrenutim prema usponu. Pri ređanju sitne kocke spojnice kod dva uzastopna luka su se

preklapale najmanje za 1 cm. Pri valjanju kolovoza od sitne kocke nastaje izvesno pomeranje pojedine kocke, pa se ovo preklapanje u izvesnoj meri i smanjivalo, pa čak se spojnice i poklapale. Zbog toga se dozvoljavalo da se spojnice kod dva uzastopna luka i poklope, ali da treći luk preklopi spojnice u sredini kocke.

Poredana sitna kocka je pre zalivanja fuga peskom, pregledana i primana od strane nadzornog osoblja.

Ovaj pregled je bio vrlo detaljan. Neispravne kocke po obradi zbog kojih su se javljale fuge veće od 1 cm. odatranjivane su, a nepravilno poredana sitna kocka je rušena. Po izvršenom pregledu i prijemu zasipane su spojnice krupno-zrnim peskom, a površina nabijana ručnim maljevima, posle čega se vršilo valjanje kolovoza od sitne kocke sa dopunskim zalivanjem spojnica peskom koji se u fuge uterivao brezovim metlama. Valjanje se vršilo sve dotle dok se nije dobio projektovani profil i kada su se sve fuge popunile peskom.

b) Potporni i obložno potporni zidovi

Na modernizaciji puta Avala—Kragujevac pretežno se koristio postojeći kolovoz, pa zbog toga izrada zidova nije bila zastupljena u nekoj većoj meri. Na mestima gde se nivo letu u većoj meri uzdizala iznad postojećeg tucaničkog kolovoza rađeni su potporni zidovi.

Ovi zidovi su fundirani na starom nasipu. No i pored toga što su oni igrali ulogu bankina, pod dejstvom saobraćaja nastalo je u toku održavanja njihovo pomeranje — potiskivanje, što se kasnije odrazilo na deformaciju kolovoza.

Na devijaciji puta km. 294 + 600 pri prekopavanju useka naišlo se na jako raskvašen teren, pa je na ovom mestu autor prvi put primenio izradu obložno potpornog zida sa filtrom iza zida i tajačom.

Dugogodišnjim osmatranjem došlo se do iskustva da drenažni filter iza zida i sada posle 25 godina vrlo dobro funkcioniše, i da se na zidu ne primećuju nikakve deformacije.

Obložno potporni zidovi sa filtrom su primenjeni još na nekim mestima gde se pri zasecanju padina naišlo na raskvašeno zemljište sa odličnim uspehom, (detaljnije o obložno potpornim zidovima vidi članak od istog autora u sačopisu „Izgradnja“ broj 8 do 9 od 1954. godine).

i) Klizišta

Put od Avale do Kragujevca pretežno leži na koherentnom zemljištu. Njegove geomehničke karakteristike nam nisu poznate, jer ispitivanja nisu vršena. Radi ovoga u novembru 1964. godine uzeti su uzorci iz trupa nasipa sa kilometra 227 + 500, 245 + 070 i 270 + 225 da bi se dobila makar i bleđa slika. Rezultati ispitivanja dati su u tabeli.

PUT BEOGRAD—KRAGUJEVAC
KM. 227 do KM. 271

REZULTATI LABORATORIJSKIH ISPITIVANJA OSNOVNIH
GEOMEHANIČKIH KARAKTERISTIKA

		Klasifikacija materijala			Granulacija materijala							Konzistencija materijala								Zbijenost-Vlažnost		
Km.	Br. sj.	N a z i v	AASNO ACASA GRUP. "A" GRANDE IND. "AC" "IG"		Prec. prel. kroz sito otv. mm							Step. neravno- mer. %	Gran. i. e. t. %	Gran. plast. %	Indeks plast. %	Gran. i. j. %	Gran. i. j. zasti. %	Maks. i. n. skup. %	Maks. zapr. tež. po %	Optim. sadr. vode %		
			4	5	6	7	8	9	10	11	12										13	14
1	2	3																				
227+310	1	Svetlo mrka prašinasta ilovača sa krupnim šljunkom	A-7-6	CI	18	19	8	76	87	82	17	40,80	22,30	22,50	17,80	29,70	6,20	—	—			
245+070	2	Svetlo mrka glinovita ilovača	A-7-6	CI	13	22	9	80	94	98	20	42,40	20,70	21,70	14,00	28,90	8,30	—	—			
270+225	4	Sivo crvenkasta jako peskovita ilovača sa krupnim šljunkom	A-4	CL	2	12	7	43	73	90	51	21,20	14,73	6,47	11,70	16,80	3,20	1,995	9,50			

Ispitivanje je izvršeno u geomehničkoj laboratoriji Direkcije za izgradnju autoputa Bratstvo—Jedinstvo u Beogradu na osnovu poremećenih uzoraka dobivenih od preduzeća za puteve u Beogradu. Ovi uzorci su izvađeni iz trupa puta pored ivičnjaka (na bankini) u visini posteljice.

Kao što se iz tabele vidi materijal uzet sa Km. 227 + 510 i 245 + 070 predstavljaju prašinate gline i glinovite ilovače, i po klasifikaciji Biroa javnih puteva Amerike pripadaju grupi A7—6.

Po interpretaciji geomehničke laboratorije za materijal sa pomenute kilometraže se kaže:

— Po vrednosti grupnih indeksa, ispitani materijali pripadaju vrlo slabim zemljama za građenje puteva.

— Po kriterijumu postojanosti na mrazu, po Prof. **Casagrande**-u ispitani materijali u odnosu na učešće finijih frakcija, opasni su na dejstvo mraza, jer sadrže više od 3% sastojaka krupnoće ispod 0,02 mm.

— Po vrednosti maksimalnog linearnog skupljanja, materijali posteljice pokazuju sklonost ka većem povećanju zapremine (bubrenju) a ugrađivanje istih u posteljicu kolovoza zahteva izradu tampona kao zatvorenog sloja kolovozne konstrukcije.

Na Km 227 + 510 put je u zaseku, a na Km 245 + 070 put je u nasipu visine oko 2 m.

Na oba ova mesta kolovoz od asfalbetona je deformisan sa vidnim brazdama.

Materijal uzet sa Km 270 + 225 je peskovita ilovača, i pripada grupi A-4 po klasifikaciji Biro-a javnih puteva Amerike.

U izveštaju geomehničke laboratorije se za ovaj materijal navodi:

— Po dobivenoj vrednosti maksimalne zapreminske težine i optimalne sadržine vode dobivene po standardnom laboratoriskom **Proctor** —

postupku ($E = 60 \text{ tm/m}^3$), ispitani materijal u sondažnoj jami pripadao bi grupi zemalja dobrih za građenje puteva.

Na Km 270 + 025 put je u nasipu visine oko 0,80 m, a kolovoz od asfalbetona se nalazi u odličnom stanju.

Iz ovog veoma ograničenog broja uzoraka koji su nepotpuni jer nisu uzeti neporemećeni uzroci a osim toga nisu iskopani na dovoljnoj dubini, ipak se može zapaziti, da je asfalbetonski kolovoz deformisan na onim mestima gde su materijali lošeg kvaliteta za građenje puteva, a da se on nalazi u odličnom stanju na mestu gde je materijal bio dobar.

Ako bi se izvršilo prikupljanje podataka o zemljanim materijalima brojnim sondama, upotunjeno sa podatkom o nivo-u podzemnih voda i izvršilo geomehničko ispitivanje, moglo bi se doći do tačnih zaključaka zbog čega se kolovoz na nekim delovima odlično održao pod saobraćajem i posle 25—30 godina ili zašto je on u manjoj ili većoj meri propao.

Put od Avale do Kragujevca delom leži na ravničastom terenu, a delom na padinama. Pojedini delovi na padinama su stabilni, dok se na nekim delovima padine nalaze u labilnom ravnotežnom stanju.

Poznata je činjenica da tokovi podzemnih voda pri svom kretanju mogu da pronose koloidalne čestice, kojima zapunjuju svoje tokove. Kad nastane momenat da se sitne šupljine taloženjem koloidalnih čestica ispune dolazi do povećanog hidrostatskog pritiska pa i do pomeranja tokova podzemnih voda i izdizanja nivo-a. Ovi i drugi uslovi utiču da padina na kojoj leži put, a koja je bila u ravnotežnom stanju pokaže kasnije vidne tragove manje ili veće deformacije na putu ili na samoj padini. Nemoćnost vetrenja posteljice zbog zatvorenog asfaltnog kolovoza utiče da

se jave deformacije kolovoza pogotovu kod posteljica koritastog profila kako je ona izvedena pri rekonstrukciji puta od 1924—1927. godine.

Ovim se može donekle tumačiti da se pojedini delovi asfaltnog kolovoza održali izvesno vreme u dobrom stanju pa da su se posle na njemu javile deformacije. Ovakvih pojava na putu od Avale do Kragujevca ima na više mesta, na kojima se prvih nekoliko godina asfaltni kolovoz dobro održao, pa je nakon tog vremena, došlo do pojava deformacija puta.

Pomenućemo nekoliko klizišta koja su se javila u toku modernizacije puta kao i u toku održavanja saobraćaja.

— Na Km 238 + 980 do 239 + 100 nastala je 1942. godine deformacija nasipa i kolovoza od sitne kocke. Na ovome mestu izrađena su kroz nasip upravna drenažna rebra na razmaku od 10 m¹.

Pri otkopavanju rovova kroz nasip koji je izrađen 1924—1927. godine kao i kroz samoniklo tlo na kome leži nasip, ustanovljeno je, da na padini nije vršeno zasacanje stepenica. Isto tako se videlo da deformacija nije nastala zbog klizanja padine, već da je nastalo klizenje trupa nasipa na kontaktu sa padinom zbog toga što se tokom vremena stvorila mogućnost da voda dospe do pomenu-tog kontakta. Ova drenažna rebra koja su trebala da imaju sisajuće dejstvo u ovom slučaju su funkcionisala kao rebra za ukrućenje.

Iste 1942. godine javila se klizišta od Km. 239 + 300 do 239 + 450 gde se padina zajedno sa kolovozom od sitne kocke pomerila, a put spustio za oko 0,70 m. Na ovom potezu izrađena je paralelna drenaža dubine oko 8 m. Klizna se površina pojavila između sedmog i osmog metra gde je zemljište bilo u najvećem stepenu raskvašeno.

— Na km. 280 + 600 ispred Topole izrađena je devijacija puta 1938. godine delom u useku, a delom u nasipu. Zemljište iz useka je upotrebljeno za izradu nasipa koji je nabijan ručno i prelazom zaprežnih vozila i kordi preko slojeva nasipa koja su prevozila zemlju iz useka u nasip.

Kolovoz je na ovoj devijaciji izvršen krajem 1939. godine kosine useka sa uzbrdne strane iznad izrađenog niskog obložnog zida se oburvala, jer se nije držala pod nagibom 1 : 1 stvarajući na padini iznad useka klizne terase. Na nasipu koji je bio oko 6 m¹ visine nastala je deformacija kosine nasipa na klasičan način gde se polovina nasipa i kolovoza slegla za oko 1 m. Deformacija nasipa je nastala kvašenjem kosine nasipa atmosferskom vodom koja se slivala sa cele površine kolovoza jer je na tom delu poprečni nagib kolovoza zbog krivine bio jednostran.

Klizište u useku je sanirano doziđivanjem obložno potpornog zida i ublažavanjem kosine useka iznad zida u nagibu 1 : 4 koji se mogao držati. Nasip je saniran na taj način što je oštećeni nasip obnovljen sa mašinskim nabijanjem eksplozivnom žabom sa ublaženjem kosine nasipa 1 : 3. Osim ovog izrađen je ivičnjak sa uzdignutom bankinom, čime se sprečilo oticanje atmosferske vode niz kosinu nasipa. Tucanični je kolovoz ponovo uvaljan i zatvoren površinskom obradom, preko koje je položen kolovoz od sitne kocke (detaljnije o saniranju ovog klizišta vidi članak od istog autora u časopisu „Put i saobraćaj“ br. 1-2-3 u 1957. god.).

— Na devijaciji puta km 296 + 600, koji je rađen 1940. godine, zemlja iz useka upotrebljena je za izradu nasipa koji je izrađen na padini. U sredini nasipa izrađena je betonska cev od Ø 1 m. Pre izrade nasipa na padini su otkopani stepenasti zaseci, a

zatim se iz useka nanosila i razastirala zemlja u slojevima i nabijala eksplozivnom žabom. Posteljica gotovog nasipa je isplanirana i uvaljana valjkom. Kada se pristupilo polaganju podloge primećena je poduzna pukotina sredinom posteljice. Obustavljena je izrada podloge i opazala pukotina narednih dana. Pukotina se postepeno proširivala, a zatim je nastalo pomeranje i sleganje nasipa od pukotine ka nizbrdnoj strani padine. Ispod nožice nasipa primećeno je da se površina padina nabira i zatim i vidno kretanje padine. Cevasti propust je u sredini napukao pa se površinska voda od jesenjih kiša gubila u tlo na kome je ležao nasip.

Pristupilo se odmah izradi paralelne drenaže na padini sa uzbrdne strane dubine oko 4 m. Sa nezavršenim radovima na saniranju nasipa i napuklog propusta se ušlo u zimski period, a u proleće 1941. godine se nije nastavilo saniranje klizišta zbog početka Drugog svetskog rata. Ovo klizište je ostalo ne sanirano ni posle rata, pa se saobraćaj odvijao starim putem na kome je izrađena površinska obrada.

)) Održavanje puta

Kao što se iz dosadašnjeg izlaganja vidi, radovi na modernizaciji puta vršeni su uz jednovremeno održavanje saobraćaja. Ovo je predstavljalo velike teškoće da se pod ovim uslovima postigne željeni kvalitet.

Deonica od Avale do Mladenovca završena je do kraja 1937. godine. Od Mladenovca do Topole i na Oplencu završeno je 1938. godine, a deonica od Topole do Kragujevca je završena do kraja 1940. godine izuzev manjih delova na devijacijama.

U periodu do kraja 1940. godine na izrađenom kolovozu se nisu poja-

vile nikakve deformacije. Od 1941. godine do 1945. godine nije bilo značajnijih oštećenja kolovoza izuzev slabijih mesta koja su oštećena pod uticajem ratnih vozila za vreme rata.

Od 1945. godine počela su se javljati znatnija oštećenja na asfaltnom kolovozu kao i na kolovozu od sitne kocke. Ova oštećenja su bila veća na deonicama koje su bile ranije završene.

Oštećenja na asfaltnom kolovozu su se javljala prvo kao prsline na asfaltu, a u koliko se nije blagovremeno vršila obnova asfaltnog zastoira livehim asfaltom javljale su se kasnije i deformacije profila puta.

Na kolovozu od sitne kocke nastalo je oštećenje zbog prskanja ili raspadanja pojedinih kocki. Osim ovog zbog pomeranja-obrtanja ivičnih traka došlo je do povećanja širine spojnica s kocke i isisivanja peska iz spojnica, a i do stvaranja deformacija profila usled štenog dejstva prodiranja vode kroz spojnice.

Od 1945. godine pa do sada, vršeno je održavanje kolovoza zamenom oštećenih površina asfalta sa livehim asfaltom, a kolovoz od sitne kombinovane kocke zamenom oštećene s. kocke ili ispunjavanjem izvađene s. kocke asfaltnom masom.

Po gruboj oceni asfalt beton je zamenjen livehim asfaltom oko 50%. Ova zamena je vršena mestimično i sukcesivno, tako da u stvari predstavlja neku vrstu zakrpa na kolovozu.

Merenjem debljine neoštećenog asfalt betona na nekoliko mesta vidi se da se abanjem njegova debljina od 5 cm smanjila na 4—3 cm.

Na delovima gde je izrađena površinska obrada ista je povremeno obnavljana.

masom protiv stanju tom pomeranju tucanika; i najzad da je kamena podloga imala duboke kolotrage izazvane saobraćajem izvođačevih vozila, koja su prilikom građenja podloge prenosila tucanik i drugi materijal i tako pokvarila poprečan profil posteljice i omogućila raskvašavanje iste. Nadležni stručnjaci ministarstva nisu prihvatili prednje objadocije pri takvom istom radu na putu Beograd—Novi Sad—Subotica—Horgoš. Ovde treba istaći da je poprečan pad kolovoza ranije bio za makadam 4% a sada je za asfalt 1,5 do 2,0%. Po izvršenom valjanju merenjem na svakom poprečnom profilu postignuto je odstupanje samo za + 1 cm. od sračunatih projektovanih kota nivelete (tri tačke).

Sama niveleta je bila povlačena od strane nadzora pa odobravana od strane stručnjaka ministarstva postupno za svaki kilometar kako su to napredovali radovi i tako predavana preduzeću na parče. Mana je takvog rada bila što preduzeće nije moglo organizovati posao oko nabavke materijala na veću dužinu a to se i htelo, jer bi se inače smanjila korisna širina za saobraćaj koji se nije smeo prekidati niti sem manjih izuzetaka, uputiti drugim putem. Zbog takvog povlačenja nivelete na parče, napravljena je greška, jer nije bolje ublažena vertikalna konveksna krivina na km 8 + 100.

Bankine su imale poprečan pad 4%. Krivine su imale jednostran pad, a pred krivine su na terenu izrađivane i prilagođavane okularno. Proširenja u krivinama nisu vršena kao i ispravke nepotrebnih i kontra krivina nisu odobravani, zbog stroge ograničenosti kredita.

Sve ovo napred izneto na isti način je rađeno i na putu Gospodarska mehana—Topčider—do ulaza u Košutnjak. Sav potreban tucanik ovde je upotrebljen iz majdana Ra-

kovica. To je tvrd krečnjak sa zrnima kvarca.

Na avalskom putu tucanik je na delu od km 3 + 000 do km 7 + 000 upotrebljen iz majdana u Lisičijem potoku. Kamen krečnjačkog porekla koji ima nešto veće abanje od propisanog, ali je privremeno, dok nije došlo odobrenje za upotrebu krečnjaka iz Avale kod km 17 + 000, dato odobrenje za upotrebu, pošto će biti pokriven asfaltom. Od km 7 + 000 do km 16 + 300 avalski tucanik je upotrebljen a on je odgovarao propisima u pogledu abanja. Zatvarajući sloj rizl upotrebljen je sav iz avalskih majdana.

Agregat za asfalt i za polu-penetraciju na trakama bio je porfirit iz Majdana kod sela Boljetina na donjem Dunavu ispred Donjeg Milanova. Taj kamen ima izvanrednu tvrđinu 2,60, pošto svako zrno para staklo. Ovaj agregat je nepodesan, jer u odnosu na vezivo nesrazmerno je tvrđi, a sem toga spoljna površina nije hrapava već glatka, međutim njegove oštre ivice omogućuju izvanredno uglavljanje zrna.

Bitumen je upotrebljen meksfalt 80 meksičkog porekla za sitnozrni a meksfalt 65 za krupnozrni asfaltni beton (topsku).

Na usponima većim od 2,5% predviđen je hrapaviji krupnozrni otvoreni asfaltni beton a za uspone manje usvojen je sitnozrni abajući sloj. Danas se sa asfaltnim kolovozima ide i do 8% uspona, razume se, sa specijalno orapavljenom gornjom površinom. Donji — binder sloj rađen je i ispod sitnozrnog i ispod krupnozrnog abajućeg sloja.

Pri izradi makadamskog sloja, tucanik i rizl su prethodno komisiski primani u figurama. Stari tucanički sloj je izrađen i klasiran kao što smo napred izneli i sitnija zrna od 3 cm. služila su kao donji sloj bankina. Tucanik je valjan po razastiranju na

celu širinu kolovoza u dva sloja a saobraćaj na putu nije prekidano. Pošto je prvi tucanički sloj uklješten pod valjkom i sniman po profilima razastiran je drugi sloj i šablonima kontrolisan po poprečnim profilima. Pri valjanju najveća pažnja je obraćana da ivica kolovoza bude sasvim sabijena. Valjalo se uvek sa 4 valjka koji su se redali jedan za drugim i postupno pomerili ka sredini kolovoza, da točkovi ne idu sasvim istim tragom.

Definitivno uvaljane makadamske površine snimane su u toku rada više puta nivelmanom, a pošto su do asfaltiranja izlagane saobraćaju bile su naknadno pokrivene debljim slojem rizla i polivane vodom.

Kako je završavan makadamski sloj na pristupnim putevima rađena je turska kaldrma ali kruta tj. ne na sloju peska već direktno na planiranu posteljicu. Upotrebljeno je krupnije kamenje i naročito je dobro međusobno uglavljivano.

Ako je pristupni (selski) put u usponu onda je na 1—3 metra ispred bankine glavnog puta izrađena plitka rigola, da se površinska voda sa pristupnog puta uputi levo i desno u jarak ispred postavljene betonske sepi u rovu. Pored kaldrme na pristupu ostavljena je bankina širine 0,50 m i iskopan jarak obostrano da se saobraćaj obavi isključivo preko kaldrme. Dužina kaldrmisanja bila je 10 m što je nedovoljno.

Za izradu asfaltnih mešavina poslužili smo se iskustvom Mister Bajdnora - Engleza angažovanog od preduzeća SHEM. Vršena su prosejavanja svih frakcija a mešavina je pravljena na bazi dugog iskustva empijskim putem vodeći računa da zrna agregata budu po mogućstvu 80% a peska i filera opet 50%. Pesak je upotrebljavan u dve frakcije: krupnija i sitnija.

Filer je upotrebljen i onda mleven od venčačkog mermera finoće mliva da prođe preko 80% kroz sito od 4900 rupica na 1 cm². Međutim kod ovog slučajno nije bilo na lageru upotrebljavan je jako odležali cement, pošto njegova finoća mliva odgovara uslovima. Mešavina je više puta sastavljena u laboratoriji SHEH a na Čukarici menjanjem količine pojedinih prosejanih frakcija u mešavini koje su posebno ispitivane.

Za vezni sloj (binder) usvojena je mešavina:

42 ⁰ / ₀	po težini zrna 12/25 mm
29 ⁰ / ₀	po težini zrna 2/12 mm
29 ⁰ / ₀	po težini peska 0/3 mm
100 ⁰ / ₀	

5⁰/₀ po težini upotrebljen je bitumen meksfart 65.

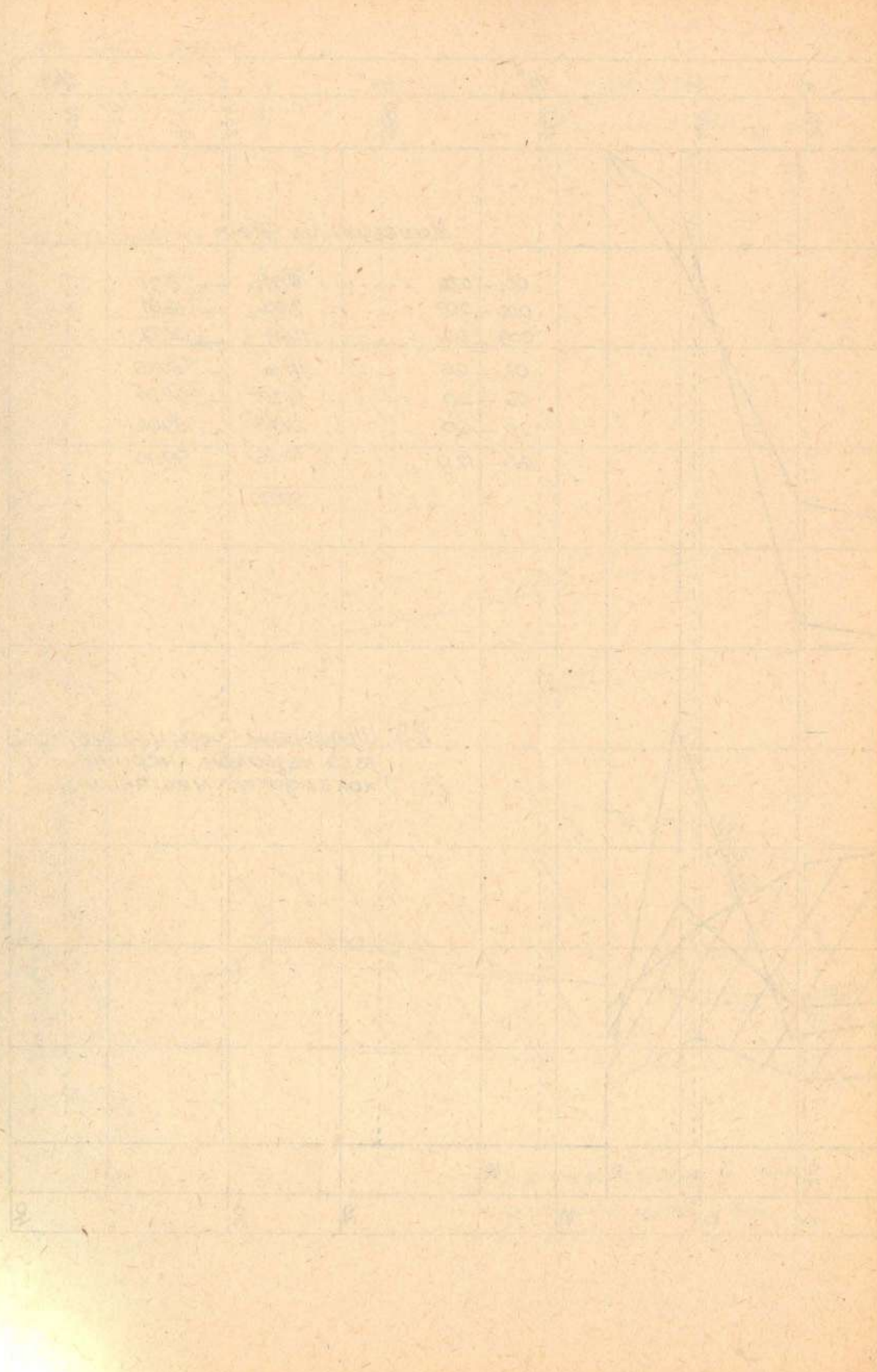
Na asfaltnoj mašini pravljena je mešavina od 300 kgr. težine. Ona je bila sastavljena od agregata

	12/25	120 kg.
agregata	2/12	82,75 kg.
peska	0/3	82,75 kg.
bitumena	(4,83 ⁰ / ₀)	14,50 kg.

Ukupno 300,00 kg.

Specifična težina cele mase iznađena je pomoću količine upijene vode u utresenoj mešavini (dva „mes“ cilindra od po 1.000 cm³ jedan sa vodom a drugi sa nabivenom suvom mešavinom. Oba cilindra povezana su gumenim crevom. Snabdeveni na oba kraja zatvaračima. Crevo je uklješteno u otvore na dnu oba cilindra. Voda se pušta polako i sa prekidima da se odozdo penje u cilindar sa mešavinom da bi se omogućilo blagovremeno odilaženje vazduha iz mešavine.

Ukupna težina utresene suve mešavine iznosila je 800 gr. Ukupna kubatura utresene suve mešavine u cilindru 343 cm³ iznosila je



Zapreminska težina

$$z_t = \frac{800}{343} = 2,332$$

Kubatura vode koja se popela i ogrezla u mešavini iznosila je

$$716 \text{ cm}^3$$

Specifična težina mešavine iznosi

$$S_{pt} = \frac{800}{1000 - 716} = 2,816$$

Šupljine u agregatu iznose

$$100 \left(1 - \frac{Z_t}{S_{pt}} \right) = \left(1 - \frac{2,332}{2,816} \right) 100 = 16,5\%$$

Potrebna količina bitumena

$$B = \frac{W \times 1,046}{Z_t} = \frac{16,5 \times 1,046}{2,332} = 7,4\%$$

a od asfaltne mase

$$B_1 = \frac{7,4 \times 100}{107,4} = 6,9\%$$

Sitnozrni asfaltni beton sadržavao je u izabranoj mešavini:

sitnež	5/12 mm	22 ⁰ / ₀
sitnež	2/8 mm	17 ⁰ / ₀
sitnež	1/3 mm	11 ⁰ / ₀
dunav. pes. u 2 franc.	0/1 mm	40 ⁰ / ₀
filer (krečn. brašno)		10 ⁰ / ₀
Ukupno		100 ⁰ / ₀

Na asfaltnoj mašini za mešavinu od 300 kgr. uzeto je

— bitumena	21,0 kgr.
— filera	27,0 kgr.
— peska	110,5 kgr.
— agregata 1/3	32,5 kgr.
— agregata 2/8	47,5 kgr.
— agregata 5/12	61,5 kgr.

Ukupno 300,0 kgr.

Ovako dobiveni odnos frakcija u mešavini omogućio je da se agregat i pesak donose kolicima i mešaju ispred elevatora izrada asfaltne mase vršila se u postrojenju tip „Amman” sa kapacitetom od 10 tona na jedan čas.

Mineralni agregat i peskovi zagrevani su na temperaturu u granicama od 150° do 185°C.

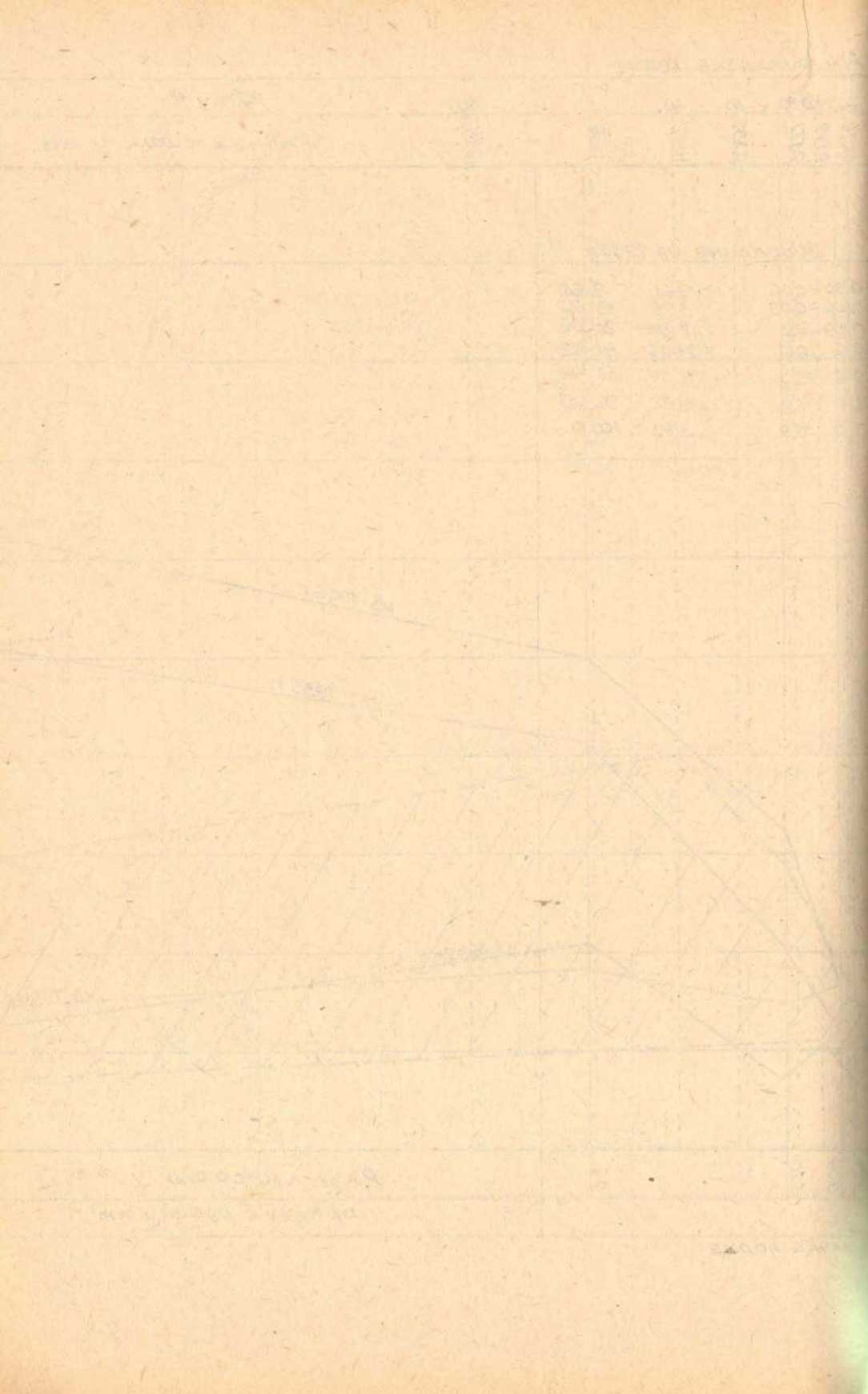
Bitumen je zagrevan na temperaturu u granicama između 150° i 170°C.

Mešanje asfaltne mase se obavljalo na sledeći način: kameni agregat i peskovi intimno izmešani i zagrejani kao i izmereni unose se u mešalicu. Tu se zatim dodaje filer, koji se ne zagreva (ali se čuva od vlage) i najzad vruć bitumen koji se prethodno zagreva u predgrejačima. Sve izmešano u mešalici (ukupne težine 300 kg) u trajanju od 60 do 90 sekundi. Punjenje mešalice bilo je onoliko, da se krajevi lopatica moraju videti da vire iz mešavine za vreme okretanja. Grejanje agregata tako je regulisano, da temperatura mešavine u momentu izručivanja u kamion ima da bude srednje 150°C. S tim, da nikad ne bude ispod 140°C, kad je spoljna temperatura vazduha +15° do +20°C.

Kad spoljna temperatura vazduha prelazi +20°C onda temperatura mešavine može biti nešto niža, optimalna temperatura treba da je ona koja omogućuje lako ugrađivanje mešavine na putu.

Kad je spoljna temperatura vazduha manja od 15°C onda treba da je temperatura mešavine veća od 150°C ali ipak nesme da bude veća od 175°C.

Kad se desi da je temperatura suve mešavine agregata ispod 140°C ili je toplija od 180°C mešavina se onda ispušta da padne na pod, pošto nije izmešana sa filerom i bitumenom



tu se ohladi, pa se ponovo upućuje u postrojenje za izradu asfaltne mase.

Kad je spoljna temperatura vazduha niža od 10°C onda se rad na mašini prekida. Isto tako rad se prekida za vreme kad pada kiša.

Gotova asfaltna masa se kontroliše, da li je bitumen dobro raspoređen u masi. Uzme se mala količina mase i omota između dva čista lista hartije i pritisne, pa se na hartiji treba da dobije otisak na izgled slične kao talog od kave u šoljici.

Gotova asfaltna masa se transportuje kamionima na mesto ugrađivanja. Kamioni su iznutra opšiveni limom i ovlaš omazani naftom.

Kamioni se eventualno pokrivaju asurama (ciradama) ili limovima (ispravljenim i očišćenim od bitumena - pošto su od bačava u kojima je bio bitumen), kamioni čak mogu biti i kaloficirani (snabdeveni uređajima za čuvanje temperature što kod nas nije bio slučaj). U slučaju veće udaljenosti između asfaltne baze i gradilišta, temperatura mešavine na mestu ugrađivanja nesme biti ispod 130°C . Ti kamioni uslovno moraju savršeno da zaštićuju mešavine od nevremena i prašine za vreme transporta.

Na mestu istovara mi smo masu izručivali na velike limove, koji su takođe bili omazani naftom. (Danas se masa istovaruje u bunker finišera).

Radnici asfalteri na gradilištu imali su grabulje, lopate, pegle, pilone, krtaste nabijače i najzad vatrinu za grejanje pomenutog alata. Isto tako tu su bile i ravnjače dužine 4.0 m, šabloni poprečnog profila i termometar za merenje temperature asfaltne mase (sa podelom do 250°C).

Naročito su morala gradilište i baza da budu snabdeveni još i drvenim sigelama odelom, rukavicama od azbesta, kožnom kecljom i dr. nužnim sredstevima protiv opekotina, što propisuje HTZ.

Asfaltna masa prenosila se sa limova lopatama neposredno do mesta polaganja pa je vrućim grabuljama izravnjavana na nešto veću debljinu sloja, da po uvaljivanju sloj bude željene debljine.

Pre razastiranja mase, makadamski kolovoz mora biti očišćen od prašine i kora od rizla, da se makadam pojavi kao mozaik sem toga gornja površina mora biti potpuno suva. Ukoliko su neke manje površine ovlažene preko njih se posipa vruć pepeo i tako ponovi po čišćenju i drugi put. Kad smo ovaj asfalt radili imali smo mašinu koja baca plamen i tako uspešno sušili ova vlažna mesta.

Pre nanošenja binder sloja prskana je kolovozna površina sa 1 kg/m^2 vrućim bitumenom da bi se omogućila bolja veza jer onda podloga i binder sa abajućim slojem ponašaju se kao jedna celina. Pošto ovde nije bio predviđen ivičnjak od kamena to su utvrđivane fosne sa strane i pored njih binder sloj je nabiven, kretati nabijačem. To nabijanje je na šlusevima vršeno pored krstatog nabijača još i peglanjem sa vrućom peglom.

Binder sloj a i abajući sloj po izvršenom poravljavanju valjao se prvo poprečnim kretanjem ručnog valjka sa jednom tačkom težine oko 200 kg (računajući opterećenje i radnika koji sedi na rudu i lako točak omazuje sa naftom. Zatim se valja lakim tandem valjkom težine 4—6 tona. Ovaj valjak se kretao paralelno osovini, kao i upravno i dijagonalno na nju. U ovom periodu valjanjem lakšim valjkom vršila se kontrola gornje površine asfaltnog sloja sa instrumentom (nivelmanom), sa ravnjačom i šablonima pa se interveniše i popravljaju loša mesta dodavanjem ili oduzimanjem mase. Najzad kad se masa malo ohladila asfaltni sloj se valja 8—10 tona teškim valjkom. Svi ovi valjkovi kretali su se najsporiše i za sve vreme nisu smeli stati

na asfalt već su morali biti u pokretu. Najteži valjak morao je da ima točkove sa velikim prečnikom, zatim da se mogao prilagoditi na svaki poprečan profil puta, da je imao diferencijal da može iz kretanja napred da pređe u kretanje nazad bez zastoja i bez truckanja, i najzad da je imao uređaj za kvašenje točkova — sve ovo izneto u cilju da se onemogućuje talasi u asfaltu i lepljenje točkova za asfaltnu masu.

Brzina valjanja, kao što smo naglasili morala je biti konstantna i pravilna i tako regulisana da valja površinu od 200 m² za jedan čas prosečno.

Sve denivelacije veće od 4 mm mere ravnjačem u podužnom pravcu morale su se ispraviti.

Pri nastavljaju radova ujutru sledećeg dana ili preko dana posle eventualnog prekida, ivica asfaltnog sloja se zasecala vertikalno pozadi provizorne rampe i daske na mestu, gde je asfaltni sloj u punoj debljini s tim, da zasecanje bude vertikalno (normalno) na osovini kolovoza. Spoj se premazivao vrućim bitumenom pa se na dodiru spoja nova asfaltna masa pritiskivala ledima grabulje, pa zatim nabivala zagrejanim pilonima i nabijačima i vrućom peglom najzad peglane, da se spoj ne pozna. Preko toga spoja prelazilo se lakšim motornim valjkom po dužini spoja nekoliko puta. Na taj način obe površine su rigorozno na istom nivou.

Kotao za zagrevanje bitumena uvek se punio 60—70% u zavisnosti od vrste bitumena i količine vode u njemu. Punjenje je zavisilo od toga, da li kotao ima specijalni uređaj koji onemogućuje podizanje pene od bitumena.

Kotao se mogao zagrevati samo ako je u njemu imalo najmanje do polovine bitumena.

Pri pretakanju bitumena iz jednog u drugi kotao trebalo je paziti da se

ne ogole zažareni zidovi ili cevi za zagrevanje inače je trebalo dodati novu količinu bitumena ili prekinuti loženje. Da bi se ovo izbeglo kotao je trebao da ima dve ispusne cevi, jednu u nivou iznad cevi za zagrevanje a drugu na dnu kotla i ona je služila za potpuno isticanje bitumena kad se loženje prekine.

Ako se bitumen zapalio gašen je peskom ili aparatom sa penom a nikako sa vodom.

Toplota menja ugljovodonična veziva u svima njegovim fizičkim karakteristikama. Tako izvestan bitumen (ili skala od nafte) zagrevani na 200°C a za vreme od 7 časova odprilike imaće svoju penetraciju izmenjenu od 50 pre zagrevanja na 34 posle zagrevanja, duktilitet će opasti od 100 na 10, tačka razmekšavanja koja je u početku bila na 55°C povećaće se čak na 75°C, a sadržaj asfaltena od 31 doćiće na 39.

Zato je preko potrebno na gradištu fiksirati graničnu temperaturu preko koje postoji opasnost da se bitumen zagreva.

Treba biti vrlo obazriv, da se grejanje bitumena i asfalta mora da pokrije poklopcem, a da se izbegne grejanje na slobodnom vazduhu. Na taj način se izbegava odilaženje lakih frakcija u vazduh, kao i sama oksidacija bitumena.

Krupnozrni — orapavljen — abajući sloj na pomenutim usponima nije bio zatvoren. Njegov vek trajanja predviđen je tri godine, pa da se zameni novim slojem. Međutim on je trajao pet godina, pa je zamenjen livenim asfaltom napravljen uz upotrebu stare sa dodatkom nove mase.

Na putu Gospodarska mehana — Košutnjak prvih 150 metara puta dobio je kolovoz od sitne kocke, a ostali deo puta dobio napred opisani sitnozrni asfaltni beton onda zvani top-ska.

Na tom delu puta još prilikom kolaudacije na dva mesta u svećoj asfaltnoj masi pojavile su se duboke rupe gde je mesto asfaltne mase agregat bio oslobođen veziva. Utvrđeno je po mirisu da je tu posipan u više navrata benzin i nafta koji su sav bitumen rastvorili izgleda da su predstavnici konkurentskih preduzeća ispred komisije priredili ovo, jer pošto je izvršena opravka tih mesta i stvar razjašnjena, više nikad do danas nije došlo do ovog.

Na putu Beograd — Avala kod km 7 + 050 na nasipu preko Kaljavog potoka nastupilo je sleganje kolovoza za jedan metar dubine na dužini od 8,0 metara. Na tom mestu nasip je izrađen od slabo nosivog zemljišta pa je ulegnuće već u prvobitnom Joseu greškom bilo opravljano sa tri nove kamene podloge jednu na drugu i debelim tucaničkim slojem. Kad je preko ovoga došao asfaltni kolovoz sledeće godine opet se pojavilo veće ulegnuće na istom mestu a bočno nasip se vrlo jako ispućio. Ponovnom opravkom i zamenom teškog kamenog materijala šljakom, koja je lak materijal, i izradom samo jednog Josea sa asfaltom iznad sloja šljake, definitivno se stabilizovalo to mesto.

U krivinama oba ova puta jednostrani poprečni nagib je na spoljnoj strani krivine uvek formiran izradom nove kamene podloge na mestima gde je izdizanje bilo veće od deset centimetara inače u koliko je bilo manje razlika je popunjavana tucaničkom.

Kad je asfaltni kolovoz bio završen, donji i gornji sloj, pristupilo se izradi ivičnih traka polupenetracijom. Nedostajuća visina bila je popucana na bankini u širinu 0,50 m. tucaničkom u količini do 80 kg/m² veličina zrna 25/45 mm, pa je to valjano specijalnim uskim motornim valjkom, pošto je ostatak bankine popunjen peskanim odn. sitnim iz stare pod-

loge kamenim materijalom. Pošto je tucanički sloj uvaljan vršeno je penetriranje vrućim bitumenom meksfaltom 65 u količini 4 kg/m² i poprivano sa agregatom porfiritan 17/15 mm u količini 20 kg/m² i to je dobro uvaljano.

Preko ovog vršena je površinska obrada sa 1,5 kg/m² sprameksa 200 i pokriveno sa 20 kg/m² agregatom 5/7 mm i ponovo valjano. Između polupenetracije i sprameksiranja treba istaći da je vršeno čišćenje nevezanog agregata metlama.

U toku održavanja ivične trake sa polupenetracijom nisu se održale mada su lepo izgledale, jer se saobraćaj sa stalnom vučom odvijao isključivo ivicama kolovoza tj. preko penetrirane trake i delom zemljane bankine ostavljajući sredinu kolovoza motornom saobraćaju. Zato se ta traka brzo izabala ili iskrzala i estetski je loše izgledala, pa je posle nekoliko godina zamenjena ivičnom trakom izrađenom sa sitnom kocnom na betonskoj podlozi.

Na km 12 + 050 — 12 + 120 po izradi asfalta posle tri godine nastalo je pomeranje i nepravilno sleganje kolovoza u desno ka jaruzi. Tu se pojavio ručevit teren kao i nešto niže u jaruzi ispod kolovoza. Kaldrisanjem levog rova i izradom dve poprečne drenaže taj pokret je zauzastavljen evo već više od dvadeset godina.

Pregledom ove deonice puta radi lakšeg računanja usvajam da je stari — prvobitni asfaltni kolovoz do sada obnovljen za 50% i to sa tvrdo live-nim asfaltom (upotrebom stare asfaltne mase i dodatkom nedostajućih frakcija i veziva).

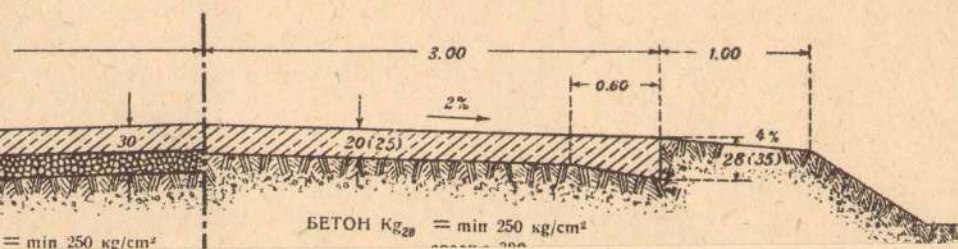
Ukupno je cela deonica koštala 15,503.065.— din.

Prema tome kako je deonica puta Beograd—Avala duga 13,300 km to 1 km. košta 1,165.644.— din. odnosno 1 m² koštalo je 129 din. za ko-

ОБРАЋАЈ

Бетонски коловози

VIII



lovoz, a dve trake polupenetrisane koštale su 65.— dinara.

Ako ovoj sumi dodamo opravku (50% vrednosti) tj. 2,147.100.— dinara onda sa opravkama asfalta utrošeno je na ovoj deonici 17,650.165.— dinara.

Pri daljem obračunu koristimo delimično podatke iz knjige Ing. B. Stanojevića „Kolovozi na putevima” kao i Rapoort-e sa X konkresa za puteve 1955. godine — o rentabilnosti i finansiranju radova na putevima od Paul-a Lefevre-oa (belgiski raporti br. 57) i engleski raporti br. 60.

NZ. Sve ove radove računaćemo vrednošću dinara iz 1930—1931. godine i na toj vrednosti računaćemo rentabilnost asfaltnog kolovoza.

1. Utrošak guma na modernizovanom i nemodernizovanom putu četiri kamionske gume koštaju 36.000.— dinara. Po nemodernizovanom putu one propadaju posle 15.000 km a po modernizovanom one propadaju posle 25.000. km.

$$\frac{36.000}{15.000} = 2,4; \quad \frac{36.000}{25.000} = 1,44$$

ma tome ušteda (korist) iznosi na 1 km.

$$2,4 - 1,44 = 0,96.$$

Iz tabele o brojanju saobraćaja (u prilogu) vidi se da srednja godišnja vrednost brojanja iznosi — sa interpolacijom za godine kad nije brojan saobraćaj — ili je uništen podatak — iznosi $4.302 \text{ tone} \times 220 \text{ dana} = 8.690.04 \text{ tona}$. Ako jedan kamion računamo od 4,0 tona dobija se 2.172,51 kamiona koji su tim putem prošli za 35 godina. Pošto je dužina ove deonice sa asfaltnim kolovozom 13.300 m' to pomenuti broj kamiona izvršili su put preko asfalta od 2.889,438 km. pa pomnoženo sa 0,96 iznosi 2.773,860 dinara.

2. Amortizacija kamiona

217.251 kamiona à 200.000 din. = 43,450, 200.000 — na nemodernizovanom putu treba da se amortizuju za devet godina, a to iznosi godišnje 48,278.000 dinara, a u slučaju da se kreću po modernizovanom putu treba da se amortizuju za 10 godina, a to iznosi godišnje 48,278.000 dinara a u slučaju da se kreću po modernizovanom putu treba da se amortizuje za 10 godina, a to iznosi godišnje 43,450.200.— Razlika te dve vrednosti iznosi 4,827.800 dinara, a za 10 godina ona iznosi 48,278.000 dinara.

3) Troškovi pogona. Za 1 kamion od 60 ks za 6 časova dnevne vuče potrebno je $0,2 \text{ kg/čas} \times 60 \text{ ks} \times 6 = 72 \text{ kg/čas}$ sirovog ulja po 3.— din.

$$216.— \text{ din.}$$

$$\text{maziva } 2 \text{ kg à } 14 = 28.— \text{ din.}$$

$$\text{Ukupno: } 244.— \text{ din.}$$

Ušteda na modernizovanom putu iznosi 30% što iznosi $\frac{244 \times 30}{100}$

$$= 73,20 \text{ din;}$$

$$\frac{73,20}{150 \text{ km}} = 0,488$$

$$2,889.438 \times 0,488 = 1,410.045.— \text{ dinara.}$$

4) Opravka vozila (kamiona)

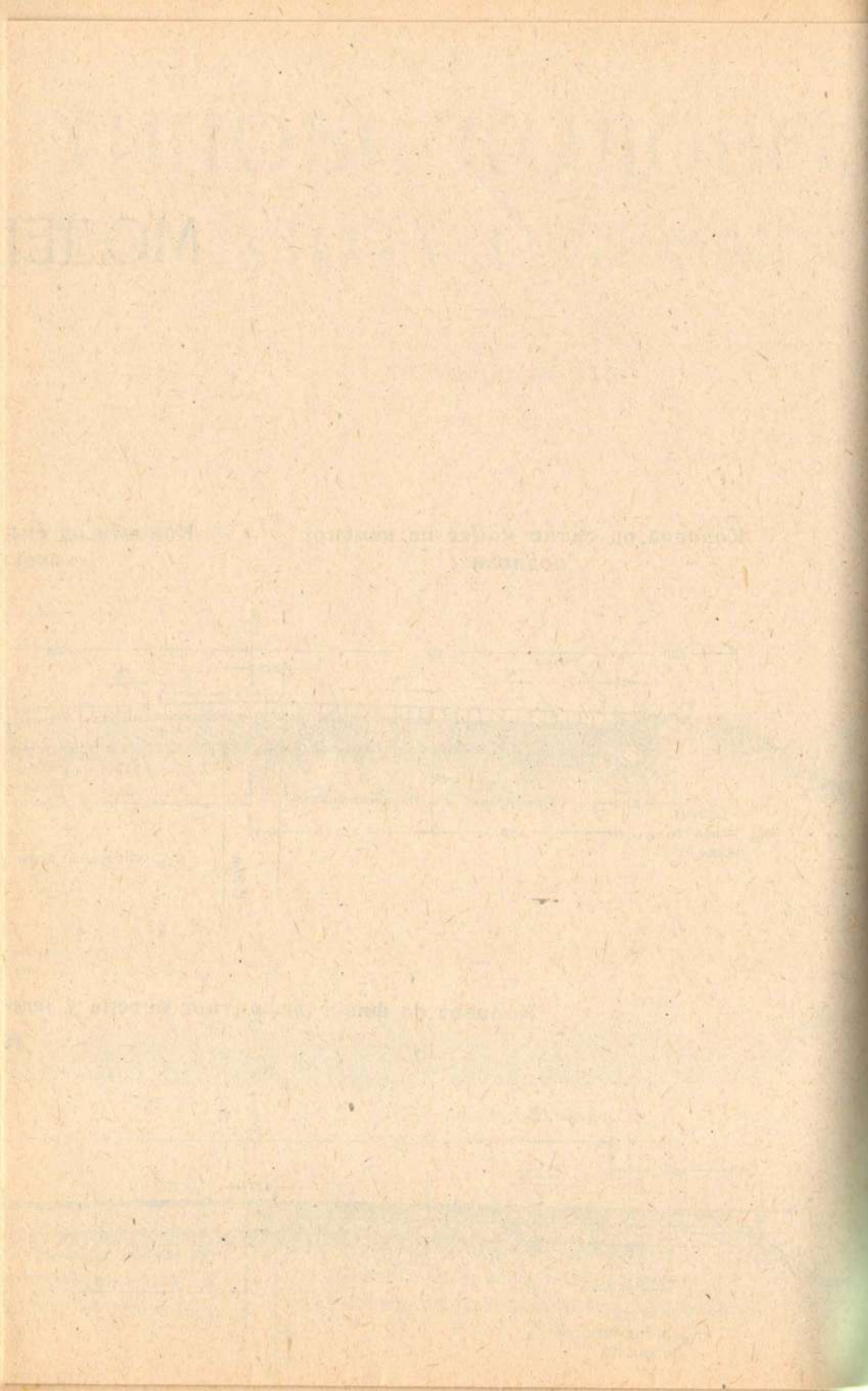
Opravka vozila u toku trajnosti dostižu 50% vrednosti tj. 100.000.— dinara.

Prema tome za 9 godina po 22 radnih dana i 150 km puta dnevno otpada na 1 km 0,40 din/km $2889438 \times 0,4 = 1,155.775.— \text{ dinara.}$

5) Putni doprinos za kamion od 4,0 tone nosivosti iznosi 3.500 dinara godišnje odnosno na 1 km.

$$\frac{3.500}{200 \times 150} = 0,10$$

$$2,889.438 \times 0,1 = 288.943 \text{ din.}$$



6) Osiguranje radnika

$$2,889.438 \times 0,05 = 144.471.— \text{ din.}$$

7) Porez i ostale dažbine (20% od čiste zarade)

$$2,889.438 \times 0,22 = 635.676.— \text{ din.}$$

8) Troškovi oko registracije vozila (kamiona)

$$2,889.438 \times 7 = 20,226.068.— \text{ din.}$$

Kad saberemo sve vrednosti od 1 do 8) tu se nalaze koristi od modernizacije ovog puta kao i sve takse i dažbine, osiguranje i registracije koje sume se vraćaju.

Zajednici iznose sumu od dinara

$$74,912.838.—$$

Ovaj kolovoz je do sada služio 35 godina a troškove održavanja je teško iznaći. U prvim godinama ti troškovi su bili veći jer je krupnozrni asfalt na usponima morao biti zamenjen, inače što je kolovoz stariji, troškovi se povećavaju. Potpisati je u ovom dosadanjem izlaganju predviđeno da je asfalt izmenjen na 50% površine starog kolovoza sa tvrdo livnim asfaltom i tu vrednost je obračunao na bazi vrednosti ondašnjeg dinara.

Iz svega napred izloženog može se doneti sledeći **zaključak**.

Da bi izneli razloge propadanja ovog asfaltnog kolovoza navodimo:

1) Ovaj kolovoz do sada je izdržao saobraćaj i trajao 35 godina. On je imao novo izrađeni šose star oko 5 godina zatim sloj uvaljanog tucanika dopunjen na 12 cm. u uvaljanom stanju. Tako da je ukupna debljina kolovoza iznosila: $20+12+3+3=38$ cm. znači ovde je kolovoz deblji za 18 cm. od onog na putu Zemun — Mosti Grad.

Ovde je nedostajao kameni ivičnjak a polupenetrisana traka brzo je

izabana, jer je saobraćaj sa stalnom vučom išao ivicom kolovoza. Traka sa sitnom kockom došla je posle 10 do 15 godina kad je asfaltni sloj već imao malo deformisani profil. Nasipa je bilo samo preko jaruga inače većinom je put u zaseku.

2) Tamponski sloj ovde nije rađen niti predviđen ali trasa je više u nagibu i visinska u upoređenju sa novosadskim putem.

3) Drenaže su bile izrađene ali retko. Trebalo ih je više predvideti.

4) Ovde je šose izrađen sav od krečnjačkog materijala i pod intenzivnim saobraćajem međusobno trenje zrna stvara fine čestice koje vremenom deluju loše (osetljiva su) na mraz. Ovde sem nekoliko napred pomenutih ručeva nije bilo lošeg dejstva mraza. Ne treba zaboraviti da je na 7, 10 i 14-tom kilometru bilo zimi velikih smetova u visini telegrafsko-telefonskih linija ali nije bilo dizanja i rušenja od mraza.

5) Industrija motornih vozila ne drži se ograničenja i proizvodi kamione sa sve većim osovinskim opterećenjem. Pošto su ovde zadržane krivine i sa 50 m' poluprečnika to saobraćaj tih teških vozila sa prikolicama izaziva velika trenja u krivinama i dinamičke udare.

6) Sredstva za održavanje su nedovoljna. Pošto je ovo prvi novo izgrađeni put sa modernim kolovozom u dugom periodu bio je održavan sa malim sredstvima.

7) Ovde nisu rađene predkrivine, već samo delovi kružnih krivina.

— Opravku ovog puta treba izvršiti prvo premazom i dodatnim slojem bitu šljunka debljine 5 cm. a na mestima i više da bi se dobijao pravilan poprečan i podužan profil (sa finišerom) a zatim izraditi tepih sloj sa krupnijim zrnima kao abajući sloj. Stari asfaltni sloj ovde bi bio pod-sloj.

Dipl. ing. Milorad K. MITROVIĆ

Put Beograd — Novi Sad (asfaltni kolovoz)

Izgradnja ovog puta finansirana je u glavnom iz kredita za javne radove, za koje je osigurana suma od 378.000.000.— dinara, a iz zajma od jedne milijarde dinara. Za ovaj put određena je suma od 79.325.965.— dinara koja je dobivena iz savesno izrađenih elaborata svih deonica.

Ukupna dužina ovog puta od Beograda do ulaza na most na desnoj obali Dunava iznosi 72,016 km. Ovde je zadržana stara kilometraža. Početak 0,00 km nalazio se kod vodoskoka na Terazijama (Beograd).

Trasa novog puta u glavnom se poklapa sa starom trasom osim izvesnih manjih odstupanja. Kroz Zemun išlo se glavnom ulicom pa preko sela Batajnice, Nove Pazove, Stare Pazove, Indije, Sremskih Karlovaca i Petrovaradina do ulaza na most preko Dunava u Novom Sadu.

Na kraju Stare Pazove trasa je morala biti ispravljena u dužini 1.200 m' (od km 32+665—33+865). Prelazi preko železničke pruge u nivou na km 37 + 215 i km 39 + 500 izbegnuti su izradom nadvožnjaka. Nova trasa nije više išla preko sela Maradika i Krušedola već novom trasom u dužini 7 + 600 km pravo ka Sremskim Karlovcima vraćajući se na staru trasu severno od sela Krušedola. Od km 58+865—61+665

ispred Karlovaca zbog oštih krivina i uspona preko 10⁰/. Stara trasa je takođe napuštena, pa je nova nešto spuštена ka dolini potoka Lipovca. Ove poslednje dve devijacije povećale su zemljane radove za preko 187.000 m³.

Stari put kroz Sremske Karlovce je napušten jer nije imao dovoljno širine, pa je novi obišao Sremske Karlovce i pružio se između železničke pruge i dunavskog inundacionog terena od km 61+665—65+065. Ova ispravka opet je nametnula višak zemljanih radova od preko 200.000.— m³, jer su nasipi sada imali oko 4,0 m' visine preko inundacionog terena i preko dve bare duboke 1,20 — 1,50 m'.

Na ovom novo izrađenom putu elementi su: minimalni poluprečnik 250 m', maksimalni uspon 5⁰/, širina plana 8,0 m' a kolovoza 6,0 m'. Izuzetno su odobreni usvojeni manji poluprečnici kroz naseljena mesta kao u Staroj Pazovi (R = 100. m') i Indiji (R = 140 m i 150,0) da bi se izbegle skupe eksproprijacije.

Pošto je elaborat celog ovog puta bio izrađen pred izvršenje je podeljen na deince prema terenu i vrsti usvojenog kolovoza.

— Deonica od km 5+693—6+759 + 693 izrađena je i puštena u saob-

braćaj u jesen 1934 godine. Izrađena je sa binderom i asfaltnim betonom. Kod zemunske železničke stanice kolovoz je od sitne kocke.

— Deonica od km 5+603—6+705 kroz Zemun izrađena je delom sa kolovozom od tvrdo livenog asfalta a delom sa sitnom kockom, jer je jedan deo te ulice u ravnici, a drugi je u usponu. Za prethodnu deonicu nismo mogli da utvrdimo vrednost koštanja. Vrednost ove deonice iznosila je 1.437.439,31 dinara. Što znači 1 km puta koštao je 1,350.000.— dinara, odnosno 1 m² koštao je 225 dinara, bilo sa kockom ili livenim asfaltom.

— Deonica od km 6+759—9+065. Kolovoz je ovde izrađen na podlozi starog i proširenog makadama. Stara podloga je bila debljine 15 cm. na širini 4,0 m' pa je proširena na 6,0 m' obostrano po 1,0 m') a planum je imao 8,0 m' (bankine su široke po 1,0 m'). Na proširenjima kamena podloga je izrađena debljine 20 cm. a sloj tucanika u uvaljanom stanju je imao 8 cm. Ukupno koštanje ove deonice zajedno sa pripadajućim rešakim izdacima nadzora i kolovoza od sitne kocke iznosi 2.641.136,64 dinara ili 1 km košta 1,145.300.— dinara a 1 m² kolovoza koštao je 189 dinara.

— Deonica od km 9+065—30+570 nazvana I deonica u dužini od 505,21 km koštala je sumu od 16.976.916,91 dinara. Ovde je naseljenim mestima kolovoz izrađen sa sitnom kockom (Batajnica, Nova Pazova i deo Stare Pazove) u ukupnoj dužini od 4,262,93 km. Van naselja kolovoz je od asfaltnog betona u dužini 17,242,32 km. Taj asfaltni beton je čistijeg tipa debljine 5 cm. Podloga za oba kolovoza je od lomljenog kamena i to na proširenjima debljine 0,20 m', a na postojećem postojećem delu 0,10 — 0,15 m' a to u naseljima ta stara srednja podloga

širine je 4,0 m' a van naselja 3,0 m' tako da je proširenje u naselju iznosilo po 1,0 m' a van naselja po 1,5 m' obostrano. Uvaljani tucanik imao je debljinu 8 cm. Na ivicama kako od asfalta tako i od sitne kocke postavljeni su kameni ivičnjaci odgovarajućih dimenzija na sloju betona marke MB 110. Tucanik i lomljen kamen za podlogu su od tvrdog krečnjaka iz majdana iz Kijeva.

— Deonica od km 30+570—49+470 nazvana II deonica u dužini od 18,900 km prolazi kroz Staru Pazovu i Indiju i završava se na raskrsnici sa putem Maradić — Beška. Za ovu deonicu odobrena je suma od 16.976.914,52 i ustupljena u izvršenje za istu sumu. Za izradu mosta preko kanala V. Begej i dva nadvožnjaka preko pruge utrošena je ukupna suma od 4.615.757,18 dinara. Prema tome mostovi i deonica ukupno koštaju 21.592.671,70 dinara. Ova trasa držala se u glavnom postojećeg puta, sem što se zbog ispravke krivina i ublažavanja podova na izlazu iz Stare Pazove i Indije jedan deo postojećeg puta napustio. Ova deonica izrađena je od cementnog betona debljine sloja od 15 cm. na tucaničkom zastoru od 15 cm. u uvaljanom stanju kao drenažnom sloju i to van naseljenih mesta u dužini 13,722,3 km. Kroz naselja izrađen je kolovoz od sitne kocke u dužini od 5,169,7 km lomljen kamen nabavljen je za proširenu podlogu iz majdana peščara u opštini Kneževačkoj; a za tucanik iz majdana peščara u Parcenskoj opštini (Kosmaj). Obe vrste kamena odgovaraju propisima i nameni. Kolovoz od sitne kocke predviđen je po dimenzijama isto kao i na I-voj deonici.

— Deonica od km 49+470—61+691 nazvana III deonica dugačka je 12,221 km. Ona počinje od raskrsnice sa putem Maradić — Beška a završava se na ulazu u Sremske Karlovce. Ova deonica ustupljena je u

izvršenje za 14.458,574,52 dinara. Ova deonica na dužini od 1800 m' koristi postojeći stari put, inače ostalo je nova trasa preko talastastog terena Fruška Gora. Preko potoka Lipovca ispred Sremskih Karlovaca izrađen je armirano-betonski most sa tri otvora ukupno 31,0 metara dužine, za sumu od 384.463,52 dinara, koja suma nije ušla u napred iznetu sumu za izradu ove deonice.

Ova deonica izrađena je sa kolovozom od cementnog betona u dva sloja debljine (15 + 5) 20 cm. na podlozi tucaničkog sloja debljine 15 cm. u neuvaljanom, odnosno 12 cm. u uvaljanom stanju. Na nasipima većim od 1,30 m' izrađen je kolovoz od sitne kocke na podlozi makadama debljine (20 + 8) 28 cm.

Na ovoj deonici kolovoz od cementnog betona je na dužini od 12,221 km, a od sitne kocke na dužini 2.051 km.

Kamen za podlogu i tucanik upotrebljen je iz Majdana u Kijevu krečnjačkog porekla.

— Deonica od km 61+691—72+012,2 nazvana IV-ta deonica u dužini je od 10,321,2 km. Ona počinje ispred Sremskih Karlovaca a završa-

va se na desnoj obali Dunava u Petrovaradinu (ulaz na sam most). Ova deonica ustupljena je u rad za 13.979.308,35 dinara. Trasa ide pored železničke pruge van Sremskih Karlovaca i taj novi deo trase dug 3.400 m i deo preko barovitog (niskog) terena. Na prelazu železničke pruge podvožnjakom predviđeno je izdizanje pruge preko 2,0 m', da bi se dobio zahtevani gabarit u podvožnjaku. Ti radovi nisu ušli u gornju cenu za izradu deonice kao i radovi na rušenju gradskih zidova u Petrovaradinu - u niveleti puta, zatim radovi na izradi potpornih zidova te su oni izvršeni za sumu od 532.113,59 dinara. Isto tako u cenu za izradu ove IV deonice nije ušla izrada armirano betonskog mosta otvora 10,15 m' na potoku „Stražičevo" koji je izrađen za sumu od 151.135,94 dinara.

Kolovoz je izrađen od sitne kocke na podlozi šosea na dužini od 4.000 m' a od asfaltnog betona opet na podlozi od šosea na dužini od 6.321,20 m'. Lomljen kamen i tucanik po ovoj deonici je od kamena dolomita iz majdana „Slavina Bara" u blizini Sremskih Karlovaca, kamen je odgo-varao uslovima.

Na celoj dužini ovog puta od Beograda do Novog Sada ima dakle asfaltnih kolovoza u dužini

	29.794 km
cement betonskih	23.896 km
sa sitnom kockom	18.326 km
Ukupno kilometara	72.016 km

Moj zadatak je da u ovom izlaganju dalje analiziramo samo asfaltna kolovoze i to specijalno one izvršene na prvoj i četvrtoj deonici u dužini 23,563,52 km.

Niveleta novo projektovanog puta naročito u ravničarskim partijama puta trebala je da bude visinski iznad okolnog terena, a ona je u nive-

leti terena a mestimično je i niža od okonog terena, što je uslovlila stara kamena podloga koja se zbog ušteda trebala da koristi i zadrži. Uz to pogrešno se mislilo da podtlo ispod Stare podloge ima dugogodišnju sabijenost od saobraćaja, a zaboravila se činjenice da između kamenova razmaknute i slabe podloge popeo se sve

do gornje površine sloj gline iz posteljice. Ta problematična podloga uzročnik je što je izostavljen tamponski sloj da se ugradi, a to je pro-uzrokovalo velike štete. Obostrana proširenja podloge dobila su kamenu podlogu debljine 20 cm. pa još sa slojem tucanika od 8 cm taj prošireni deo podloge kao jači u stvari je ankerovao staru podlogu preko koje također je došao tucanički sloj od 8 cm. Međutim ispod nisko postavljene nivelete novo proširena podloga postavljena je zbog veće debljine još nije u odnosu na okolni teren i iskopane jarkove, znači posteljica bez tamponskog sloja postala je bliža podzemnoj vodi.

Po propisima, koji su u to vreme važniji, predmetni šose imao se izraditi što tačnije u svemu po predviđenoj niveleti i poprečnim profilima sa maksimalnim odstupanjima 1 cm.

Međutim, pri samom izvršenju dešavalo se, da između dva susedna poprečna profila nije bila prava linija već izlomljena, neka konveksna krivina u staroj niveleti, pa nanostavljenjem predviđenih slojeva na samim profilima i izravnanjem između njih na staroj i onako tankoj podlozi nov sloj tucanika nije bio debljine 8 cm već znatno manje, dok je na proširenjima koja su sve iznova rađena sve je bilo u redu.

Osovina kolovoza morala se tačno fiksirati kako u horizontalnom tako i u vertikalnom smislu. Sa obe strane puta na odstojanju 4,0 m od budućeg kolovoza bile su postavljene dve osovine, a temena su osigurana sa razbijanjem tri tačke. U vertikalnom smislu nivelete je bila fiksirana pomoću stalnih tačaka na svaki kilometar, sa stalnim tačkama drugog reda na svakih 100 m' betonskim stubovima koja su služila za sva visinska izmirenja kako pri izradi posteljice i uvaljanju makadama tako i pri postavljanju kamenih ivičnjaka.

Na proširenjima iskopana posteljica je dobro isplanirana i uvaljana parnim valjkom težine 8,0 tona. Uvek se vodilo računa pri kopanju i planiranju da se po valjanju bude na niveleti posteljice, a ne da se iskopa dublje pa posle da se nasipa do nivelete.

Da bi se omogućilo brzo oticanje površinske vode od iznenadnih kiša sa posteljice ostavljena su češće procesi (šlicevi) kroz bankine.

Kako kamena podloga ima tendenciju da se obostrano razmiče ka bankinama, ona je postavljena na ukupnoj širini nešto manjoj od 6,0 m', te se pri kopanju za polaganje temelja za ivičnjake, nije morala podloga da se kreše ali zato poslednji red kamenova podloge do bankine polagan je nešto dublje, sa visinom 30 cm u mesto 20 cm.

Radi homogenosti stare sa novom podlogom, nova je upuštena u staru na svakih 0,8—1,0 m' i tako međusobno vezivanje i uglavljena. Izrađena kamena podloga, pre čivljanja kontrolisana je tako da se ni jedan kamen iz nje ne može izvući, jer je svaki kamen dobro uglavljen.

Izvršena kamena podloga je čivljana i drvenim maljevima nabivana, pa posuti kolubarskim peskom u sloju 3 cm debljine, pa prevaljana parnim valjkom. Sav preostali pesak metalama je utiskivan u šupljine među kamenovima te je podloga postala monolitnija tako da se kroz preostale međušupljine raskvašena zemlja ne penje ka površini pod pritiskom valjka.

Kada je na proširenjima bila izvršena podloga pristupilo se brazdanju tankog tucaničkog sloja iznad centralnog dela kolovoza, pošto je prethodno očišćena od blata i prašine. Brazdanje je vršeno pijucima na odstojanju 30—40 cm. Pošto raspoložemo podacima na izradi šosea na prvoj deonici to će ti podaci va-

žiti i za četvrtu deonicu gde je također izrađen asfaltno-betonski kolovoz.

Na proširenjima cele prve deonice nabavljeno je i utrošeno 11.773 m^3 lomljenog kamena za površinu od 65.300 m^2 podloge. Prema tome na 1 m^2 utrošeno je $11.773/65300 = 0,18 \text{ m}^3$ kamena. Znači sa 1 m^3 kamena po odbitku šupljine izradi se kamena podloga u površini $5,57 \text{ m}^2$.

Na pripremljenu podlogu na svakih $2,5 - 5,0 \text{ m'}$ istaknuti su visinski kačevi na kojima se šablonom kontrolisao gotov makadam. Zatim sa prerthodno primljenih figura razastiran je tucanik prvo na svakih $5,0 \text{ m'}$ u vidu pragova širine $0,50 \text{ m'}$, a gornja površina prepa doterana je strogo šablonom. Na šupljini između pragova obični radnici su vrlo dobro razastirali tucanik u visini pragova. Pre razastiranja tucanika bankine su popunjavane zemljom između šliceva. Ta zemlja je valjana radi pružanja otpora tucaniku pri valjanju, da se ne razmiče u bankinu. Postojeći „šlicevi“ su ispunjeni kamenom.

Šabloni su bili izrađeni od dasaka ukupne debljine 5 cm sa poprečnim nagibom za asfalt od $2,5\%$ a za sitnu kocku 3% . U sredini (u osovini puta šablon je dobio ublažavajuću kružnu krivinu po $0,50 \text{ m'}$ sa obe strane osovine sa poluprečnikom krivine $16,0 \text{ m'}$.

Kada je makadamska površina dobila svoj projektovani podužni i poprečni profil, a svako zrno zauzelo svoj definitivan položaj i pod nogama se nije osećalo ni najmanje kretanje taj sloj se smatrao stabilizovanim. Sve među šupljine u tucaničkom sloju zatvorene su malterom od kamenog praha i vode. Izvršena je kalcifikacija. Uklještena tucanička zrna dobila su stvrdnuti malter u među šupljinama, tako da gornja površina makadama ima izgled cementnog betona. Valjanje makadama

vršeno je po metodi šlemovanja, koja uslovljava upotrebu veće količine vode pri valjanju i brže kretanje samog valjka, kao i mešanje maltera (stvorenog od kamene prašine i vode) metlama ispred valjka.

Sama izrada makadama po niveleti praćena je stalnim nivelisanjem pre šlemovanja. U koliko je gornja površina viša ili niža od $+1 \text{ cm}$. grabuljama se razrije tucanički sloj predmetne male površine i daju se sili oduzimaju nova tucanična zrna na većem međusobnom odstojanju u koliko se manja visinska razlika ima da ispravi od zahtevane, pa se sve ponova valja. Kolovoz je ispitivan da je uvaljan postavljanjem tucaničnih zrna na odstojanju $20 - 25 \text{ cm}$. od ivice kolovoza obostrano, a zrna su na međusobnom odstojanju $0,8 - 1,0 \text{ m'}$ pa je dobra uvaljanost postignuta ako je svako zrno pod tačkom valjka zdrobljeno a makadamski sloj ostao neizvršen u protivnom moralo se nastaviti sa valjanjem. Svi nalazi merenja nivelmanom sa kotama na svakom profilu unošeni su u dnevnik rada toga dana i sva odstupanja od projekta su podvlačena, da se po ispravljanju ponova unose u dnevnik sledećeg datuma.

Taj šlemovani tucanički sloj tek kada potpuno osušimo izlagan je saobraćaju $1,5$ do 2 meseca i ti datumi su unošeni u dnevnik. Pri valjanju primećeno je da se najbolji efekat postiže kad se uz svaka dva valjka polivane vrši sa tri sake od po 1.000 litara pri jakoj sunčevoj toploti. Najbolji efekat je postignut kad se radilo sa baterijom od 6 valjaka pravilno raspoređeni: tj. na prvom tucaničkom sloju dva valjka, na drugom opet dva, jedan na popravci same gornje površine a jedan — poslednja — na šlelovanju. Za 10 sati dnevnog rada može se definitivno uvaljati sa šlemovanjem po $30 - 35 \text{ m'}$ dužine kolovoza širine 6 metara na

svaki valjak, ako na razastiranju tucanika i popravkama rade po 12 radnika oko svakog valjka. Pri kvašenju makadama vodom dva radnika stalno ima da kontrolišu i čiste šliceve za odvod suvišne vode i uklanjaju zemlju sa bankina nanetu na kolovoz. Napominje se da od sela Batajnice (km 17 + 192) do Stare Pazove (km 30 + 000) nivo podzemne vode je visok (na 3,5 m' ispod terena) pa su bušeni bunari do 7,0 m' dubine iz kojih je voda crpljena motornim pumpama sa 34° direktno u sake za polivanje. Ovakvi bunari su bili bušeni na svakih 200 m' pored puta koji se gradi i to na letnjem putu.

Pri valjanju isproban je i noćni rad, ali zbog slabog efekta, jer se dobro ne vidi profilisanje i sama kontrola je neefikasna.

Ukupno je izvršeno valjanog makadama 129.031 m² od toga na staroj podlozi 63.700 m², a na novoj 65.331 m² ukupno je utrošeno 18.129 m³ tucanika, odnosno 4 cm. u neuvaljanom stanju na 1 m². Na rastresitost tucanika (tj. potrebnu količinu u neuvaljanom stanju) treba uzimati (povećati za 55% do 57% kad je reč o posebnoj količini preko novo izrađene kamene podloge, međutim ako je reč o staroj podlozi gde ima i rupa (sevalica) predviđenu količinu u uvaljanom stanju treba povećati za 70% do 75%.

Projektom je predviđeno i izvršenje ograničenje kolovoza kamenim ivičnjacima širine 12 cm. minimalne debljine 20 cm. i visine 15 cm. za asfaltni kolovoz, a 25 cm. visine za ivičnjake pored sitne kocke. Podloga za ivičnjak je od betona debljine 15 cm. a širine 25 cm., sa obrazom na spoljnoj strani visine 5 — 15 cm. sa svrhom da štiti ivičnjak od preturanja (dejstva horizontalne komponente pritiska od saobraćaja).

Za beton ispod ivičnjaka predviđena je jačina na pritisak najmanje kg 28 100/cm². Međutim ispitivanjem dobivala se jačina na pritisak kg 28 250/cm².

Kako je na prvoj deonici a i četvrtoj kroz Petrovaradin put u ravnom terenu i nije imao prirodne jaružice za odvod površinske vode, obostrano su predviđeni dublji jarkovi minimalne dubine 0,75 m' sa ciljem da meteorska voda u njima ponire, kao i da se u njima na prelazima i imanja postave tipske cevi 0,40 m'. Radi odvodnjavanja bile su predviđene betonske cevi otvora 0,66 m' ispod trupa puta kroz koje je voda iz oba rova odvođena u specijalne drenažne bunare dubine max do 12,0 m' a prečnika čistog otvora 1,0 m'.

Bunari su ozidani bunarskom dobro pečenom opekam i dovoljno su povučeni od jarka a ispred njih izrađen je filter sa taložnicom od lomljenog kamena, tako da u bunar ulazi kroz rešetku otvora 0,50/0,50 m' relativno čista meteorska voda koja kroz vodonosni sloj treba da ponire. Bunar je pokriven armirano betonskom pločom, koja se može izdići pa pomoći penjalice da se silazi na dno bunara radi eventualnog čišćenja vodopropusnog sloja. Ploča je pokrivena zemljom i bunar je kamufliran. Na celoj prvoj deonici izrađeno je 13 bunara od kojih 9 primaju vodu kroz betonske cevi otvora 0,66 m ispod puta, a 4 komada su postavljeni u dve veće uvale. Dubina bunara bliže Zemunu su 14 — 15 m' dok su oni kroz selo Batajnicu i Novu Pazovu dubine su 5 — 6 m'. U samom početku po izradi tih bunara, kad su padale plahe kiše, sakupljena voda mogla je da se magazionira u dubokim dok u plitkim voda ih je ispunila kao i pristupne rovove, i trebalo je 2—3 dana da se voda delom evakuise i kroz bunar ponire u vodopropusni sloj.

Po izradi ti bunari su funkcionisali 4—5 godina i kad je trebalo da se izvrši revizija i promeni filter, kao i izvrši eventualno čišćenje dna bunara od mulja i ostale prljavštine došao je II-gi svetski rat kada se na održavanju ništa nije radilo. Posle rata osoblje na održavanju se izmenjivalo, za bunare niko nije ni znao da postoje do danas.

Polaganje asfalta i sitne kocke po nameštanju ivičnjaka moglo se pristupiti posle najmanje 15 dana za koje vreme beton je vezao potpuno. Ivičnjaci su ovde namešteni kad je šose bio potpuno gotov, zato se eventualno porušeni deo makadama imao popuniti cementnim betonom sa unutrašnje strane ivičnjaka.

Za asfalt upotrebljen je kameni agregat velike čvrstoće dijabaz iz majdana „Radlovac“ Našički srez opština Orahovica. Jačina na pritisak 1900—2800 (a predviđeno najmanje 1400 kg/cm², abanje 7,23 cm³, a čvrstoća na udar ivica 3,37.

Majdan je vezan sa železničkom stanicom Orahovica. U majdanu je onda bilo tri („rundbrehera“) kapaciteta 45 m³ a dva po 30 m³ na sat, sa jednim valjkom 30 m³ na čas. Docnije je došao i jedan granulator sa vibracionim sitima i agregat je imao dosta kockast oblik. Pločastih zrna agregata imalo je manje od 15%. Agregat je dolazio u frakcijama 0—2 mm, 2—5 mm i 5—10 mm. Najsitnija frakcija (0—2 mm) bila nam je sumnjiva da možda ima u prašini nešto gline inače krupnije dve frakcije su se ispirale pošto je uređena instalacija za pranje i ispiranje.

Pesak je upotrebljavan iz Dunava i on je bio bez gline — čist, samo je morao da se prosejava da se odstrane školjke, parčeta drveta i dr. U 1936. godini upotrebljene su dve vrste dunavskog peska. Peskovi su imali manje od 2% glinskih sastojaka. Prili-

kom prosejavanja pesak dunavac imao je u glavnom jednu veličinu zrna, zato je 1936. godine vađen znatno severnije od Beograda — krupnija vrsta i tako se dobila povoljnija mešavina jer zajedno sa ostalim komponentama omogućeno je dobijanje mešavine optimalne gustine. Prosejavanjem se pokazalo da nije imao 5% po težini zrna ispod 0,02 mm te je izostalo ispitivanje na bubrenje.

Kameno brašno — filer je upotrebljavan iz Arandelovca drobljenjem i mlevenjem venčackog mermera. Kao što je poznato od količine i osobine filera zavisi u velikoj meri osobina asfaltnog betona, jer on ojačava koheziju i stabilnost betona.

Mlivo filera je u svemu odgovaralo specijalnim uslovima tj. preko 80% prolazilo je kroz sita sa 4900 rupa na 1 cm². Ovaj materijal je čuvan u zatvorenoj i pokrivenoj baraci zaštićen od vlage jer kako se u mešalicu unosi u hladnom stanju ako ima vlage mešan sa bitumenom stvara veće grumenje.

Bitumen je upotrebljen meksikanski mekefalt 30/40, koji je prema izveštaju o ispitivanju MB br. 17088/35 imao specifičnu težinu 1,0475, tačku topljenja 40° i penetraciju 32. Po drugom ispitivanju MB br. 14259/36 specifičnu težinu je imao 1,047 tačku topljenja 43° i penetraciju 39,5.

Da bi nadzor stalno kontrolisao agregat, filer i samu suhu mešavinu kabi peskove i da bi se spravljala i održala uvek ista asfaltna mešavina, instalisana je terenska laboratorija na asfaltnoj bazi sa sledećim priborom.

- 1) garnitura sita (8 komada)
- 2) precizna vaga sa tegovima od 1 kilograma do 200 grama
- 3) jedna veća vaga sa tegovima za merenje do 10 kg.
- 4) 10—15 komada staklenih „mec“ cilindra od 1000 cm³

- 5) 5—6 komada staklenih „mec” cilindra od 250 cm³
- 6) 5—6 komada drvenih nabijača za nabivanje suve mešavine u cilindru
- 7) 10—15 komada termometra sa skelom do 250°C
- 8) 5—6 komada četaka za čišćenje sita
- 9) 20—30 tabaka belog pak-papira
- 10) 4—5 drvenih kutija od 5 kg. za uzimanje proba izmešanog agregata iz mašine
- 11) 2 komada limenih kutlača za uzimanje agregata
- 12) 4—5 malih kašika za uzimanje agregata
- 13) potreban broj blokova terenskih lista za kontrolu temperature i dr.
- 14) potreban broj grafikona za ucrtaavanje dobivenih mešavina
- 15) dva stola i stolice
- 16) metalne forme za kalupe po normama sa ivicama 7,09 cm.
- 17) plehova za sušenje agregata.

U zavodu za ispitivanje materijala pri Min. građevina izvršeno je merenje specifične težine ovih frakcija, pošto ona jako utiče na šupljine pa je dobiveno:

Agregat (0- 2 mm) Spec. težina 2,89	Dunavski pesak	
Agregat (2- 5 mm) Spec. težine 2,90	specifična težina	2,64
Agregat (5-10 mm) Spec. težina 2,89	filer	2,70

Krupnoća	A g r e g a t			Dunav pesak 20%	Kameno brašno 13%	Svega %	Ukupno %
	0-2 mm 17%	2-5 mm 22%	5-10 mm 28 mm				
0, 0 — 0,06	1,24	0,27	0,15	0,05	7,90	9,61	9,61
0,06 — 0,09	1,34	0,15	0,06	0,05	2,35	3,95	13,56
0,09 — 0,2	1,12	0,05	0,09	3,34	2,70	7,30	20,86
0, 2 — 0, 6	4,25	0,22	0,15	16,40	0,04	21,06	41,92
0, 6 — 2, 0	8,23	2,73	0,48	0,10	—	11,54	53,46
2, 0 — 7, 0	0,82	18,58	23,37	0,05	—	42,82	96,28
7, 0 — 12, 0	—	—	3,70	0,02	—	3,72	100,00
	17 ⁰ / ₀	22 ⁰ / ₀	28 ⁰ / ₀	20,0 ⁰ / ₀	12,99 ⁰ / ₀	100 ⁰ / ₀	

Da bi našli specifičnu težinu suve mešavine gornje dobiva se

$$0,17 \times 2,89 = 0,4913$$

$$0,22 \times 2,90 = 0,6380$$

$$0,28 \times 2,89 = 0,8092$$

$$0,20 \times 2,64 = 0,5280$$

$$0,13 \times 2,70 = 0,3510 \quad 8175$$

Sve ove frakcije obračunate su i izmešane za ukupnu količinu od 800 g, pa da bi pronašli šupljine u toj

izmešanoj masi, ona je pažljivo unošena u mes cilindar od 1000 cm³ zapremine u malim slojevima i pažljivo nabijena drvenim nabijačem, s tim da se ne izgube prašinate frakcije, a da se cilindar ne razbije stavljajući ga na meko postolje. Pažljivim izravnjavanjem gornje površine ukupno unete mase dobivena je kubatura (zapremina) $V = 340 \text{ cm}^3$.

Zapreminska težina iznosi:

$$\frac{G}{V} = \frac{800}{340} = 2,374$$

same šupljine u agregatu iznose

$$H = 100 \left(1 - \frac{\text{zapremin. tež.}}{\text{specif. težina}} \right) = 100$$

$$\left(1 - \frac{2,374}{2,82} \right) = 15,91\%$$

količina potrebnog bitumena da ispunji šupljine iznosi:

$$B = \frac{H \times 1,046}{\text{zapr. tež.}} = \frac{15,91 \times 1,0046}{2,374}$$

$$= 7,01\%$$

ili u percentima težine same asfaltne mase.

$$B_1 = \frac{7,0 \times 1,046}{107,01} = 6,55\%$$

U idućoj godini ova mešavina je nešto izmenjena jer je upotrebljeno

agregata (0—2 mm)	24 ⁰ / ₀
(2—5 mm)	15 ⁰ / ₀
(5—10 mm)	26 ⁰ / ₀
dunav pesak	12 ⁰ / ₀
dunav pesak	9 ⁰ / ₀
filer	14 ⁰ / ₀
	100 ⁰ / ₀

Napravljena je mešavina od 500 gr. njena zapremina je $V = 210 \text{ cm}^3$

$$H = 100 \times \left(1 - \frac{\text{zapremin. tež.}}{\text{specif. tež.}} \right) = \left(1 - \frac{2,381}{2,81} \right) \times 100 = 100 - 84 = 16,0\%$$

Potrebna količina bitumena

$$B = \frac{H \times 1,046}{\text{zaprem. tež.}} = \frac{16,0 \times 1,046}{2,381} = 7,03\%$$

a na asfaltnu masu:

$$\frac{7,03 \times 100}{107,03} = 6,60\%$$

Još u vremenu kad su se ove mešavine sastavljale po metodi prosejavanja na sitima sa nabivanjem u

$$\text{Zapreminska težina} = \frac{500}{210} = 2,381$$

Prosejavanjem na sitima dobiveno u % svega ili ukupno:

od 0,0 — 0,06	8,91 ⁰ / ₀	8,91
0,06 — 0,09	7,90	16,81
0,09 — 0,2	14,91	31,72
0,2 — 0,6	18,36	50,08
0,6 — 2,0	14,28	64,36
2,0 — 6,0	24,68	89,04
6,0 — 12,0	10,76	99,80

Svega 99,80

Specifična težina ove mešavine je:

$$0,24 \times 2,89 = 0,6936$$

$$0,15 \times 2,90 = 0,4350$$

$$0,26 \times 2,89 = 0,7514$$

$$0,12 \times 2,64 = 0,3168$$

$$0,09 \times 2,64 = 0,2376$$

$$0,14 \times 2,70 = 0,3780 \quad 8124$$

Šupljine u agregatu su

cilindre, nisu se ta nabivanja mogla dovoljno potpuno obavljati, pa se vršila kontrola iznalaženja minimal-

nih šupljina i po metodi maltera. Ovde kod asfaltnih kolovoza malter je mešavina veziva (bitumena) i filera i ta mešavina treba da ispuni šupljine između zrna agregatnog skeleta i još da ih međusobno pokaže (alepi). Ispitivanjima (probama) je nađeno da je najbolji odnos između krečnjačkog filera i bitumena $75\% : 25\%$ po težini. Tom odnosu odgovara određena tačka razmekšavanja oko 83°C . Za naše prilike najpovoljniji je bitumen sa tačkom razmekšavanja po metodi prstena i kuglice 56°C . Mi smo u našim mešavinama upotrebili bitumen 55° — 58°C . Pa i sa ovako izrađenim malterom nije savetno ispuniti sve šupljine među zrnima mešavine već ostaviti 3—4% šupljina kao rezervu u vezi naknadnih kampriliranja mase pod saobraćajem.

Na bazi mnogih izvršenih opita smotavanjem zrnevlja peska vezivom (bitumenom) ostvarena je najveća moć vezivanja kad je debljina pelikule (opne) 4—6 m odnosno 0,005 mm.

Na toj bazi obračunom površine mineralnog agregata iznalazi se potrebna količina bitumena kad se uzme debljina opne 5 mikrona. Ovde se pojavljuje teškoća samo oko obračunavanja površina filera.

Zato je najbolje poslužiti se teorijom maltera i odnosa između filera i bitumena ($75\% : 25\%$).

Na osnovu iznetih principa za sastav maltera asfaltnih mešavina, treba sada da uporedimo usvojene mešavine iz 1935 i 1936. godine.

Ako granulometrički sastav napred navedenih naših mešavina ucrtamo u koordinatni sistem sa donjem apsolutnom logaritamskom podelom, koja označava krupnoće agregata po nemačkim normama i gornjom koja označava vrste sita, a ordinatom koja označava količine agregata u %. Iz prikazanih granulometričkih krivi iz 1935 i 1936. godine vidi se da u glav-

nom obe mešavine leže u šrafiranoj površini, sem što mešavina iz 1935. godine sadrži nešto manje sitnog materijala a nešto više krupnijeg agregata jer na dva mesta izlazi iz šrafirane površine. Mešavina iz 1936. godine je popravljena (obojena crveno) i sa neznatnim odstupanjem potpuno se nalazi u šrafiranoj površini.

Sumarne krive linije iz 1935 i 1936. godine pokazuju veliku tendenciju konkavnosti u levo što je jako zadovoljavajuće.

— Ispitivanje asfaltne mešavine iz 1935. godine u zavodu za ispitivanje materijala dalo je sledeće osobine:

Zapreminska težina (dobijena na terenu)	2,374
Prijem vode u % po zapremini	2,40
Jačina na pritisak na 22°C	57,27 kg/cm ²
Jačina na pritisak na 40°C	18,50 kg/cm ²
Penetracija sa 52,5 kgr. za 5 časova	1,11 mm

— Osobine mineralne mase:

Zapreminska težina	2,36
Specifična težina	2,82

Šupljine po zapremini u % 15,91 (16,8) izneto terenskim ispitivanjem.

Sadržaj filera u % 13,56

— Bitumen

Sadrži u % po težini 6,55%
Tačka razmekšavanja po metodi prstena i kuglica 55 — 58°C .

— Izračunavanje potrebne količine bitumena:

Površinska zrna peska do 2 mm krupnoće za 1 kg (za spec. tež. = 2,82)

$$\begin{array}{r} \text{od } 0,2 - 0,6 \\ 0,6 - 2,0 \end{array} \quad 6,73$$

$$1 \text{ kg} = 7,3 + 21,06 \times 11,34 = 39,70$$

Na 39,7 kg dolazi

$39,7 \times 6,63 = 263,2 \text{ m}^2$. Za debljinu skramnice 5 m dobija se

$$0,005 \times 263,2 = 1,32 \text{ delova}$$

Za 100 delova rizla (sitnež kamena) potrebno je 2 dela bitumena po težini tj. za $(42,82 + 3,72) = 46,54$ delova potrebno je

$$\frac{2 \times 46,54}{100} = 0,93 \text{ dela}$$

Za filer (kamenno brašno od mermerske) iz odnosa filera prema bitumenu ($75\% : 25$)

Na 13,56 delova filera dolazi bitumena

$$\frac{25 \times 13,56}{75} = 4,52 \text{ dela}$$

Na 100 delova agregata dolazi bitumena 6,77 dela

Od 100 bi bilo

$$\frac{6,77 \times 100}{106,77} = 6,35 \text{ dela}$$

Ranije iznađena potrebna količina bitumena utresivanjem i nabivanjem suve mešavine, u „mes” cilindar iznosila je $6,55\%$ a po metodi maltera iznela je $6,35\%$ dakle sasvim približno.

— Ispitivanje asfaltne mešavine iz 1936. godine.

U Zavodu za ispitivanje materijala dala je sledeće osobine (karakteristike)

Zapreminska težina	2,470
Prijem vode u $\%$ po zapremini	0,84
Jačina na pritisak na 22°C	
kg/cm ²	66,65
Jačina na pritisak na 40°C	
kg/cm ²	29,86
Penetracija za 52 kg za	
5 čas. u mm	0,75

— Osobine mineralne mase

Zapreminska težina	2,38
Specifična težina	2,84
Šupljine po zapremini $\%$	16,00 $\%$
Sadržaj filera (sa terena ispitivanja)	14,00 $\%$

— Bitumen

Sadržina u $\%$ po težini (iz Zavoda $7,46\%$, sa terena $6,60\%$ srednje $7,03\%$).

Tačka razmekšavanja po metodi prstena i kuglice $55^\circ - 58^\circ\text{C}$

— izračunavanje potrebne količine bitumena

— Površina peska (krupnoće do 2 mm) za spec. tež $2,84 \text{ kg} = 6,70 \text{ m}^2$.

Na $(14,28 + 18,36 + 14,91) = 47,55$ dolazi (iz granulometriskog sastava.

$47,55 \times 6,70 = 316,0 \text{ m}^2$; za debljinu skranice od 5 mikrona dobija se količina bitumena

$$0,005 \times 316,0 = 1,59 \text{ delova}$$

Za 100 delova kamena sitneži potrebno je 2 dela bitumena po težini tj. za $(24,68 + 10,76 = 35,44$ delova dobija se bitumena

$$\frac{2 \times 35,44}{100} = 0,71 \text{ delova}$$

Za filer (od mermernog brašna) iz odnosa $75\% : 25$ (filer prema bitumenu) dobija se na 16,52 delova filera (prosečna ispitivanja u Zavodu i na terenu)

$$\frac{25 \times 16,52}{75} \text{ bitumena } 5,50 \text{ delova}$$

Na 99,51 delova agregata dobija se 7,80 delova, bitumena, a od 100 delova dobija

$$\frac{7,80 \times 99,51}{107,80} = 7,20\%$$

Prema tome ova količina se približno slaže sa onom dobivenom ispitivanjem pomoću šupljine 7,03%.

Ovde se napominje, da je na mašini za izradu asfaltne mase od 400 kg trošeno bitumena 29 kg odnosno 7,25% što odgovara bliže nađenoj količini po teoriji maltera.

Kod teorije maltera, veliku ulogu igra filer te njegovu količinu treba podesiti tako da kriva leži u šrafiranoj površini grafikona.

Za izradu asfalt betona upotrebljena je engleska mašina Braham Brown sa kapacitetom od 10 tona na čas. Mašina se sastojala iz cilindričnog bubnja u kome se zagreva agregat bez filera pomoću „brenera“ za naftu. Agregat i peskovi donosili su se kolicima sa gomila odvojenih pošto je prethodno dobivena mešavina težinski pretvorena u odgovarajuću po zapremini. Mešanje se vršilo na betonskom podu ručno ispred neprekidnog elevatora sa koficama, koji izmešani materijal unose u bubanj za zagrevanje (sušenjem zagrejati kameni ogregat i pesak iz bubnja podiže se unutrašnjim koficama heiss-elevator do sita, ali se prethodno iz njega specijalnim uređajem izvlači prašina i druga nečistoća (esxaustor). Ova mašina imala je iznad vage bunker sa dva sita za agregat do 5 mm i do 12 mm. Zrna preko 12 mm odvojeno su ispadala kroz naročiti otvor. Na vazi je merena krupnija i sitnija frakcija i spuštana je u mešalicu anabdevenu lopaticama za prinudno mešanje i zatvorenu po svojoj dimenziji da mešani materijal ne može da ispadne. Mešalica je na mašini tako nadignuta da ispod nje može da dođe kamion da primi gotovu masu radi transporta na gradilište. U mešalicu spuštao se zagrejan agregat i pesak, naročitom koficom u koju se odmećava vruć bitumen, a drugim sudom bladan filer izručivao se u mešalicu.

Mašinu asfaltnu pokretao je motor od 5019. Predgrejači sa strane mašine grejan je bitumen. Oni sadrže po 2000 kg bitumena. Iz njih se bitumen crpi crevima do suda za ankerovanje bitumena na mašini.

Mineralni agregat i pesak zagrevani su u sušnici na temperaturu od 150 do 185°C.

Bitumen je zagrevan na temperaturu u granicama između 150° i 170°C.

Mešanje asfaltne mase se obavljalo na sledeći način: kameni agregat i peskovi intimno su prethodno izmešani ispred elevatora, zatim su zagrevani ravnomerno u sušnici. Potom su izmerena na vazi u dve frakcije i upućeni u mešalicu. Tu u mešalici prvobitni materijali su izgubili izvestan % koji se može izračunati - prašine. Sad im se dodaje filer koji treba da je suv i fino samleven pa kad se izmeša dodaje se vezivo - bitumena. Sve ovo se izmešalo u mešalici u trajanju od 60 do 90 sekundi. Inače punjenje mešalice treba da je onoliko da se krajevi lopatica moraju videti, da vire iz mešavine za vreme skretanja. Grejanje agregata treba tako regulisati da temperatura mešavine u momentu izručivanja u kamion ima da bude srednje 150°C s tim, da nikad ne bude ispod 140°C kad je spoljna temperatura vazduha niža od + 15° do + 20°C.

Kad spoljna temperatura vazduha prelazi + 20°C onda temperatura mešavine može biti nešto niža; optimalna temperatura treba da je ona koja omogućuje lako ugrađivanje mešavine na putu.

Pošto je mešavina 400 kg, trebalo je odrediti odmeravanje mase na vazi i to je utvrđeno pošto je nađeno koje frakcije je i koliko sitnog materijala izvuče izvlakač prašine pa je nađeno:

da treba odmeriti sitnijeg materijala do 5 mm	42,25 ⁰ / ₀	— 169 kg
krupnijeg materijala do 12 mm	36,50 ⁰ / ₀	146 kg
filera	14,00 ⁰ / ₀	56 kg
bitumena	7,25 ⁰ / ₀	29 kg
	100,00 ⁰ / ₀	400 kg.

Kad je suva mešavina sa filerom a bez bitumena prosejana utvrđeno je da treba smanjiti krupniji a po-

većati sitniji materijal pa se najzad došlo do sledećih merenja na vazii:

Sitan materijal do 5 mm	46,25 ⁰ / ₀ ili 185 kg.
krupan materijal preko 5 mm	32,50 ⁰ / ₀ ili 130 kg.
filera	14,0 ⁰ / ₀ ili 56 kg.
bitumena	7,25 ⁰ / ₀ ili 29 kg.
	100,00 ⁰ / ₀ ili 400 kg.

Prosejavanjem ove mešavine izvađene iz mešalice bez bitumena dala je najzad krivu liniju po usvojenoj mešavini. Treba napomenuti da pri mešanju zapreminski agregata i peska ispred elevatora da se nemeša velika količina u datoj razmeri jer na visokoj gomili krupniji materijal agregata pada po dnu gomile i segregira se.

Kad se pusti mašina u rad prve mešavine su ili nedovoljno tople ili su pregrejane, zato se one kontrolišu termometrom i uklanjaju (pošto filer i bitumen nisu uneti) da ponova prođu kroz mašinu.

Masa iz mešalice izručivala se u kamion koji je iznutra opšiven limom i omazan lako naftom.

Masa u kamionu pokrivala se da bi se sačuvala od prašine i hlađenja. Temperatura mešavine na mestu ugrađivanja nije smela biti ispod 14°C inače se teško ugrađivala i valjala.

Na mestu ugrađivanja makadamska površina prethodno je dobro očišćena dok se tucanik pojavi kao mozaik i potpuno zatvoren naročito pored ivičnjaka a površina morala je biti potpuno suva. Ivičnjaci su se premazivali vrućim bitumenom na

dodirnoj strani sa asfaltom. Sva veća ulegnuća i eventualne deformacije ako su se pod saobraćajem pojavile prvo su popunjene asfaltnom masom u vidu bindera i nabivani nabijačima. Iz kamiona masa se izručivala na velike limove i lopatama prenosila na kolovoz u određenu debljinu. Prethodno makadam nije prskan vrućim bitumenom ili katranom ili emulzijom, kako je bilo predviđeno i to je odbiveno od cene, ali to prethodno prskanje imalo je za cilj da pokupi i veže eventualno neočišćenu prašinu kao i da omogući vezu asfaltna mase sa tucaničkim slojem. Napominje se, da u koliko je neka manja površina makadama bila nepažnjom ovlažena ta mesta su pokrivena žarom ili vrućim pepelom pa ponova očišćena.

Asfaltna masa je razastirana na celu širinu kolovoza — pošto je saobraćaj upućen na letnji put i da nebi prašina sa letnjeg puta mešala se sa asfaltom koji se ugrađuje, stalno je letnji put poliven vodom. Tada se asfalt nije raspodeljivao raspoređivačem i finišeom već ručno. Pored ivičnjaka masa je nabivena krstatom nabijačima i gornja površina je uvek

bila za 0,5—0,8 cm. iznad ivičnjaka. Pomoću grtala, grabulja i šablona masa se pravilno raspoređivala i odmah valjala ručnim valjkom koja su poprečno od ivičnjaka do ivičnjaka povlačila dva radnika dok je treći sedeo na valjku i amazuje premazivao ga lako naftom da se masa ne lepi za njega. Pokrivena površina kolovoza asfaltnom masom iz svakog kamiona mereno je i tako se kontrolisao utrošak mase po 1 m².

Pošto je gornja površina mase prelažena ručnim valjkom težine 200 kg, odmah i nastupao malo teža motorni valjak težine 2,5—3 t. koji se kretao kako paralelno osovini puta počev od ivice ka sredini asfalt kolovoza tako i dijagonalno i kružno. Posle ovog kontrolisao se ravnost asfalta postavljanjem ravnjače paralelno osovini na svakih 1 m' bilo u podužnom ili poprečnom smislu i svaka denivelacija veća od 4 mm (za dužinu ravnjače od 4,0 m') moralo se popravljati bilo oduzimanjem ili dodavanjem asfaltna sitnije mase po grabuljanju. Sav metalni alat za ugrađivanje morao se prethodno zagrevati.

Pošto se nabila i malo ohladila gornja površina asfalta nastupalo se trećim motornim valjkom težine 10 tona koji se u početku kretao sporo. Po izvršenim kontrolama ravnosti kolovoza i završenom valjanju gornja površina pokriva se lako i metlama razastire kameno brašnom filer, da se površinske pore zatvore i dihtuju na kolovozu. Saobraćaj je puštan tek sutradan, pošto je prenoćio i ohladio se kolovoz.

Naročita pažnja pružana je pri izradi šliceva da se nastavak ne ponavlja kao i da se izbegne denivelacija. Slus se pre nastavljanja radova mora zaseći vertikalno, omazati vrućim bitumenom, i novom masom zagrijati na izvesnu dužinu staru masu, pa najzad novi deo šlusa što sa-

vesnije nabiti i dovesti ga u isti nivo sa starom masom.

Valjak za asfalt morao je da ima točkove sa velikim prečnikom, zatim da se mogao prilagoditi na svaki poprečan profil, pa da bi mogao da se kreće napred i nazad bez zastoja i bez truckanja tj. da je imao diferencijal i najzad da ima uređaj za kvašenje točkova.

Kotlovi (predgrejači) za bitumen uvek se pune samo 60—70% a u zavisnosti od vrste bitumena i količine vode u njemu.

Punjenje je zavisilo od toga da li je kotao imao specijalni uređaj koji onemogućuje podizanje pene od bitumena.

Trebalo je biti obazriv, da se grejanje bitumena i asfalta mora pokriti poklopcem, da se izbegne grejanje na slobodnom vazduhu. Na taj način odilaženje lakih frakcija i sama oksidacija bitumena onemogućivali su se.

U laboratoriji na bazi stalno je ispitivana granulacija svake partije agregata i peskova kad su donošeni na gradilište i isto tako ispitivan je i filer (finoća mliva).

Sa svakog kilometra izrađenog asfalta uzimana je probna mustra i ispitivanje je vršeno u zavodu min. građevina. Sem toga sa ovakog kilometra slane su probne mustre u Amsterdam u Laboratorium Batavische Petrole Matschap Badhuisweg Nord.

Po završenom poslu oko izrade asfaltnog kolovoza na prvoj i četvrtoj deonici puta Zemun—Novi Sad potpisati je pozvan u Holandiju u pomenutu laboratoriju i tako je traženo da se izradi ista mešavina sa agregatom peskovima i filerom dobivenim iz Maraka. Po učinjenom vršena su sva ispitivanja sa dobivenim asfaltom. Na dvema konferencijama u razmaku od 10 dana sa tamošnjim stručnjacima Sigmanom, Jansenom i Cigeom date su sledeće sugestije:

1. Predlažu izradu asfaltnog betona sa više krupnijeg agregata (50 do 60%) od koga da je 25% iznad 12 mm veličine zrna — iznad sita No10 a da se ne ide sa upotrebom bitumena više od 6,5 — 7,5%.

2. Da se u tom slučaju asfaltna masa valja sa valjcima od 15 — 20 tona obično 18 tona, kako se to radi u Holandiji.

3. Da treba upotrebljavati bitumen koji ima tačku razmekšavanja po prstenu i kuglici 50 — 60° ali da se upotrebom krupnijih agregatnih zrna, a manje peska, dobija asfalt koji izdržava veliku vrućinu a isto tako i veliku hladnoću. Sem toga taj asfalt je izdržljiviji za saobraćaj sa stalnom vučom i manje je krizav.

4. Da se upotrebom bitumena procentualno nesme ići ispod 5,5% jer se takav asfaltni kolovoz brže kviri.

5. Transport kamionima na veliku daljinu tako izrađenog krupnozrnog asfaltnog betona nije za preporuku. Isto tako potrebni su specijalni radnici koji će umeti da razastiru i polože taj asfalt, da bude lep na oko.

6. Predlažu izolaciju — površinsko tretiranje makadama pre nanošenja asfalta sa mešavinom — fruksovanim bitumenom (20% kerozin i 80% bitumen sa tačkom razmekšavanja sa prstenom i kuglicom 80°, a u količini 0,7 kg/m² kad je asfalt beton u sloju debljine 5 cm. Ako je taj sloj debljine 7 cm. (dvoslojan), onda nije potrebno to površinsko tretiranje.

7. Preporučuju da se asfalt odmah valja sa teškim valjkom a u slučaju da se pojavljuju sitni risovi dokaz je da u masi ima veći procenat stinih frakcija.

— Uzrok treba tražiti u kompoziciji peska i zato menjati mešavinu.

8. Što se tiče krive linije granulometriskog sastava navode da kriva linija Neumann ova zahteva suviše veliki procenat finog materijala (frak-

cija) pa predlažu da se ostane i dalje kod Braff-ove linije.

9. Kad se radi kolovoz od grubog asfaltnog betona drugovi nalaze, da je nemoguće naći pravi procenat šupljina, pa predlažu, da se te mešavine rade empirički i da se pazi, da u gotovom asfaltu na putu nema mnogo ili malo bitumena.

10. Temperatura na koju treba da bude grejan agregat u mašini, treba da je ispod 195°C, jer s obzirom na veliku površinu minerala i filera kad padne zagrejani bitumen — on se u stvari oksidiše.

Zato je u Holandiji predviđen bitumen 50 — 60 po prstenu i kuglici kako bi se pri građenju oksidisao i došao na onu tačku razmekšavanja koja je potrebna. Međutim kad se ponova zagreva masa radi izlivanja u kalupe u laboratoriji asfalt se ne oksidiše jer je to manja temperatura.

Najzad su ti stručnjaci na bazi dobivenih podataka ispitivanja izrađene asfaltne mustre agregatima iz maraka, kao i ranijih ispitivanja poslatih probnih muštra sa terena Beograd—Novi Sad dali svoje mišljenje, da je izrađeni asfalt sasvim dobar ali preporučuju, da iznađenu količinu bitumena računom treba nešto povećati sa 0,2 — 0,4%.

Iz svega napred iznetog može se doneti sledeći

ZAKLJUČAK

Na ovom putu u toku održavanja vršene su veće opravke na asfaltnom kolovozu i kolovozu od sitne kocke a nešto manje na kolovozu od cementnog betona.

Zadatak nam je ovde da iznesemo razloge propadanja samo asfaltnog kolovoza.

1. Nedovoljna debljina kolovoza

Tipovi kolovoza modernih puteva

za težak saobraćaj izdati od strane Ministarstva građevina (odeljenje za puteve MB br. 3948 od 14/II 1934. godine bili su uzor za izradu svih vrsta polovoza. (prilaže se uz ovaj elaborat). Tu je kolovoz od asfaltnog betona debljine 5 cm. (samo abajuci sloj). Ukupno debljina celog kolovoza do posteljice iznosi samo 28 cm. što je i onda kad se put gradió bilo nedovoljno. Izgleda da je ta debljina odgovarala samo za saobraćaj sa stalnom vućom. Izgleda nije se vodilo računa o povećanju saobraćaja kad se jednom izgradi savremeni kolovoz! Uz to postoji činjenica, da se nije kontrolisala debljina postojeće stare podloge na svakih 20 m' puta, pa na osnovu nađenog da se obezbedi i ta nedovoljna debljina od 28 cm. novog puta. Međutim ta stara podloga utvrđeno je da debljina 15 cm. a bila je mestimićno debljine 10 cm. i ispod ove debljine. Premí tome u srednjem delu kolovoza ima mesta, a obzirom na utvrđenu niveletu po projektu do ukupna debljina kolovoza ne iznosi ni 28 cm.

2. Položaj povučene nivelete

Novo projektovana niveleta visinski trebala je da bude iznad obalnog terena. Time bi se olakšalo odvodnja vanje površinske vode. Međutim niveleta je mestimićno i na veliku dužinu i niža i približena je nivou podzemne vode.

3. Tamponski sloj

Nije uopšte predviđen, jer je korišćena pomenuta stara podloga nedovoljne debljine. Ona je smetala i projektantu jer se držao iste lokacije elemenata, mada je obostrano bio širok pojas letnjih puteva. Na taj način izostavljanjem tamponskog sloja, podzemnoj vodi nije sprećeno da kapilarnim penjanjem dospe u zonu razmrzavanja i stvara ledena soćiva sa

svima daljim neželjenim posledicama u periodu topljenja leda.

4. Drenaže

Nisu u opšte projektom predviđene, a kojima će se evakuisati voda iz podtla kolovoza a ona sakupljena bila je izložena dejstvu mraza. Kao što je poznato, površinska (oborinska) voda mogla je doći i došla je i ispod samog asfaltnog kolovoza bilo što je došla kroz nezatvorene površine banke, bilo iz samog rova u kome je ležala voda zbog nedovoljnog podužnog pada sa tendencijom da je upije zemlja. Sva ta površinska voda siše se od jako sabijenog terena ispod kolovoza u kome sada postoje kapilare. Otuda pojava vode ispod asfaltnog kolovoza.

Kratko-trajne zime pa bile i velike (hladnije) nisu opasne, već samo dugotrajne zime, a takve ne nastupaju svake godine. Međutim, posle dugotrajnih zima na zapadu Evrope, zabranjuje se kretanje teških vozila u periodu topljenja leda, kad je podtlo raskvašeno i blatnjavo bez kohezije i moći nošenja. Kod nas su te zabrane uvedene tek pre nekoliko godina, ali teško da su rigorozno ostvarljive.

U toku proteklih 30 godina to je imalo za posledicu da je delimićno izgubljena pravilnost poprećnih i podužnih profila na svima vrstama kolovoza na ovom putu. U slučaju kontrole širina kolovoza uvek će se gotovo naći, da je ona veća od predviđene.

Kad je ovaj put rađen podtlo po Casagrande-u nije ispitivano. Međutim na delu ovog puta od Zemuna do Nove Pazove i kroz Petrovaradin zbijena granulometrija zemljišta iz podtla svakako sadrži više od 10% zrna manje dimenzije od 0,02 mm, jer se tu pojavile posledice.

5. Krečnjački tucanik i rizl

Šlemovani u makadamu pod teškim i intenzivnim saobraćajem kroz međusobno trenje zrna lifierije stvara fine čestice i postoje osetljiv za vodu i mraz u koliko nema tamponskog sloja. Podloga debljine 10 — 15 cm. u centralnom delu kolovoza (širine 3,0 ili 4,0 m') kroz čije šupljine se popela ovlažena glina iz posteljice, ne može da služi niti da zameni tamponski sloj.

6. Industrija motornih vozila

Ne drži se ograničenja i proizvodni kamione sa sve većim opterećenjem po osovini. Zatim sa dodatnim prikolicama i ne zna se dokle će to da se povećava. Međutim debljina kolovoza nije se promenila i ne odgovara tom novom opterećenju kao i novoj (većoj brzini vozila sa većim dimenzičkim udarima). Taj upliv od saobraćaja upravo je porazan.

7. Nedovoljna sredstva za održavanje

Sredstva za održavanje modernih kolovoza su nedovoljna a i racionalno se troše.

Za potrebe održavanja dodeljuju se male sume (Sredstva). Savremeni kolovozi pokazuju veće deformacije samo prve godine po izradi, ali po definitivnoj stabilizaciji veća razaranja normalno mogu nastupiti, docnije a naročito posle 20 godina, kad je bitumen u asfaltu izgubio volatilne (isparljive) sastojke i postao sasvim krut. Zato nije čudo da troškovi održavanja ovog puta do sela Batajnice po kilometru iznose u godini 1963. — istina s obzirom na sadanju kupovnu vrednost dinara 698.000. dinara, a u 1964. godini 1,429.000. — dinara.

8) Prilikom izbora i odobrenja trake

Ovog puta nije se smelo ići kroz naseljena mesta inače nametnulo se rešavanje i komunalnih lokalnih problema, zatim teži problemi bezbednosti saobraćaja pa je poskupila izgradnja i samo održavanje puta.

9) Predviđeni drenažni bunari

Za prijem površinske vode i njen odvod u vodonosni sloj u podzemlje, dobili su vrlo težak betonski poklopac za čije izdizanje trebalo je imati specijalnu dizalicu. Zatim filter od lomljenog kamena ispred rešetka bunara trebao je biti zamenjen filtrom od peska, sa prethodno postavljenom taložnicom od betona, gde bi voda ostavila mulj. U dnu bunara u vodonosnom sloju treba stvoriti veliku utisnu površinu zrakastim postavljanjem bušenih betonskih cevi kao kod Reni-bunara samo ovde sa obrnutom funkcijom. Svakako ideja upućivanja površinskih voda u podzemlje kroz vodopropustljiv sloj zbog otpora trenja kreće se sporije, što neminovno kod plahih kiša i velike brzine doticanja vode po površini mora doći do većeg nagomilavanja što nameće potrebu za veću zapreminu bunara i za veću dodirnu površinu sa vodopropustljivim slojem. Sad se postavlja pitanje da li je taj vodopropustljivi sloj neki lokalitet, neka sinklinala ili pak u dovoljnom dužem odlivnom padu da primi i dalje sprovede svu tu vodu u punom preseku sloja, ili se već tu nalazi podzemna voda gde će ova dolazeći samo podići nivo te postojeće vode zato smo mišljenja, da bi ovo pitanje trebalo prostudirati, inače sad trpi kritiku.

10) Precizirati vreme izrade asfaltnih radova

Pogrešno je kao što se do sada radilo, da se pogođeni asfaltni radovi, koji dolaze na kraju posla, moraju završiti u kalendarskom roku jer u slučaju većeg kišnog perioda kad treba forsirati prethodne zemljane radove oni se ne vrše mada se nastoji kod savremenog građenja puteva da se zemljani radovi ne prekidaju i pored kiše veštačkim prosušivanjem terena koji treba platiti.

Izvođač to prosušivanje ne primenjuje već čeka da se sam teren prosuši. Zbog tog izgubljenog vremena u punoj sezoni izgubljeni su i radnici koji ne smeju da budu bez zarade. Izvođač je na velikoj šteti jer pored neiskorišćene mehanizacije, pokvarena je cela organizacija.

Kad se sve ponova uradi i uspostavi za rad, vreme je prošlo i asfaltni radovi moraju da se izvršuju u jesen ili proleće kad se ne postiže dovoljna sabijenost ugrađenog asfalta zbog temperaturske razlike vazduha i kolovoz intenzivno propada, jer kroz nezatvorene šupljine prelazi voda i vrši svoje!

11) Izostavljeno prskanje makadama vezivom pred asfaltiranje

Velika je greška da je izostavljeno prskanje vezivom gornje površine očišćenog makadama pred asfaltiranje. To se moglo uraditi vrućim bitumenom ili katranom, razređenim bitumenom ili bitumenskom emulzijom - jer nije postignuto intimno povezivanje makadamskog sa asfaltnim slojem, da oni rade kao celina pod dejstvom sila od pokretnog opterećenja.

Kako opraviti nedostatke ovog kolovoza?

Mišljenja smo, da preko postojećeg asfalta i ako ima pukotine stavimo jedan ili dva sloja bitu šljunka od po 5 cm. debljine, a preko toga da dođe zatvarajući sloj tepiha od 3 cm.. Na taj način naš kolovoz povećava debljinu i opterećenje se na pod-tlo umanjuje na 1 cm². Jedino mesta gde je asfalt mrežasto ispucao, da se prethodno formirano blato u pod-tlu leči zamenom. U vezi iznetog obraćamo pažnju na članak u časopisu Revue general des routes et des Aeradkor-nes No 386 od marta 1964. godine inženjera J. Cassle-a i G. Langu-mier-a pod naslovom „Rasmatranja oko ojačanja elastičnih kolovoza gde se putem merenja i računa nalazi odgovarajuća potrebna debljina“. Samo mesto dva sloja bitu-šljunka oni su upotrebili dva sloja bindera sa završnim slojem tepiha.

Preduzeće za puteve „Beograd“ na taj način počelo je u 1964. godini sa ojačavanjem asfaltnog kolovoza na putu Zemun - Batajnica.

NAPOMENA: Na izradi ovih deonica potpisati je bio nadzorni inženjer ili odgovoran za izradu asfaltnih mešavina. Šef sekcije na gradnji puta Zemun - Novi Sad bio je Ing. Vlad. Radivojević koji je opisao detaljno u Glasniku jugoslovenskog društva za puteve sve radove na tome putu. Za asfaltno radove potpisati je pružio sve potrebne podatke Ing. Radivojeviću. Sada se potpisati poslužio tim podacima inače moji originali su propali kad mi je stan bombardovanjem neprijatelja iz aviona za vreme II svetskog rata uništen.

Dipl. ing. Nikola NAJDANOVIĆ

Građenje III deonice puta Beograd – Novi Sad

III deonica puta Beograd — Novi Sad, dužine 12,221 km, od Krsta Maradika do Sremskih Karlovaca, građena je od 1935—1938. godine. Po novoj trasi, pri čemu je skraćena dužina puta na toj deonici za oko 6 km. Pošto je nova trasa na dužini od 10,4 km prolazila talasastim terenom kroz koji je trebalo preseći nov put, to su zemljani radovi u količini od preko 200.000 m³ bili znatni i predstavljali su dosta veliki posao. U to vreme nisu postojali moderni skreperi, koji bi jako dobro došli za ovu deonicu, jer bi se pomoću njih zemljani radovi izvršili za vrlo kratko vreme i znatno ekonomičnije, već su ovi radovi vršeni na klasičan način, kopanjem dubokih useka i pozajmišta isključivo ručnim putem, sa transportom iskopa u visoke nasipe na trasi ručnim kolicima, kordama i kolima sa konjskom zapregom, bez makakve mehanizacije. Jedino nasipi, koji su pretežno bili dosta visoki i morali su biti dobro zbijeni za prijem modernog kolovoza od betona i sitne kocke, valjani su u slojevima 30 cm debljine parnim i motornim valjcima težine 10 tona, umesto ježevima, kako se danas vrlo uspešno radi. Zbog svega toga, izvršenje zemljanih radova na ovoj deonici trajalo je dosta dugo vremena i zadržavalo ne samo izradu kolovoza, već i nabavku materijala za tu svrhu, jer je

bilo potrebno da se prethodno izvedu zemljani draovi, pošto nije bilo mesta za deponovanje materijala u ekspropisanom pojasu za izradu puta.

Kolovozi su rađeni od betona i sitne kocke. Na nasipima visine preko 2,0 m i na usponima puta preko 5% rađen je kolovoz od sitne kocke, a na ostalom delu znatno veće dužine betonski kolovoz.

Prilikom izvršenja zemljanih radova bilo je dosta problema, među kojima su najznačajniji bili izrada nasipa preko 4,0 m visine na dužini od nekoliko stotina metara na močvarnom terenu u dolini potoka Paćanovca, u početku ove deonice i pojava klizanja terena na kraju deonice, ispred Sremskih Karlovaca.

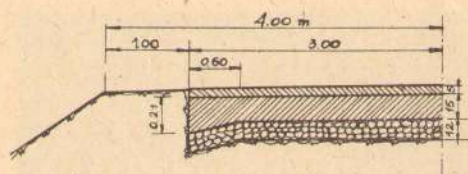
Tlo u dolini potoka Paćanovca sastojalo se iz humusa i organskog mulja na dubini 1—2 m, ispod koga se nalazio sloj glinovitog tla veće debljine. Nivo podzemne vode bio je do površine tereni. Kako u to vreme nije bio običaj da se pri trasiranju i projektovanju puta vrši sondiranje terena, to projektom nisu bile predviđene mere saniranja močvarnog tla podloge puta, već je predviđeno samo otkopavanje površinskog sloja debljine 30 cm i odbacivanje iskopa na ivicu buduće nožice nasipa radi oblaganja njegove kosine. Međutim kako se u toku izvršenja radova pri kopanju temeljne jame za izradu



Sl. 1. Armirano betonski most ukupnog otvora 31,0 m preko potoka Lipovca, na novoj trasi puta Beograd—Novi Sad

propusta otvora 3,0 m na potoku „Paćanovac“ pokazalo da je tlo vrlo nepovoljnog muljevitog sastava, to je izrađen naknadni projekat za njegovo saniranje sistemom drenažnih kanala sa jedne i druge strane potoka, iz kojih je drenirana voda odvedena nizvodno u pomenuti potok. Pri tome je bilo dosta teškoća, jer je potreba za ovaj naknadni rad izazvala prepisku, izlazak komisija na teren, naknadno snimanje i nivelisanje terena kao i izradu projekta sanacije, što je sve prouzrokovalo zastoje u izvođenju radova na tom delu puta. Međutim, da je prilikom trasiranja puta vršeno i sondiranje na problematičnim delovima terena duž trase, kako se danas nastoji da se radi, mere sanacije tla bile bi obuhvaćene projektom i ne bi došlo do zastoja u radu na građenju puta.

Znatno veću teškoću prouzrokovala je pojava klizišta ispred Sremskih Karlovaca, izazvanu radovima na građenju puta po novoj trasi. Na izlazu sa novog armiranog betonskog mosta ukupnog otvora 31,0 m preko potoka Lipovca (sl. 1), trasa puta presećala je dosta strmu i visoku padinu, u kojoj je izrađen zasek u glinovitom tlu visine oko 3,0 m nagiba kosine 1:1. Na ovom delu, uskoro po izradi zaseka, u jesen 1937. godine, došlo je do klizanja terena u zaseku oblika školjke. Skliznuta masa zatrpala je put, a u padini iza školjke pojavile su se šire pukotine paralelne sa trasom puta. Kako je pretila opasnost da se pojave nove školjke klizanja i pokrene celo brdo, hitno su preduzete mere protivu klizanja terena izradom potpornog zida, fundiranim dva metara u nepokrenuti niži glinoviti sloj, čije dimenzije su bile sračunate tako, da se zid svo-



Sl. 2

Sl. 2. Poprečni presek projektovanog betonskog kolovoza na podlozi uvaljanog tucaničnog zastora na III deonici puta Beograd—Novi Sad

jom masom suprotstavi dejstvu pokrenutog sloja tla. Ova mera je potpuno uspela i taj zid i danas postoji u besprekornom stanju.

Međutim stotinu metara dalje prema Sremskim Karlovcima, pojavilo se nešto docnije klizanje terena velikih zarmera. Na dan 7. januara 1938. godine, na kraju ove deonice puta, gde su zemljani radovi bili relativno mali i gde je već bio izrađen put sa kolovozom od sitne kocke, došlo je do klizanja terena eksplozivnog karaktera, pri čemu su potpuno uništeni novo izrađeni put i postojeća željeznička pruga Beograd—Novi Sad, koja je bila udaljena nekoliko metara od puta prema Dunavu i prolazila paralelno sa njim. Trase puta i pruge su tom prilikom pretrpele jake deformacije od nekoliko metara u pravcu Dunava, a na dužini od oko 300 m. Saobraćaj na pruzi bio je potpuno obustavljen nedelju dana, a zatim privremenim merama ponovo uspostavljen, dok je saobraćaj na putu prebačen preko Venca na Novi Sad duže vremena. Uzrok ovog klizanja potekao je od dubokog i širokog jarka između pruge i puta, koji je neoprezno iskopan i ostavljen otvoren kao pozajmište pri izradi donjeg stroja željezničke pruge. U taj jarak ulazila je i stagnirala površinska voda, koja je ponirala u tlo ispod pruge u pravcu Dunava, koji je proticao pored same nožice zemljane kosine pruge. Ova kosina bila je ta-

kođe i obala Dunava pri njegovom visokom vodostaju. Do klizanja terena na ovom delu svakako bi došlo uskoro i da nisu izvođeni radovi na građenju puta, pošto je usled poniranja vode iz jarka pored pruge obilno rasvašeno tlo, koje je inače bilo pod dejstvom vode u Dunavu i omogućilo pojavu površine najmanjeg otpora ispod pruge u pravcu puta, ali je taj proces ubrzan ovim radovima, a naročito zasecanjem u padinu brda na levoj strani, tako da se odjednom pokrenula ogromna masa ne samo trupa pruge i puta, već i visoke padine pored puta.

Saniranje ovog dela terena bio je problem koji nije bilo lako rešiti. Provedeni su istražni radovi koji su pokazali, da na nekoliko mesta ispod površine terena postoji sloj prašinastog tla male debljine, jako raskvašen, u stanju žitke plastičnosti. Pretila je opasnost da se cela padina po-



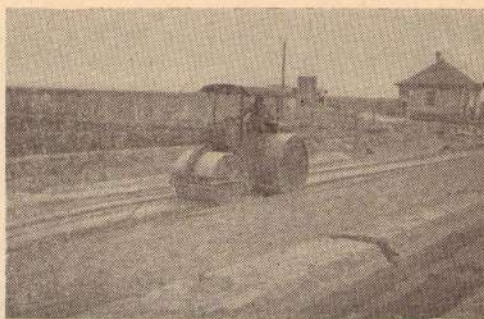
Sl. 3. Pukotina na betonskom kolovozu na podlozi uvaljanog tucaničnog zastora, izrađenom 1934. godine na putu Senec—Nitra—Bratislava—Komarno, km 33—37 u Čehoslovačkoj

tom sloju pokrene prema Dunavu, što bi prouzrokovalo vrlo velike štete. Zbog toga je izrađen projekat sanacije celog tog dela terena u dužini od oko 500 m, koja se sastoji u izradi kamenog nabačaja u obliku nekoliko paralelnih traverza upravnih na oba-

lu Dunava pored pruge, od oko 40.000 m³ lomljenog kamena. Ovim kamenim nabačajem ustvari je poduprto pokrenuto brdo čvrstom masom i ujedno je skrenuta matica Dunava prema sredini korita. Uskoro je zatim rečni nanos Dunava ispunio prostor između traverzi od lomljenog kamena, tako da je obrazovana terasa ispred zemljane kosine pruge, te je time potpuno uspostavljena ravnoteža tla na tom opasnom mestu, koja i danas postoji. Razume se, jarak između puta i pruge ispunjen je zbijenom zemljanom masom i površina planirana tako, da je obezbeđeno pravilno oticanje vode izvan puta i pruge.

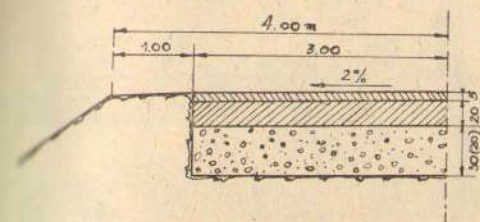
Sve ove teškoće mogle su biti izbegnute da su pre građenja puta bili izvršeni geotehnički istražni radovi, jer se već na prvi pogled moglo ocekivati, da zasecanje nove trase puta u nožici visoke padine od glinovitog tla pored same obale Dunava, čija matica je bila usmerena u pravcu padine, predstavlja problem koji treba sastrano proučiti. Međutim treba priznati da se u 1934. godini, kada je vršeno trasiranje i projektovanje puteva, nije mnogo znalo za geotehniku, niti su tada postojala specijalizovana preduzeća koja bi se bavila proučavanjem takvih problema, kao što je to danas moguće kod nas.

Nepoznavanje mehanike tla u to vreme kod nas bilo je takođe uzrok, da je izrada betonskog kolovoza bila



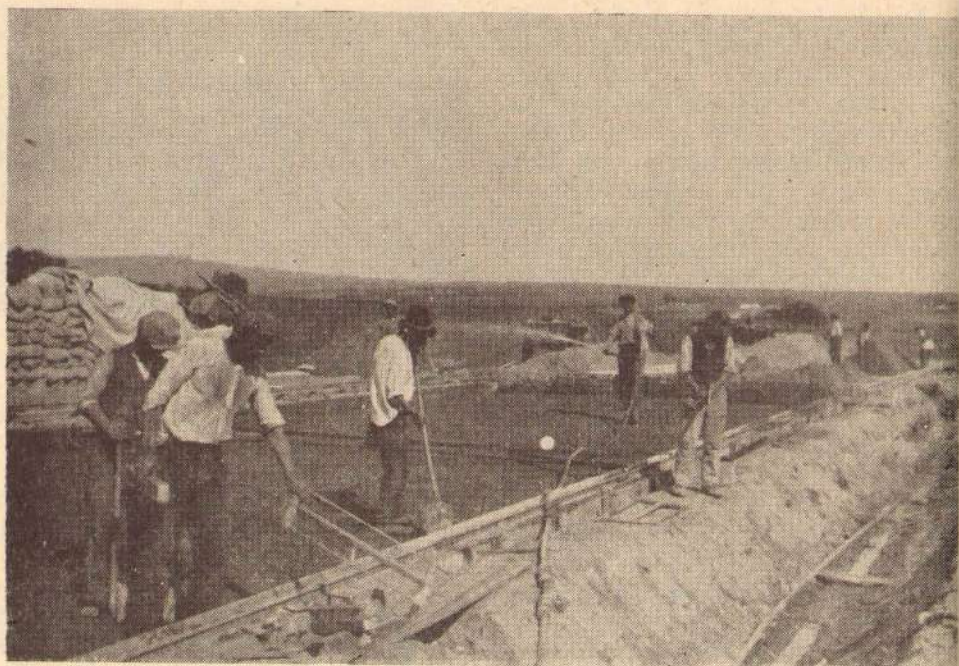
Sl. 5. Pokušaj zbijanja tamponskog sloja šljunka valjanjem motornim valjkom

projektovana na sloju uvaljanog tucaničkog zastora debljine 12 cm, pošto se smatralo da i betonski kolovoz, čija je debljina bila predviđena 20 cm, treba da ima čvrstu makadamsku podlogu (Sl. 2). Međutim u međuvremenu do početka izrade betonskog kolovoza, došlo se do saznanja o iskustvu sa betonskim kolovozima na podlozi uvaljanog tucaničkog zastora, koje je pokazalo da ona ne odgovara, kako zbog velike diletacije betonskog kolovoza na njoj, tako i zbog dejstva mraza, usled čega su se na tim kolovozima pojavile mnoge pukotine i deformacije, što smo mogli i sami da konstatujemo prilikom posete gradilišta puteva u Čehoslovačkoj 1936. god. (Sl. 3). Zbog toga je donešena odluka, da se umesto makadamske podloge radi tamponski sloj od Kolubarskog šljunka debljine 20 do 30 cm (Sl. 4). Na mestima gde je tlo ocenjeno kao opasno na mrazu, debljina tamponskog sloja bila je 30 cm, dok je za tlo sigurno na mrazu bila 20 cm. Pošto tada još nije bilo vibracionih ploča za zbijanje tamponskih slojeva, pokušano je valjanjem motornim valjkom uz polivanje vodom, ali taj pokušaj nije uspeo pošto su točkovi valjka tonuli u sloj šljunka i šljajfovali (Sl. 5). Zbog toga je taj način morao biti napušten, te se prešlo na zbijanje sloja šljunka ručnim



Sl. 4

Sl. 4. Poprečni presek izrađenog betonskog kolovoza na podlozi tamponskog sloja šljunka



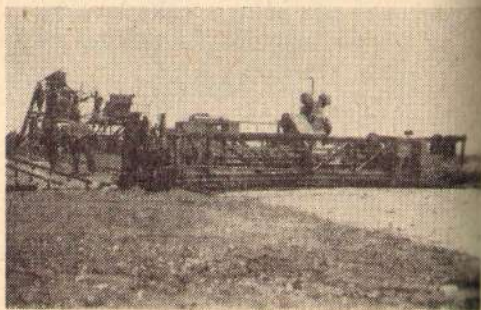
Sl. 6. Zbijanje tamponskog sloja šljunka polivanjem i nabijanjem drvenim maljem

drvenim maljevima uz obilno raskvašavanje vodom (Sl. 6). Ovaj način zbijanja tamponskog sloja pokazao se vrlo dobar i uspešan, tako da se ni do danas, posle 28 godina, nisu pojavile nikakve deformacije ni pukotine na betonskom kolovozu koje bi ukazivale na slabosti usled tamponskog sloja šljunka. Svakako je zbijanje tamponskog sloja vibracionom pločom, kako se danas radi, mnogo lakše, brže i ekonomičnije, ali takva mogućnost tada nije postojala.

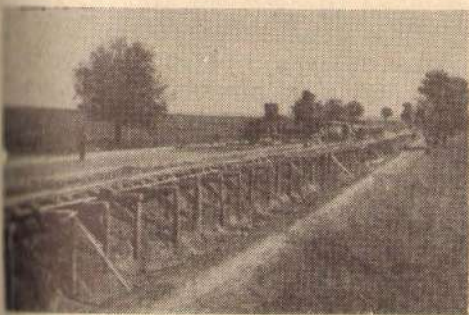
Izrada betonskog kolovoza rađena je pomoću fišinera za celu širinu kolovoza od 6,0 m i pokretnom betonskom mešalicom na licu mesta, koji su se kretali na šinama (Sl. 7). Zbijanje betona finišerom bilo je putem vibracije, sa 2000 vibreja u minuti. Pošto je betonski kolovoz rađen u dva sloja debljine $15 + 5$ cm, to je donji sloj nabijan ručnim maljevima,

dok je finišer prelazio samo preko gornjeg sloja i to svega jedanput, pri čemu je postizana odlična zbijenost celog betonskog kolovoza.

Mešanje betona na licu mesta pomoću pokretne mešalice pokazalo se vrlo nezgodno, jer je u velikoj meri komplikovalo rad i saobraćaj na rad-

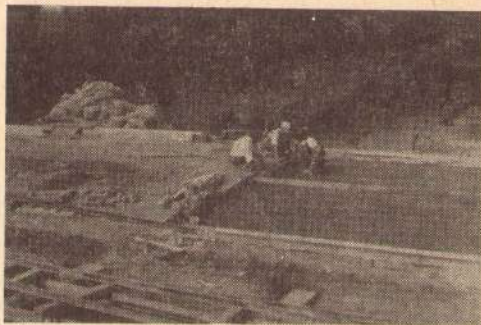


Sl. 7. Betonska mešalica i finišer za izradu betonskog kolovoza na celoj širini od 6,0 m



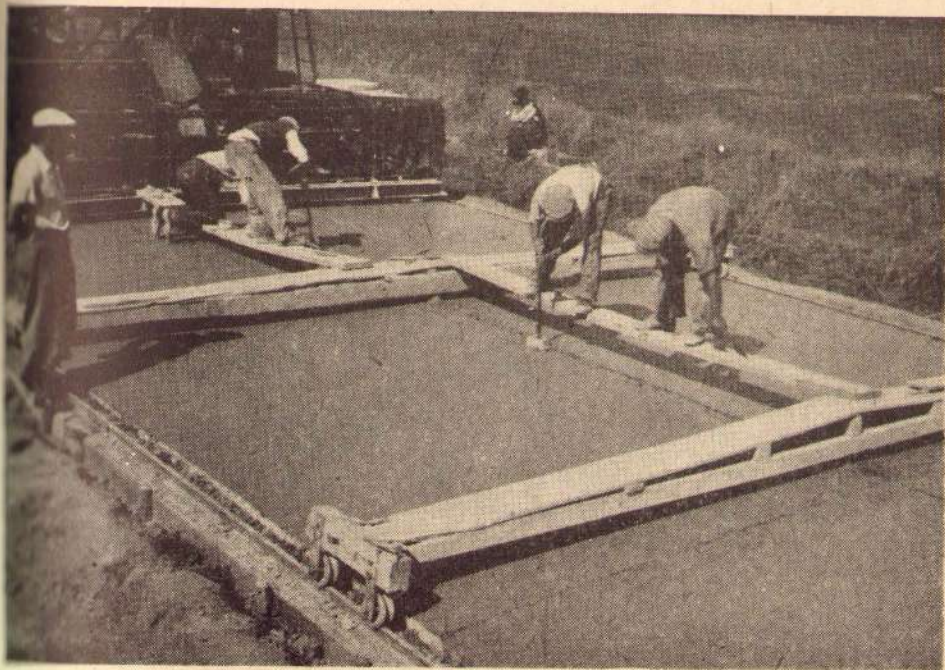
Sl. 8. Izrada proširenja pored puta od drvene platforme na skelama radi smeštaja dekovilskog koloseka za transport materijala do betonske mešalice

nom mestu za izradu betonskog kolovoza. Trebalo je stvoriti mesta za transport cementa, šljunka, peska i mineralnog agregata što nije bilo uvek moguće na uskoj traci puta, tako da su se morale raditi proširenja za tu svrhu (Sl. 8), dok je na celom



Sl. 9. Postavljanje dasaka za izradu fuga u donjem delu betonskog kolovoza, visine 15 cm

tom delu puta morao biti instalisan vodovod pomoću vodovodnih cevi prečnika 12 cm, sa rezervoarom i snabdevanjem vodom iz naročito ugrađenog bazena pored jednog jakog izvora u dolini, odakle je voda crpena centrifugalnom pumpom.



Sl. 10. Obradivanje fuga iza prolaska finišera

Finišer za izradu betonskog kolovoza bio je izrađen za profil kolovoza sa obostranim padom i samo za širinu od 6,0 m. Prilikom nabavke ovog finišera nije se mislilo na nadvišenja i proširenja kolovoza u krivinama. Zbog toga je u krivinama manjeg poluprečnika betonski kolovoz rađen samo na unutrašnjoj polovini širine, dok je na spoljnoj polovini rađen naknadno sa drugim finišerom za širinu 3,0 m sa nadvišenjem. Proširenje betonskog kolovoza u krivinama za 1,0 m vršeno je ručnim putem, nabijanjem gvozdanim maljevima, što je urađeno dosta uspešno zbog male širine trake.

Veliku teškoću predstavljala je izrada podužne i poprečnih fuga u betonskom kolovozu. U donjem delu fuge su rađene od dasaka debljine 1 cm, visine 15 cm, koje su ostale ubetonirane (Sl. 9). U gornjem delu

stavljeni su gvozdeni šabloni takođe debljine 1 cm, visine 5 cm, koji su po stvrdnjavanju betona lako vađeni i u ostavljenu prazninu fuge na toj visini sipana je asfaltna masa. Prilikom prolaska finišera preko betona fuge su bile iskrivljene, tako da su ih odmah iza toga radnici morali ispravljati i obrađivati (Sl. 10).

Ceo dalji postupak oko negovanja betonskog kolovoza do predaje saobraćaju u svemu je isti kao i danas.

Izrada betonskog kolovoza na III deonici puta Beograd - Novi Sad bila je skopčana sa mnogim teškoćama, jer se u ovaj posao ušlo bez iskustva i bez većeg poznavanja problema. Danas možemo reći, da je i pored svega toga taj prvi pokušaj potpuno uspeo, blagodareći na prvom mestu našoj zaista odličnoj radnoj snazi, koja je bila zadahnuta istinskom željom, da ova nova stvar kod nas uspe.

Prof. dipl. ing. Živorad ĐUKIĆ

Građenje puta Niš - Pirot - bugarska granica

Uvod

Put Niš - Pirot - Bugarska granica, kao što je poznato predstavljao je pre rata deo jedinog međunarodnog evropskog automobilskeg puta London - Beč - Pešta - Beograd - Sofija - Istanbul, koji je kroz našu zemlju prolazio od Subotice do Bugarske granice.

Stanje postojećeg puta od Niša do Bugarske granice, dužine oko 95 km, na pojedinim potezima bilo je veoma loše, nije odgovaralo čak ni zaprežnom saobraćaju, jer su usponi bili i do 16^o/_o, a širina kolovoza čak i 3,0 m. Toga se 1934. godine pristupilo utvrđivanju najpovoljnije trase puta na celoj dužini odnosno potrebnim sniženjima i projektovanju.

U vremenu od 1935. do 1937. godine dovršeno je građenje dve deonice ovog puta: kroz Niš i od Niša do Niške Banje. Do početka drugog svetskog rata završen je i kolovoz sa zaštitnim zatorom od sitne kocke kroz selo Červen Reku i Belu Palanku, kao i pristupilo se građenju puta od Niške Banje kroz Sićevačku klisuru sve do Bele Palanke. Takođe je delimično završen i cementno-betonski kolovoz sa zatorom u blizini Bele Palanke.

Posle oslobođenja radovi su nastavljani kroz Sićevačku klisuru, no, zbog ratne situacije, isti su prekinuti 1949. godine. Ponovo su radovi nastavljani

tek 1963. godine na celoj dužini i najveći deo radova završen je 1964. godine, tako da je 22 novembra svečano pušten ceo put u saobraćaj (na jednom delu završiće se ove, 1965., godine habajući sloj asfaltnog zastora).

Dakle, posle trideset godina završen je jedan veoma značajan put kako za našu zemlju tako i za međunarodni saobraćaj. I ova činjenica jasno pokazuje štetnost ratova odnosno teške posledice ratnih zbivanja i razaranja koje se decenijama ne mogu da prebrode i otklone.

Po kakvoj je koncepciji projektovan put Niš - Bugarska granica?

Naša iskustva, pa i inostrana, bila su 1934. god. veoma oskudna u pogledu građenja savremenih puteva, u pogledu nauke u oblasti puteva i u pogledu perspektivnog razvoja motornog saobraćaja na putevima. Pogotovu smo mi bili u nezavidnom položaju. Predstavljali smo tada tehnički zaostalu zemlju, u kojoj se na putevima odvijao pretežno zaprežni saobraćaj, dok smo jedan automobil imali na svakih 1.200 stanovnika. Sem toga, za delimično građenje puteva od Subotice do Bugarske granice bila su data ograničena finansijska sredstva i to samo za modernizaciju postojećeg puta. Pri tome je

postojeće tucaničke kolovoze trebalo koristiti kao podlogu za savremene kolovozne zastore.

Takav je zadatak dat i za projektovanje puta od Niša do Bugarske granice. Međutim, ispitivanja su pokazala da se deo postojećeg puta ne može iskoristiti, već samo neke kraće deonice, kao što su od Niša do Niške Banje, ispred Bele Palanke, od Pirota do Sukova i neke deonice između Sukova i Dimitrovgrada (tadašnjeg Caribroda).

Kada danas posmatramo modernizovanu deonicu puta od Niša do Niške Banje, gde smo koristili postojeći put, koji je skoro u pravoj liniji (što je pre trideset godina smatrano kao prednost), sa dubokim trapezastim jarkovima, niveletom u ravni terena njiva itd., vidimo da smo pogrešili. Istina, postojeća tramvajska pruga Niš-Niška Banja bila je položena na trupu puta, a sem toga i zadatak da se postojeći tucanički kolovoz iskoristi kao podloga, bili su presudni pri projektovanju. Slična greška bila je učinjena pri projektovanju deonice Pirot-Sukovo, gde je planirano korišćenje postojećeg puta koji je u pravoj liniji u dužini od 11 km. Šteta što ovu grešku nismo ispravili 1963. godine pri izradi definitivnog projekta. O tome ćemo docnije još nešto reći.

Dve najduže deonice ovog puta: Niška Banja - Bela Palanka i Bela Palanka - Pirot imale su veoma loše elemente, koji uopšte nisu mogli doći u obzir za neki iole bolji put, a pogotovu za međunarodni put. I na jednoj i na drugoj deonici postojeći put imao je mestimične uzdužne nagibe i do 16‰, veći broj serpentina sa poluprečnicima krivina ispod 10 m, nekoliko vododelnica, teren je mestimično veoma kupiran pa i nestabilan, širina puta je 5—6 m, a kolovoza 3—4 m itd.

Od Niške Banje do Bele Palanke ispitivano je pet varijanata (vari-

janta dolinom Jelašničke reke, dolinom Ostrvičke reke, ispod sela Kunovice, maksimalno iskorišćenje postojećeg puta i varijanata dolinom reke Nišave), a od Bele Palanke do Pirota tri varijante (maksimalno korišćenje postojećeg puta, desnom obalom reke Nišave i varijanta levom obalom Nišave). Detaljnije analize su pokazale da u obzir dolaze samo varijante sa maksimalnim korišćenjem postojećeg puta i dolinom reke Nišave.

Varijanta sa maksimalnim korišćenjem postojećeg puta imala je sledeće nedostatke:

- put bi se tri puta peo na vododelnice iz doline reke Nišave i ponovo silazio u njenu dolinu, sa primenom uzdužnih nagiba 6‰ na znatnoj dužini, što neosporno povećava vreme putovanja i potrošnju goriva;

- teren je mestimično kupiran te bi bili česti poluprečni krivine $R \leq 50$ m, odnosno u serpentinama $R = 30$ m;

- na nekoliko mesta postoji nestabilan teren odnosno stene u raspadnutom stanju, i

- snežni nameti preko vododelnica otežavali bi zimi saobraćaj, a takođe i poledica na velikim uzdužnim nagibima.

Varijanta dolinom Nišave nasuprot prethodnoj varijanti imala bi sve uslove za odvijanje intenzivnijeg automobilskog saobraćaja.

Na prvom mestu uzdužni nagibi su minimalni, uglavnom ispod 1‰, izgubljenih padova nema, minimalni poluprečnik krivine je 250 m (i to svega na nekoliko mesta), o zavejavanju snegom nema ni pomena, teren je potpuno stabilan itd. Na ovoj varijanti, pored ostalog, imaće dosta tunela, kraćih galerija, vrlo mnogo potpornih i obložnih zidova, nekoliko većih mostova, akvadukata i dr. Put dolinom Nišave za turizam predstavlja pravo otkrovenje. Potpisati je,

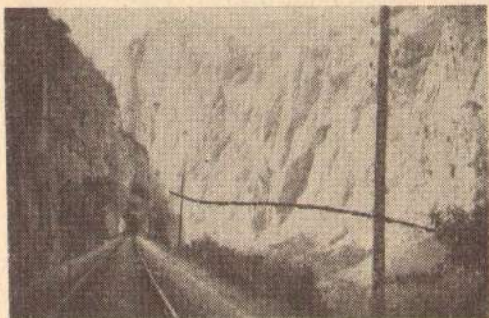
kao projektant, pre trideset godina napisao: „Sem navedenog, u turističkom pogledu ovaj će put zadovoljiti do maksimuma, jer posle jednostavnosti u dolini Morave, nailazi se na retko interesantnu i privlačnu Siće-vačku klisuru, kojoj se zbilja čovek mora diviti. Može se sa sigurnošću tvrditi da će se zbog ove klisure znatno pojačati promet na ovom putu, a time i povećati blagostanje čitavog jednog kraja”.

Upoređenje varijanata vršeno je na bazi virtuelnih dužina za stočnu i motornu vuču. Dužina puta od Niške Banje do Pirota po varijanti sa maksimalnim korišćenjem postojećeg puta, uz rekonstrukcije najlošijih mesta i primenu maksimalnih uzdužnih nagiba od 60/0, iznosila je 63 km, dok je varijanta dolinom Nišave bila 64,5 km. I pored toga što je varijanta dolinom Nišave bila duža za 1,5 km, ipak je ona po virtuelnim dužinama bila povoljnija za stočnu vuču za 3,07 puta, za putničke automobile za 2,15 puta, a za teretne automobile za 1,29 puta od varijante sa max. korišćenjem postojećeg puta.

Zbog svih ovih činjenica odlučeno je da se pristupi snimanju, izradi projekta i građenju puta po varijanti dolinom Nišave.

Ističem da je tahimetrijsko snimanje vršeno veoma detaljno, pri čemu je poligoni vlak bio vezan za trigonometrijsku mrežu odnosno računane su koordinate poligonih tačaka, što je na putevima bilo primenjeno prvi put u našoj zemlji. Takođe je i nivelman bio vezan za repere na željezničkoj pruzi Niš-Pirot-Sofija, no njihove apsolutne vrednosti bile su nešto pogrešne, usled čega je, posle uočene greške, utrošeno dosta vremena na ispravkama u glavnim projektima. Samo snimanje i obeležavanje trase a naročito u Sićevačkoj klisuri bilo je interesantno i skopčano

sa velikim teškoćama, što se vidi iz nekoliko priloženih snimaka (sl. 1 i 2).



Sl. 1. Trasa puta (označena crtastom linijom) u Sićevačkoj klisuri

Elementi puta, dati ili usvojeni, bili su:

— poluprečnik horizontalne krivine $R_{min} = 250$ m (primenjen svega nekoliko puta), što odgovara rač. brzini $V = 90$ km/h;

— poluprečnik vertikalnih krivina - konveksne $R_v = 3.500$ m. a konkavne $R_v = 2000$ m;



Sl. 2. Građevinska staza oko prvog tunela u Sićevačkoj klisuri

— širina kolovoza 6,0 m, a bankine po 1,0 m, tj. ukupna širina puta u nasipu 8,0 m;

— širina betonskih rigola u usecima i zasjecima 0,75 m.

Međutim, pri projektovanju usvojeni su znatno veći poluprečnici i horizontalnih i vertikalnih krivina, a u početku građenja odlučeno je da se izrade i ivične trake po 0,50 m.

Projektom je predviđeno da se elimiše sva ukrštanja u nivou sa železničkim prugama, što je postignuto izradom nove trase puta ili izradom nadvožnjaka odnosno podvožnjaka.

Kolovozna konstrukcija predviđena je za težak saobraćaj sa zastorima od asfaltnog betona, cementnog betona i sitne kocke.

U pogledu širine puta i kolovoza u blizini gradova i upotrebi sitne kocke ili asfalta kroz naselja, citirajući neke svoje stavove pre skoro tri deset godina u časopisu „Glasnik jugoslovenskog društva za puteve” br. 1/1936. godine: „Na ovoj deonici takođe je širina kolovoza 6,0 m sa granitnim ivičnjacima u ravni kolovoza. Kako će u prvo vreme kod nas moderni kolovozi stradati zbog navike da zaprežna vozila radije idu po bankinama nego po kolovozu, bilo bi vrlo praktično da se u blizini većih gradova izrade kolovozi sa nešto većom širinom i sa ivičnjacima po putu za varoške ulice, tj. sa trotoarima.” ... „Kroz varoši i varošice i u njihovoj blizini trebalo bi usvojiti asfaltno betonske ili ter betonske zastore, jer su isti vrlo elastični, dovoljno rapavi i vrlo dobro protivstaju udarima konjskih kopita i gvozdenim naplaticima”. No, i pored ovakvog stava, sitna kocka je izrađena kroz sve gradove i naselja: Niš, Srećevu, Crvenu Reku, Belu Palanku, Pirot i Dimitrovgrad.

Građenje puta pre rata

Pre rata pristupilo se građenju celog puta od Niša do Bele Palanke, na držini oko 40 km. Prikazaćemo neke karakteristične podatke i detalje na pojedinim deonicama.

I. Deonica Crveni Krst — Niš — Cele kula

Ova deonica dužine 5.600 m — i to 3.000 m kroz grad Niš a 2.600 m ispred i iza grada — projektovana je sa zastorom od sitne kocke. (Projekat je izradilo Tehničko odeljenje opštine Niš). Elementi puta uglavnom su bili povoljni (oštrije krivine sa $R = 30$ do 130 m su samo ispred niške tvrđave, a mali uzdužni nagibi u gradskim ulicama, 0,08 do 0,30%, dok je širina kolovoza van grada 6,0 m a kroz gradske ulice 8,0 m). Nažalost, ukrštanje sa železničkom prugom Niš—Knjaževac projektovano je u nivou. Kolovozna konstrukcija na celom potezu bila je sa novom šose podlogom (lomljen kamen debljine 20 sm i tucanik debljine 15 cm), no bez ikakvog sloja čistoće. Ukupna debljina sa zastorom od sitne kocke iznosila je 48 sm.

Projektom je bilo predviđeno da se i u gradskim ulicama izgrade ivičnjaci u ravni kolovoza, što je srećom izmenjeno u toku građenja (višak za trotoarske ivičnjake i povećanje širine kolovoza od 6,0 na 8,0 m pao je na teret niške opštine). Sem toga, u toku građenja Opština niška pristupila je građenju vodovoda i kanalizacije. Ovo je nesumnjivo otežalo radove i produžilo građenje, ali je s druge strane bilo i veoma korisno, jer ugrađivanjem slivnika omogućeno je oticanje površinske vode, koja

bi u protivnom, zbog malih uzdužnih nagiba u ulicama, ležala na kolo-vozu.

Šitna kocka i ivičnjaci u ravni kolovoza nabavljeni su iz kamenoloma u okolini Surdulice, (diorit i dacit) koji su po svome kvalitetu, kako u pogledu cepanja, oblika i čvrstoće (čvrstoća na pritisak od 1.850 do 2.323 kg/sm² i habanje od 7,10 do 8,35 sm³/50 sm³), jedni od najboljih u našoj zemlji. Nažalost, kocka se i danas kao i pre trideset godina proizvodi ručno (sl. 3).

Građenje je vršeno na uobičajeni način, no interesantno je istaći da su ivičnjaci, kako u ravni kolovoza (dimenzija 12/25 sm) i trotoarski ivičnjaci (20/30 sm) ugrađivani pre izrade podloge. Po ovoj metodi dobijena je potpuno pravilna površina kolovoza a mestimične popravke ivičnjaka, usled nepažljivog rada mašinista prilikom valjanja pojedinih slojeva kolovozne konstrukcije, predstavljale su neznatne izdatke.

U početku rada na kolovozu su bili veći talasi od dozvoljenih (+ 10 mm), jer je preduzeće računalo da će se valjanjem popraviti neravnina (sl. 4). Međutim, valjak stvarno vrši ravnomerno nabijanje na celoj površini kolovoza, dok se veće nepravilnosti mogu otkloniti samo ručnim nabija-



Sl. 4. Kontrola ravnosti površine kocke pomoću letve u Nišu

čima odnosno preradom loših mesta. Zbog toga je bilo sprovedeno obavezno nabijanje kocke ručnim nabijačima, a potom valjanje čeličnim valjcima. Spojnice kocke su, nažalost, zalivene samo peskom.

Kaldrmisanje je najvećim delom obavljeno na celoj širini kolovoza, zbog čega je ravnost bila neuporedivo veća nego na potezima gde je kocka ugrađivana na polovini širine kolovoza (nije imalo obilaznih puteva). Ovaj posao završen je 1937. godine, a koštanje po jednom kilometru puta bilo je 1,095.000.— dinara odnosno 153 dinara po jednom kvadratnom metru kolovoza.

II. Deonica Čele-kula — Kutinski most (Niška Banja)

Na ovoj deonici, dužine 4.700 m, izrađen je asfaltni kolovozni zastor uz maksimalno korišćenje postojećeg šljunčanog i tucaničkog kolovoza kao podloge. Debljina postojećeg kolovoza iznosila je oko 18 sm, pri čemu se ispod kolovoza nalazio i neki peskoviti materijal, koji je ustvari „kulučki materijal”, s kojim je ranije održavan ovaj, kao i mnogi putevi u našoj zemlji. Preko stare podloge na-



Sl. 3. Ručna proizvodnja kocke u majdanima kod Surdulice

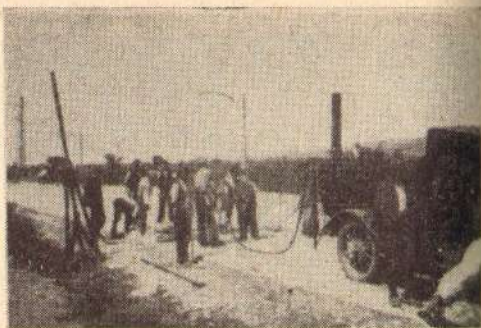
nošen je novi sloj tucanika najmanje debljine 8 sm, s kojim je pojačavana podloga i vršene finije popravke nivelete puta. Sem toga, na nekim mestima je, u cilju popravke nivelete puta, izgrađena i nova šose podloga debljine 26 sm (16 + 10). Istom vrstom podloge izvršeno je i proširenje postojećeg kolovoza od 5,0 m na 6,0 m (po 0,5 m sa obe strane kolovoza — što je predstavljalo prilične teškoće pri ugrađivanju, a neosporno i veće sleganje u toku eksploatacije). Sa otkopanim šljunčanim i tucaničkim materijalom popravljena je niveleta na manjim udoljicama. I pored toga što ispod lomljenog kamena nije izrađen nikakav sloj čistoće od peskovito-šljunkovitog materijala, o čijoj se funkciji tada nije ništa znalo, ipak nije došlo do većih deformacija kolovozne konstrukcije, jer je postojeći peskoviti materijal donekle predstavljao sloj protiv štetnog dejstva mraza.

Radi pojačanja debljine kolovozne konstrukcije na ovom putu je primenjen kolovozni zastor debljine 10 sm, koji se sastojao od asfaltnog punog penetrisanog makadama debljine 7,5 sm, kao veznog sloja, i habajućeg sloja od sitnozrnog asfaltnog betona debljine 2,5 cm. Prema tome, ukupna debljina kolovozne konstrukcije je bila 36 cm.

Ističemo da je proširenje postojeće podloge i njeno pojačanje odnosno izrada nove podloge rađeno na polovini širine puta i bez prekidanja javnog saobraćaja, što je ne samo otežavalo građenje nego i uticalo na kvalitet radova. Naročito su teškoće bile pazarnim danima u Nišu, kada je bio veoma veliki zaprežni saobraćaj koji je razarao i zaobljavao ne uvaljani tucanik. Pri izradi asfaltnog kolovoznog zastora ova nezgoda je bila otklonjena, jer je javni saobraćaj između Niša i Niške Banje upućen obilaznim putevima.

Građenje veznog sloja izvršeno je sa jedrim krečnjakom iz Matejevačkih majdana (udaljeni od Niša oko 12 km), čija je čvrstoća na pritisak iznosila 1.496 kg/cm^2 , a koeficijent habanja $11,78 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$. Proizvodnja kamenog agregata vršena je tucanjem ručnim putem i prosejavanjem duž puta u tri frakcije: 3—6 mm; 6—15 mm i 40—60 mm. Neke deponije kamene sitneži zbog zaprljanosti prašinom sa puta morale su se, na zahtev nadzornih organa, prati vodom pod pritiskom.

Razastiranje tucanika preko prethodno dobro očišćene podloge vršeno je ručno uz stalnu kontrolu ravnosti (drveni šablon širine 6 m postavljen je na prethodno izrađene kamene ivičnjake 12/15 cm). Posle nekoliko prelaza valjkom preko tucanika, vršeno je razastiranje manje količine kamene sitneži 6—15 mm i odmah zatim prvo natapanje zagrejanim bitumenom ($160\text{—}195^\circ\text{C}$) pod pritiskom od 2,5 atmosfere. Zatim, razastiranje kamene sitneži 6—15 mm i valjanje a potom drugo natapanje manjom količinom bitumena, razastiranje kamene sitneži 3—6 mm i konačno valjanje puno penetrisanog makadama sa dva valjka (od 10 i 12 t). Količina bitumena iznosila je od 6,0 do 9,70 kg/m². Mašina za prskanje-natapa-



Sl. 5. Izrada veznog sloja od puno penetrisanog asfaltnog makadama na deonici Cele-Kula—Niška Banja

nje bila je starijeg tipa, sa dve ručne prskalice i ručnom pumpom (sl. 5). Pri radu vođena je oštra kontrola o količini spojnog sredstva, temperaturi, debljini i ravnosti površine veznog sloja. Često se moralo vršiti otpavanje ugrađenog materijala odnosno popravka udoljica, jer, kao što je poznato, od ravnosti i kvaliteta veznog sloja zavisi kvalitet habajućeg sloja.

Dnevni učinak bio je različit - zbog napred navedenih teškoća - tako da se kretao od 500—1.200 m².

Gradenje habajućeg sloja od sitnozrnog asfaltnog betona, čija je masa

— kameno brašno (filer)	0—0,088 mm	10,0 ⁰ / ₀
— dunavski pesak	0—0,6 mm	5,6 ⁰ / ₀
— nišavski pesak	0—2 mm	17,2 ⁰ / ₀
— kamena sitnež - krupnoće	0—2 mm	32,0 ⁰ / ₀
— kamena sitnež - krupnoće	2—7 mm	22,4 ⁰ / ₀
— kamena sitnež - krupnoće	7—12 mm	12,8 ⁰ / ₀
Ukupno:		100,0 ⁰ / ₀

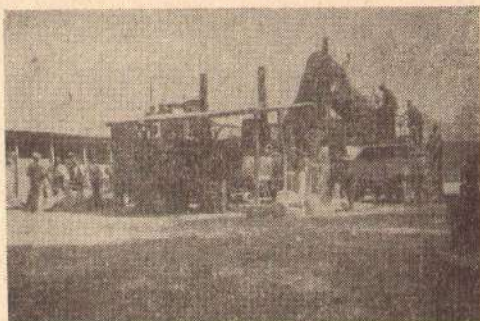
pripremana u asfaltnoj bazi (sl. 6) kod željezničke stanice u Niškoj Banji (srednja transportna daljina oko 4 kilometra).

Posle izvršenih bezbroj proba usvojena je sledeća mešavina:

Količina bitumena 7,38⁰/₀, sa tačkom razmekšavanja po KS 38°C i penetracijom 45 (ista vrsta bitumena upotrebljavana je i za penetrirani asfaltni makadam).

Kameno brašno upotrebljeno je od nekoliko vrsta krečnjaka koje je odgovaralo uslovima, tj. 80⁰/₀ prolazilo je kroz sito 0,088 mm. Pored nišavskog peska, oko 2/3, morao se nabaviti i finiji pesak-dunavac (Beograd), dok je kamena sitnež nabavljena iz majdana „Ledinci” (Novi Sad). Čvrstoća kamena na pritisak iznosila je 2.300 kg/cm² i koeficijent habanja 7,91 cm³/50 cm².

Razastiranje asfaltne mase vršeno je ručno-lopatama, grtalicama i grabljama, a valjanje serijom valjaka ručnim od 300 kg i motornim od 2,5 t



Sl. 6. Asfaltna baza za proizvodnju asfaltne mase za habajući sloj

i 9,5 t (sl. 7). Ručni valjak povlačen je upravno na osovину puta (funkcija ovog valjka je da ukaže na eventualne neravnine na površini zastora i da spreči brzo hlađenje asfaltne mase), dok su se oba motorna valjka kretala podužno i poprečno, a srednji valjak čak i kružno. Na prvih nekoliko stotina metara veliki motorni valjak kretao se samo podužno, gde su konstatovani nedozvoljeni talasi, koji su se smanjili pri kretanju valjka koso i poprečno. U toku valjanja vršeno je kontrolisanje ravnosti površine kolovoza i to u podužnom i poprečnom smislu sa letvom dužine 4,0 m. Ukoliko su talasi bili veći od +5 mm, morale su se vršiti popravke.

Radi sticanja iskustva izrađen je na dužini od 40 m peščani asfalt beton. Ovo je ustvari jedna od prvih opštih deonica u našoj zemlji. Granulometrijski sastav mešavine bio je: kameno brašno (0—0,09 mm) 22,42⁰/₀, pesak (0,09—2 mm) 76,30⁰/₀

i krupniji pesak (2 — 7 mm) 1,28%. Količina bitumena bila je 10,2%.

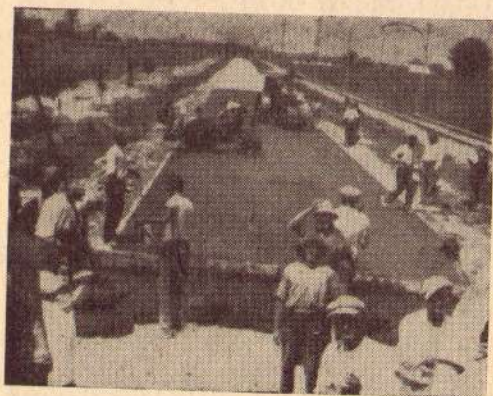
Dnevni efekat rada pri izradi asfaltnog betona bio je vrlo različit (teškoće oko izrade veznog sloja, kišovito vreme, neblagovremena isporuka agregata i dr.), tako da se kretalo od 600 do 1.500 m² na dan.

III. Radovi od Niške Banje do Crvene Reke

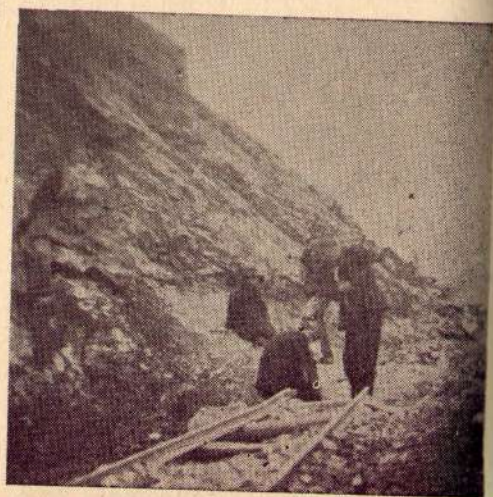
Pre rata, kao što je istaknuto, pristupilo se građenju celog puta od Niša do Bele Palanke. Međutim, najteži i neuobičajeni radovi na našim putevima bili su na potezu ispred i kroz Sićevačku klisuru. (I i II deonice). Tada su u Sićevačkoj klisuri završeni potporni i obložni zidovi prema selu Proseku (ispred željezničke stanice Sićevo), koji, zbog svoje boje (crveni pešćar), bunja i različite krupnoće predstavljaju izvanredno lep inženjerski objekat. Zatim su iz-

ca do Bele Palanke) bilo je veoma gde su stenovite partije vrlo strme (težak pristup), sa dubokim jarugama (visoki potporni zidovi) i veoma otežanim izvršenjem radova zbog željezničke pruge, koja prolazi ispod puta (postojale su specijalne ekipe radnika za raščišćavanje pruge posle svakog miniranja, postavljene posebne telefonske linije i dr.).

Radovi u Sićevačkoj klisuri predstavljali su ogromne teškoće ne samo zbog velikih otkopa u steni (sl. 8), brojnih tunela, desetina hiljada kubnih metara zidova i velikog broja manjih objekata, već i zbog nemogućnosti transporta potrebnog građevinskog materijala (cement, pesak, kamen i dr.). Sem toga, ceo rad je, nažalost, obavljan ručno, bez ijednog kompresora i drugih mašina. Jednom rečju veoma primitivno i za ondašnje prilike. Pored toga, građevinsko preduzeće koje je izvodilo ove dve deonice prenelo je sve radove na veliki broj akordanata, čija su sredstva bila jako slaba (čak su pojedini radnici stanovali u zemunicama). Ovo naročito ističem, jer preduzeće koje je gradilo treću deonicu (od sela Dol-



Sl. 7. Ugrađivanje i valjanje sitnozrnog asfaltnog betona serijom valjaka na deonici Cele-Kula—Niška Banja



Sl. 8. Otkopi u steni u Sićevačkoj klisuri — ručnim putem

vršene korekcije nekoliko bujučnih potoka, kao i potporni zidovi pored željezničke pruge od željezničke stanice Sićevo do brane „Sićevo”. Obimni i vrlo teški radovi su bili između brane „Sićevo” i željezničke stanice Ostrovica (prvi deo prave klisure),



Sl. 9. Vibraciona mašina za nabijanje zemljanih nasipa i šljunkovitih slojeva na deonici Dolac—Bela Palanka

dobro snabdeveno u svakom pogledu (raspolagalo sa kompresovima, vibracionom mašinom — možda prvom u našoj zemlji — za nabijanje zemljanih nasipa sl. 9 većim brojem kamiona i dr.). Zbog svega ovoga, u Sicevačkoj klisuri se relativno malo napredovalo i uradilo.

IV. Deonica kroz selo Crvenu Reku i Belu Palanku

Kroz ova dva naselja, kao i sva naselja na međunarodnom putu od Subotice do Niša, izrađen je kolovozni zastor od sitne kocke. Elementi puta su vrlo povoljni, a sem toga na deonici kod Crvene Reke novom trasom izbegnuta su dva prelaza željezničke pruge u nivou. Sem toga, pogodnom visinom nasipa otklonjeno je plavljenje puta, koje je na postojećem putu bilo skoro svake godine.

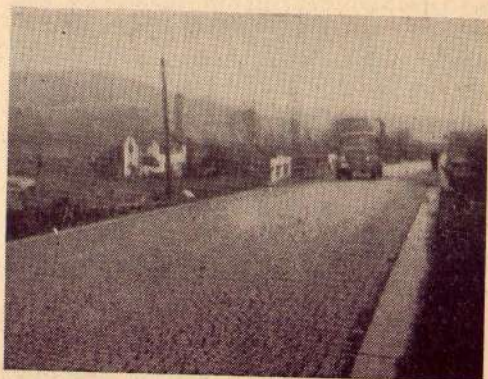
Specifičnost je u tome što su kroz Belu Palanku ivičnjaci izrađeni od dve kocke u betonu (prvi put u našoj zemlji), koji su se pokazali vrlo dobro kako u tehničkom tako i u

estetskom pogledu. Kroz Crvenu Reku ivična traka je od cementnog betona, tako da svojom belom bojom služi vozačima vrlo povoljno kao vodič, a naročito pri noćnoj vožnji i magli (sl. 10).

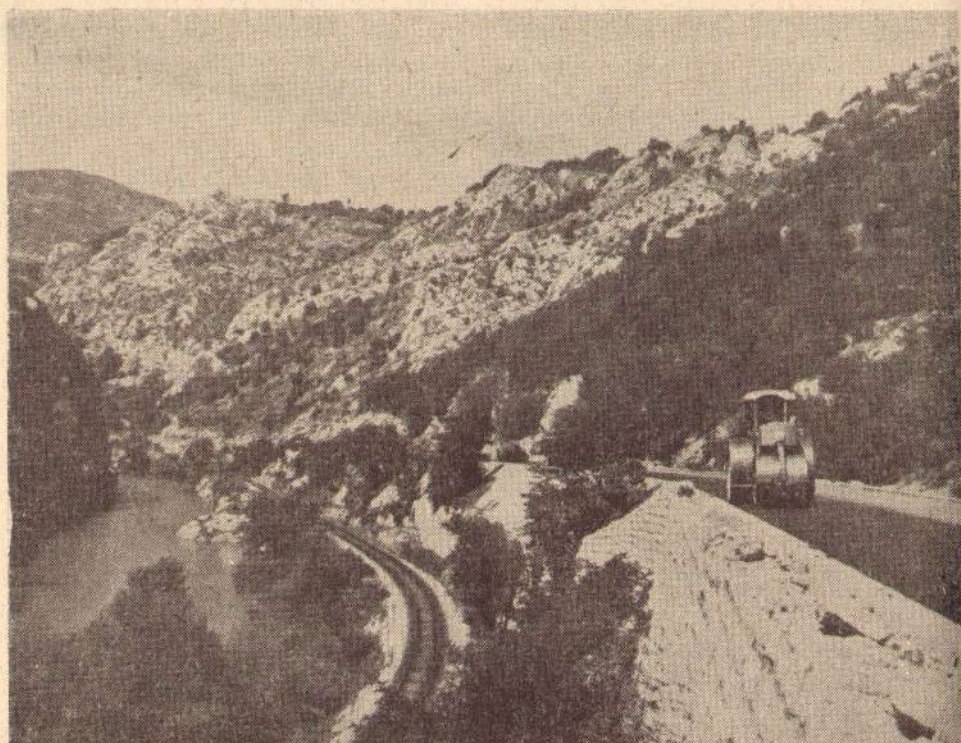
Inače, građenje kolovozne konstrukcije sa zastorom od sitne kocke vršeno je na isti način kao i na deonici kroz Niš. I na ovim deonicama zalivanje spojnica izvršeno je, nažalost, peskom.

V. Deonica ispred Bele Palanke sa zastorom od cementnog betona

Na ovoj deonici puta, dužine oko 4,3 km, izrađen je kolovozni zastor od cementnog betona. Trasa novog puta uglavnom se poklapa sa pravcem postojećeg puta, koji je, izuzev nekoliko poteza, imao povoljno pružanje. Međutim, pored ispravljanja nekoliko loših krivina, na celoj deonici je izrađen niski nasip, jer je postojeći put ležao u ravni njiva, usled čega je voda ležala u trapezastim jarkovima. Gornji sloj nasipa je bio izrađen od šljunkovitog materijala, koji je zajedno sa posebnim slojem od šljunkovitog materijala debljine 10 cm, predstavljao donju podlogu. Širina kolovoza je takođe 6,0 m, a



Sl. 10. Ivična traka od cementnog betona kod kolovoza sa zastorom od sitne kocke



Sl. 11. Prvi deo Sićevačke klisure, iznad brane „Sićevo“, put iznad železničke pruge

sem toga izrađene su i betonske ivične trake širine po 0,50 m.

Betonski kolovozni zastor je debljine 20 cm ($15 + 5$), sa uzdužnom pritisnutom spojnicom (građenje na polovini širine kolovoza) i poprečnim prostornim spoljnicama na rastojanju 10 m. Spajanje ploča u poprečnom i podužnom smislu izvršeno je ankerima i moždanicima po uobičajenim metodama.

Za donji sloj betona upotrebljen je šljunkoviti materijal iz Nišave u blizini gradilišta, a za gornji sloj agregat od eruptivnih stena. Na jednom delu i u gornjem sloju upotrebljen je šljunkoviti materijal iz Nišave. (Ovaj materijal je posebno pripreman, prepiran i drobljen). Ugrađivanje je izvršeno sa finišeom fabrike Vögele.

Građenje puta posle rata

Posle oslobođenja pristupilo se intenzivnom građenju deonice kroz Sićevačku klisuru, na kojim radovima je učestvovalo nekoliko stotina radnika. Socijalističko preduzeće pokazalo je mnogo više organizacionog smisla od predratnog privatnog preduzeća. Ono je raspolagalo sa kompresorima i drugim mašinama, izgradilo je nekoliko žičara i skela za transport građevinskog materijala preko Nišave, podiglo je potrebne radionice, izgradilo stanove i menze za radnike i dr. Radovi su veoma dobro napredovali. Tada je probijeno nekoliko tunela, izgrađen je veliki broj manjih objekata, zatim dva mosta preko Nišave otvora po 60 m (na jednom samo stubovi mosta), izgra-

deno je nekoliko hiljada kubnih metara potpornih i obložnih zidova i dr. Nažalost, radovi su bili prekinuti 1948. godine.

Tek 1963. godine radovi su nastavljeni na celoj dužini puta — od Kutinskog mosta (Niška Banja) sve do

granice kod Dimitrovgrada i saobraćaj je pušten krajem 1964. godine, dok će se završni radovi obaviti u ovoj, 1965. godini, tj. posle trideset godina od započetih radova.

Istačićemo neke podatke i detalje o završnom putu, koji će unekoliko



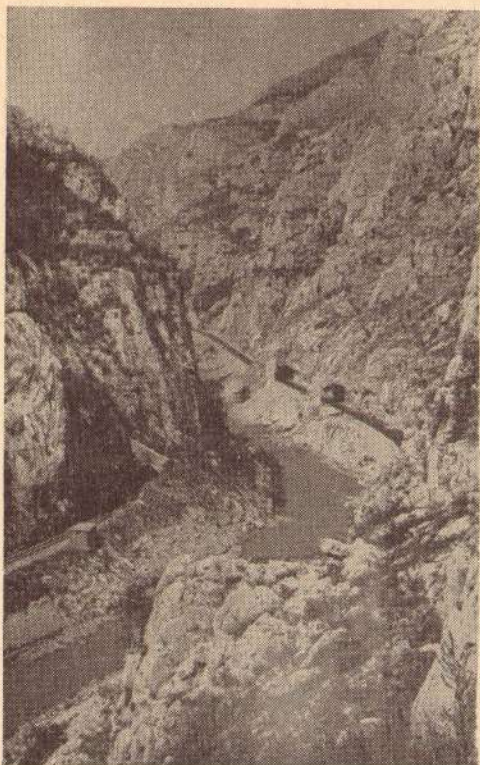
Sl. 12. Izvanredan pejzaž u Sićevačkoj klisuri, obimni radovi u steni

dati sliku o ovom vrlo značajnom i veoma interesantnom putu.

Na prvom mestu ukazujemo na veoma uspešnu koncepciju trase i nivele putu od Kutinskog mosta do početka nove trase kod Niške Banje, koja se bitno razlikuje od deonice Cele kula—Kutinski most. Put je podignut iznad ravni njiva, nema tragezastih jarkova duž puta, poveziva se sa novom trasom je blagom krivinom, širina kolovoza je 7,0 m i dr., što sve ovo nesumnjivo povećava

bezbednost saobraćaja, a sem toga deluje i vrlo lepo.

Sićevačka klisura je tek sada došla do svog punog izražaja, do isticanja svoje divljine, izvanredne lepote i privlačnosti (sl. 11 i 12). U njoj se smenjuju tuneli i otoren put pored bučne Nišave (sl. 13), galerije deluju divlje, snažno i stravično (sl. 14), visoki zidovi (sl. 15 i 16), monumentalno, a otvori u tunelima vrlo privlačno (sl. 17), put se stalno povija blagim krivinama i uklapa u pejzaž, što sve ostavlja izvanredan utisak i ne-



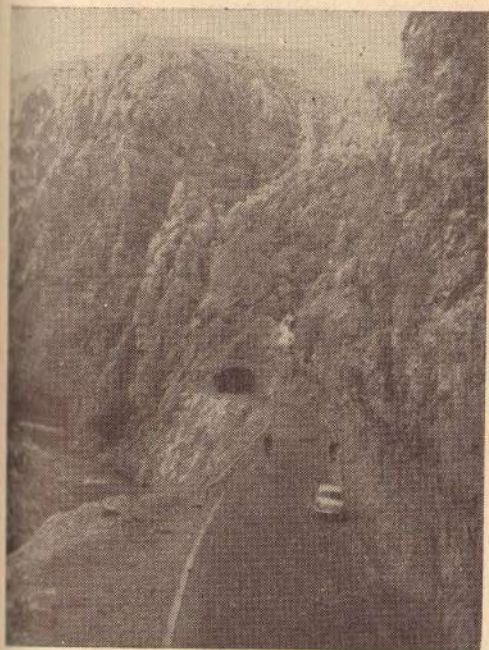
zaboravan doživljaj na svakog putnika. Nesumnjivo je ovo jedan od najljepših ako ne i najljepši put u našoj zemlji. Kada se završi oblikovanje svih radova (portali na svim tunelima — sl. 18 i 19, ograde, proširenje za parkiranje i dr.), zasadi cveće u bermama, spuste divlje raznobojne puzavice po obližnjim zidovima, izrade stepenice do Nišave i dr., skoro svaki putnik će zastati da se odmori i divi izvanrednoj prirodi i velikom delu naših radnika i stručnjaka.

Svakako treba nešto reći i o našem tehničkom napretku pri građenju kroz Sićevačku klisuru. Tako, na primer, dok smo pre rata u zasecima (sl. 20) i tunelima bušenje obavljali ručnim putem, prvih dana posle oslobođenja sa po jednim ili dva pneumatička pištolja (sl. 21), sada smo tunele bušili u celom profilu (sl. 22) sa

Sl. 13 Smenjivanje tunela i otvorenog puta u Sićevačkoj klisuri

Sl. 14. Velike, stravične i interesantne galerije u Sićevačkoj klisuri





Sl. 15. Jedan od lepих pejsaža u Sićevačkoj klisuri i detalj čelične elastične ograde na zidovima

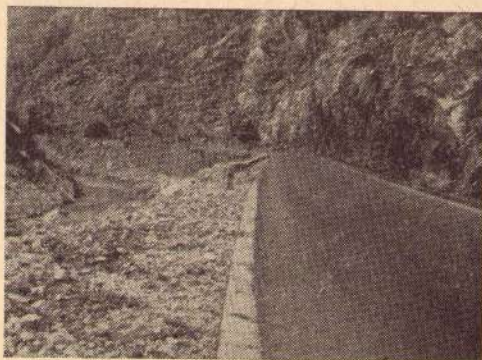
po nekoliko pištolja na posebnim platformama — neka vrsta „džemba”. Zatim, pre rata transport materijala iz tunela i zaseka vršili smo kolici-ma, dekoviljskim kolosekom sa ljudskom vučom, posle oslobođenja konjskom vučom, a sada sa kamionima, damperima ili buldožerima. Pre rata utovar ručni. mukotrpan, a sada pomoću snažnih mehaničkih utovarača itd.

O ukrštanju puta sa železničkom prugom kod sela Dolca dugo se raspravljalo i pre rata i sada, da li prolaz da bude ispod ili iznad pruge. Realizovana koncepcija sa prolazom ispod pruge jasno pokazuje da je to mnogo bolje, usklađenije i ekonomičnije rešenje, nego što bi bilo iznad železničke pruge.

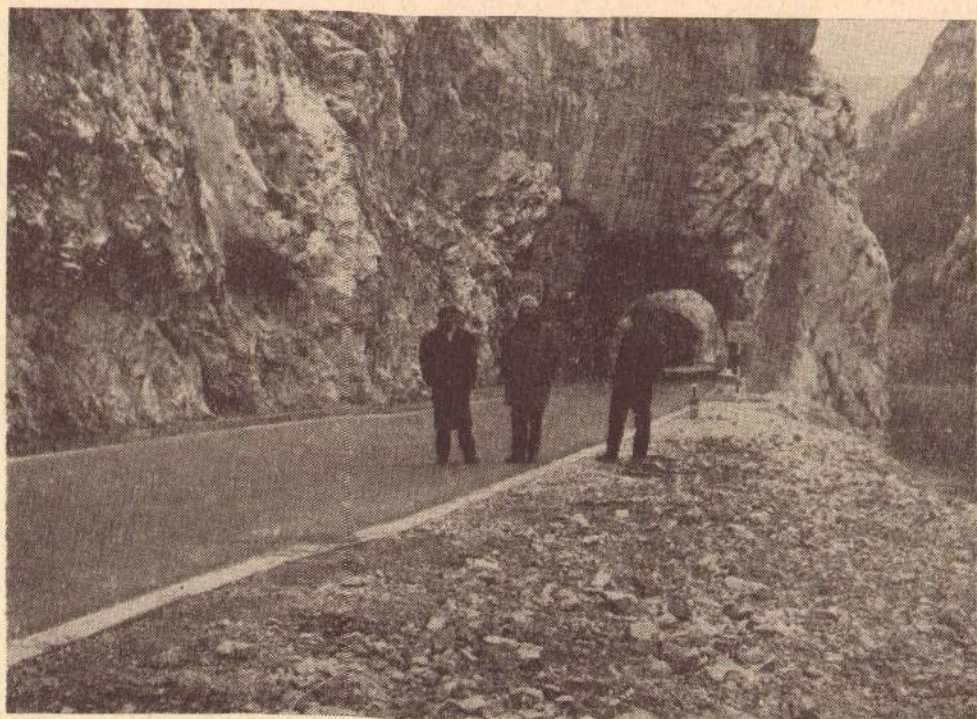
Deonica od Bele Palanke do Pirota izrađena je, nažalost, po postoje-

ćem putu, što je nesumnjivo velika greška. O lošim elementima te deonice govoreno je ranije, pa smo uvereni da se mora brzo pristupiti gradnji puta u dolini Nišave, kako je to predviđeno još pre trideset godina.

Od Pirota do Sukova put je izrađen, kao što smo istakli, po pravcu postojećeg puta koji je u idealnoj pravoj u dužini od 11 km. Nesumnjivo je da bi rešenje sa novom trasom levo od postojećeg puta (koja bi se sastojala od blagih krivina) bilo bolje u svakom pogledu (tehničkom, saobraćajnom i ekonomskom, a pogotovu u estetskom pogledu), dok bi postojeći put ostao za lokalni saobraćaj. Jednog dana bićemo primorani da na ovom potezu gradimo poseban put za lokalni saobraćaj, pošto će novoizgrađeni put sigurno služiti samo za motorni saobraćaj. Inače, novi put je izrađen sa niveletom iznad ravni njiva, bez trapezastih jarkova duž puta (koji su postojali na starom putu) i sa blagim kosinama nasipa. Šteta je što u ovom skoro idealno ravnom terenu, nije usvojena širina kolovoza 7,0 m, već 6,0 m kao u Sićevačkoj klisuri. Ivične trake širine po 0,25 m nesumnji-



Sl. 16. Interesantna deonica sa visokim potpornim zidovima i jednim tunelom



Sl. 17. Izvanredno interesantan pogled na tri tunela u klisuri

vo nešto smanjuju ovaj nedostatak (sl. 23).

Od Sukovskog mosta, čija je koncepcija vrlo originalna (prelazi reku i železnički most na istom mestu, tj. most iznad mosta — sl. 24), put je demilično izgrađen po postojećem putu, a delimično po novoj trasi kojom su izbegnuta četiri ukrštanja sa železničkom prugom. Nova trasa oblikovana je po savremenim principima, no i na postojećem putu izvršeno je znatno poboljšanje, počev od nivelete, pa do eliminisanja oštih i nepreglednih krivina.

Prolaz kroz Dimitrovgrad odnosno po njegovoj periferiji je veoma uspešno rešenje. Sa novog puta je omogućen izvanredan pogled na veoma interesantan pejzaž. Zbog nekoliko zgrada, nažalost, elementi trase (kri-

vine i uzdužni profil) su pri silazu iz Dimitrovgrada nešto nepovoljniji. Novom trasom odnosno poboljšanjem nivelete na postojećem putu, nova i vrlo lepa zgrada naše carinarnice došla je do punog izražaja (sl. 25). Svakako treba istaći da je uporedo sa građenjem puta izgrađen i motel u Dimitrovgradu, koji je nesumnjivo jedan od najlepših u našoj zemlji. Kada se izgrade potrebni parking prostori, ovo će biti nesumnjivo jedan od najposećenijih motela.

Sadašnje stanje kolovoza izrađenih pre rata.

Srećna je okolnost što su na putu Niš—Bela Palanka izgrađene sve važnije vrste savremenih kolovoznih zastora, tako da se sada, skoro posle trideset godina, može kritički razmo-



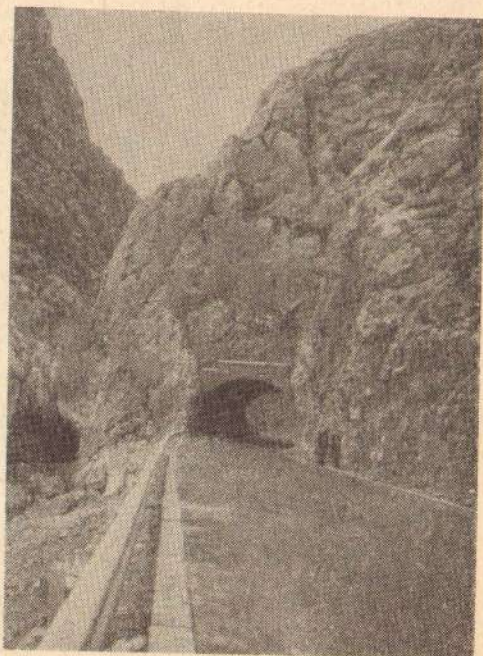
Sl. 18. Tunel bez portala, predstavlja nedovršen objekat

triti njihovo stanje i doneti izvesni zaključci.

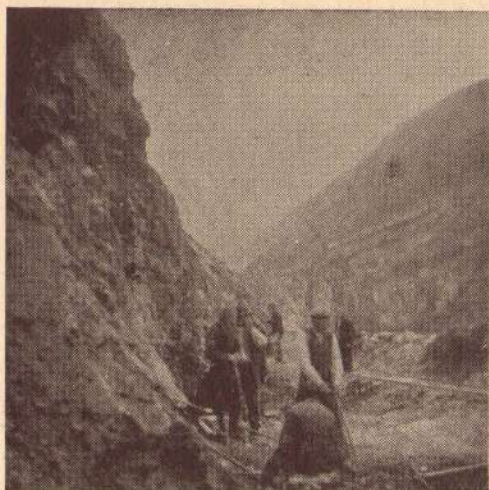
Asfaltni kolovozni zastor na putu Čele kula—Kutinski most (Niška Banja) veoma je različitog stanja. Treba odmah istaći, da je kolovozna konstrukcija na ovom putu projektovana i izgrađena za nesavršeno manji saobraćaj od onog koji danas postoji, a pogotovu od onog koji će biti kroz nekoliko godina. Stanje kolovoza do momenta uvođenja javnog autobusnog saobraćaja između Niša i Niške Banje, bilo je uglavnom dobro, mada su se po ovom putu u toku rata povremeno kretala teška vojna motorna vozila, pa i tenkovi. Sem toga, vrlo je intenzivan autobuski saobraćaj do

RR zavoda, dok se iz dana u dan povećava prolaz teških bugarskih hladnjača. Tranzitni saobraćaj će naročito porasti zbog završetka celog ovog puta do bugarske granice.

Na pojedinim kraćim i dužim potezima kolovozna konstrukcija je deformisana, asfaltni zastor je jako isprskao i ispucao, sa vrlo širokim pukotinama koje svakako idu kroz ceo asfaltni zastor. Ove deformacije kolovoza odnosno asfaltnog zastora naročito su izražene na nižim mestima, gde voda leži u jarkovima (uzdužni nagib jarkova čak i $0,1\%$). Iz jarkova voda svakako natapa i raskvašava trup puta, odnosno izaziva njegovo sleganje i deformacije kolovozne konstrukcije. Jasno se zapaža da se deformacije i pukotine u asfaltnom zastoru povećavaju iz godine u godinu. Istina, asfaltni zastor je postao i vrlo krt (posle skoro trideset godina),



Sl. 19. Portal na jednom tunelu

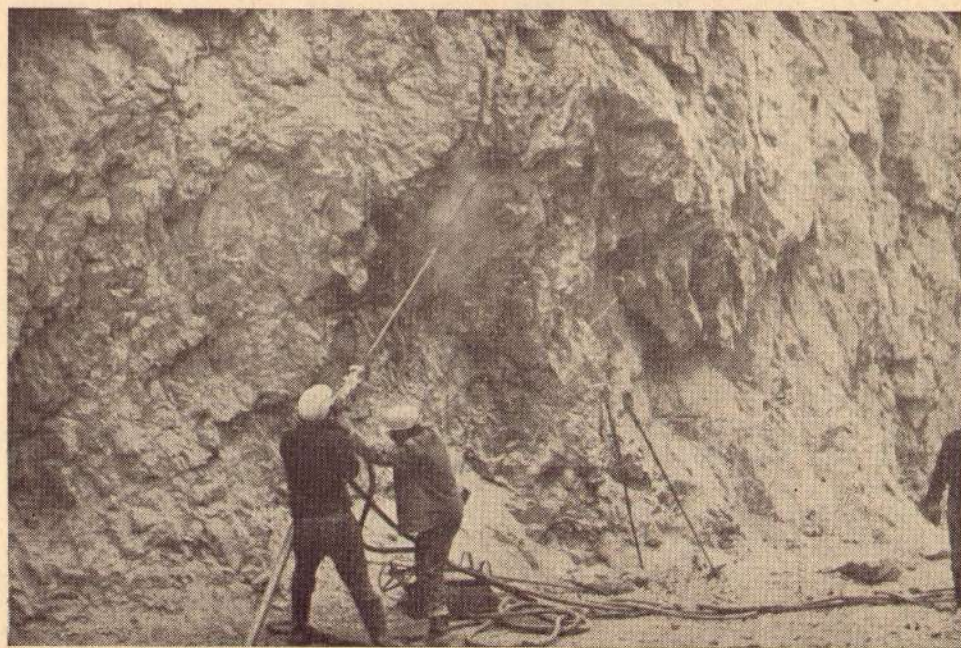


Sl. 20. Bušenje stene pre rata ručnim putem

pošto su iz njega isparila ulja, tako da se i zbog toga, u izvesnoj meri,

pojavljuju mrežaste naprsline i pukotine. Nesumnjivo da deformacije najviše dolaze zbog nedovoljne debljine podloge (svega 26 cm i bez tamponskog sloja), koja ni približno ne odgovara današnjem saobraćaju od nekoliko hiljada bruto tona na dan.

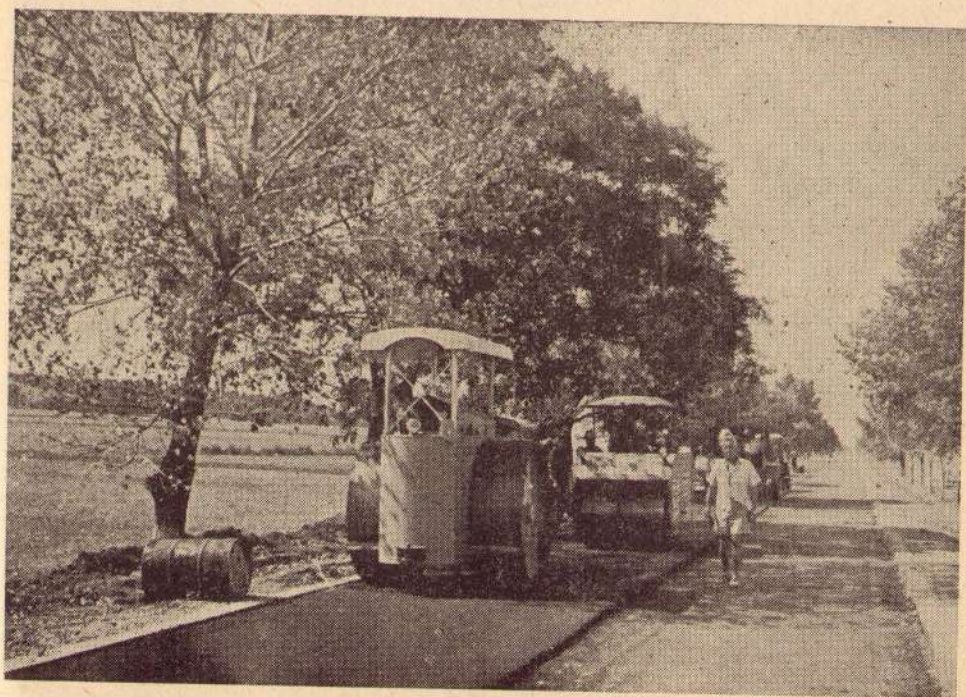
Mestimično na kolovozu i asfaltom zastoru nema nikakvih deformacija. Po pravilu to su mesta gde je put na višem terenu ili na nasipima kod propusta, tj. na mestima gde ne postoji nepovoljan uticaj atmosferske vode i dejstva mraza (sl. 26). Ovo jasno pokazuje da u izvesnim slučajevima i manja debljina kolovozne konstrukcije može da primi i vrlo veliko saobraćajno opterećenje, kada je izvršeno dobro odvodnjavanje. Razume se, još bolji rezultati se postižu ako je ugrađen i zaštitni sloj protiv štetnog dejstva mraza, koji je ponegde u izvesnoj formi izveden na o-



Sl. 21. Bušenje pomoću dugačkih bušera na specijalnom postolju



Sl. 22. Bušenje tunela u steni u punom profilu sa našim „džembom“



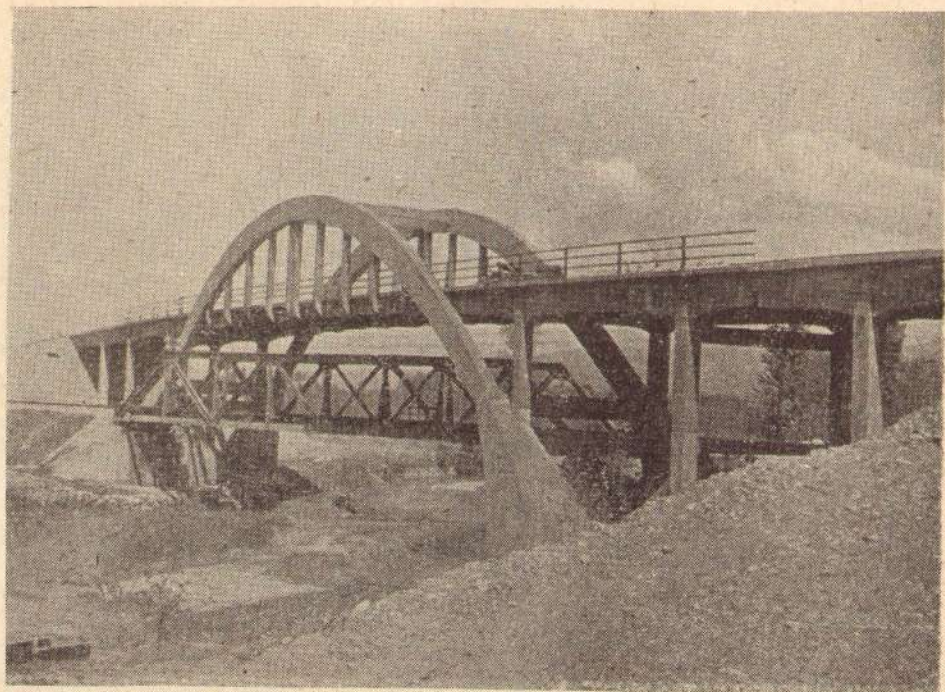
Sl. 23. Asfaltni radovi na deonici Pirod—Sukovo (koji je u pravoj), niveleta iznad ravni njiva, blage kosine nasipa, ivične trake od cementnog betona

vom putu (za popravku nivelete i za završne slojeve na nasipima upotrebljen je raskopani tucanik i šljunak).

Deformacije i oštećenja asfalta skoro po pravilu postoje u blizini ivičnjaka, pri čemu su katkada ova oštećenja vrlo velika. Izvesna se pojavljuju i posle opravki - krpljenja asfaltnog zastora. Ovo je nastupilo iz dva razloga. Prvo, na krajevima kolovoza vršeno je proširenje postojećeg kolovoza, gde je nabijanje pojedinih slojeva kolovozne konstrukcije manje efikasno i drugo, asfaltni zastor često je ugrađen u ravni ivičnjaka, pa čak i ispod ove ravni, umesto da je iznad za 0,5 do 1 sm. Razume se, na ovakvim mestima voda leži na asfaltu i izaziva njegove deformacije i razaranje. Danas je na nekim mestima asfalt pored ivičnjaka niži čak i za

2 sm, te se, prema tome, ne treba čuditi oštećenjima na ovim mestima.

Cementno betonski kolovozni zastor ispred Bele Palanke uglavnom je u vrlo dobrom stanju. Uopšte ne postoje nikakve denivelacije kolovoza, niti se na površini kolovoza zapažaju neke veće neravnine. Postoji dosta poprečnih naprslina i pukotina na pločama, koje su, kao što znamo, opšta još nedovoljna ispitana pojava kod cementno-betonskog zastora. One su skoro po pravilu na sredini ploče (ploče su dužine po 10 m). Do pre nekoliko godina imalo je po desetak ploča jedna do druge bez pukotine, dok ih danas ima najviše po dve do tri, a izuzetno po 5—6 ploča, što je znak da se povećao broj naprslina i pukotina. Pukotine su uglavnom na



Sl. 24. Armirano betonski most u selu Sukovu preko reke Jerme i iznad čeličnog železničkog mosta



Sl. 25. Pogled na novu carinarnicu kod Dimitrovgrada

celoj širini ploče (sl. 27), a izuzetno im je dužina po 1,0 do 2,0 m. Mestimično postoje i podužne naprsline i pukotine, kao i pukotine na uglovima ploča u sredini kolovoza. Interesantno je istaći da broj naprslih ploča od šljunkovitog materijala uglavnom nije veći od broja naprslih ploča od eruptivnog agregata.

Međutim, kako se održavanje spojnice i pukotina vrši blagovremeno i brižljivo, sigurno je da će trajnost ovog kolovoza biti još dosta duga i pored toga što će se na ovom putu povećavati saobraćaj iz godine u godinu.

Kolovozni zastor od sitne kocke. Stanje ovog kolovoznog zastora veoma je različito ne samo na pojedinim deonicama već i na pojedinim potezima iste deonice.

Tako, na primer, na deonici Crveni Krst - Niš - Cele Kula, postoje izrazite razlike u pogledu kvaliteta kolo-

voza na pojedinim delovima. Na delu od Crvenog Krsta do gradske pijace kolovoz je jako deformisan, postoje izrazite neravnine, veliki talasi i udarne rupe. Ovde je veoma intenzivan teretni motorni saobraćaj zbog poznate industrijske zone, a takođe je jak i zaprežni saobraćaj, naročito pazarnim danima u Nišu. Sem toga, pri rekonstrukciji profila ove ulice (naknadno izrađeni trotoari i biciklističke staze), nije uopšte rešeno odvodnjavanje, tako da voda leži na kolovozu odnosno prodire do trupa puta, raskvašava ga i izaziva deformacije kolovoza.

Potez kroz sam grad Niš nešto je u boljem stanju, jer je saobraćaj znatno manji. No, i tamo ima mestimično većih deformacija, a naročito na mestima gde su naknadno vršena raskopavanja kolovoza zbog novih vodovodnih i kanalizacionih priključaka. Međutim, potez od gradske bol-



Sl. 26. Izgled dobrog stanja asfaltnog zastora na deonici Čele-Kula—Niška Banja



Sl. 27. Izgled betonskog kolovoznog zastora sa poprečnim pukotinama ispred Bele Palanke



Sl. 28. Dobro stanje kolovoza sa zastorom od sitne kocke u Beloj Palanci

nice do Čele Kule, gde je nešto manji javni gradski saobraćaj, gde nema čestih prekopavanja ulice i gde su češći slivnici, stanje kolovoza je znatno bolje.

Na deonicama kroz selo Crvenu Reku i Belu Palanku stanje kolovoza uglavnom je dobro (sl. 28), što je i razumljivo, jer je saobraćaj relativno mali. Sem toga, u Beloj Palanci i trup puta je od boljeg materijala. Istina, na deonicama tu i tamo ima manjih i većih deformacija, koje su svakako posledica raskvašivanja trupa puta (kocka nije nigde zalivana asfaltnom masom). Takođe je kocka pored ivičnjaka ili ivičnih traka mestimično ispod njihove ravni, tj. bilo je nedovoljno nadvišenje prilikom ugrađivanja kocke. Trebalo bi, izgleda, da pri jakom zaprežnom saobraćaju, bude čak oko 1,5 pa i 2 cm.

Zaključak

1) Put Niš-Pirot-Bugarska granica projektovan je pre trideset godina po koncepcijama i sa elementima kojima se i danas ne mogu staviti neke veće zamerke. Tada projektovati put sa elementima za računsku brzinu oko 95 km/h ($R_{min} = 300$ m, a izuzetno $R = 250$ m, uzdužni nagib $t_{max} = 2\%$ i dr.), napustiti skoro u celini postojeći put (koji je ipak predstavljao izvesnu vrednost), projektovati u dolini Nišave bezbroj tunela (koji su dotada bili retkost na putevima) itd. itd., predstavljalo je ne samo smelo rešenje, već i veliku dalekovidost naših stručnjaka u pogledu razvoja motornog saobraćaja na putevima. Posebno je bila naša velika dalekovidost u pogledu uticaja puteva na razvoj domaćeg i inostranog turizma, jer put u dolini Nišave a

naročito Sićevačka klisura predstavljaće izvanrednu turističku atrakciju.

Zbog toga je neshvatljiva, nerazumljiva i pogrešna odluka što smo u današnjem periodu razvoja nauke u građenju puteva, izvršili modernizaciju kolovoza na postojećem putu od Bele Palanke do Pirota. Jer postojeći put po svojim elementima ne dolazi u obzir ni za neki bolji sreski put, a pogotovu niukom slučaju za

međunarodni put, London-Beograd-Istambul, koji je jedan od najvažnijih puteva u mreži međunarodnih puteva.

Smatramo da bi najhitnije trebalo pristupiti građenju novog puta dolinom Nišave i to kako zbog intenziteta saobraćaja na ovom putu i bezbednosti saobraćaja (sl. 29), tako i zbog ugleda i moralne obaveze naše zemlje da što pre izgradimo svoje



Sl. 29. Žrtve „krivine smrti“ na postojećem putu Bela Palanka—Piroto

međunarodne puteve po odgovarajućim - utvrđenim eksploatacionim i tehničkim elementima.

2) Kolovozna konstrukcija sa zastorom od asfalta na deonici Cele Kula - Kutinski most ipak se, s obzirom na svoju malu debljinu, bez zaštitnog šljunčanog sloja i sa znatno većim saobraćajem, prilično održala, tj. posle skoro trideset godina nekako se odvija saobraćaj po njoj. Međutim, da se nismo držali zadatka za koriš-

ćenje postojećeg puta (niska niveleta, trapezasti jarkovi, slabo odvodnjavanje i dr.) i da smo primenili zaštitu protiv štetnog dejstva mraza a samim tim i pojačali konstrukciju, ova bi kolovozna konstrukcija a naročito podloga služila vrlo dobro još desetine godina.

Da ne bi došlo do daljih deformacija, razaranja i potpunog propadanja kolovozne konstrukcije, neophodno je potrebno da se ista što pre pojača

novim asfaltnim slojevima, sa prethodnim popravkama - lečenjem jako oštećenih mesta.

3) Cementno betonski zastor na ovom putu pokazao se, pored svojih opšte poznatih nedostataka (brojne spojnice i pojava pukotina), kao vrlo dobar, te bi ga trebalo i dalje primenjivati. Šira primena ovog zastora trebalo bi da bude i zbog opremljenosti naših preduzeća sa najsavremenijom mehanizacijom za izradu ovog zastora. Kada jednog dana budemo upotrebljavali armaturu i specijalne dodatke za izazivanje vazdušnih pora, znatno će se smanjiti nedostaci ovog zastora, odnosno nesumnjivo će se povećati njegov kvalitet.

4) Kolovoz sa zastorom od sitne kocke svakako ne bi trebalo više primenjivati u gradovima i naseljima, a pogotovu u onim gde se odvija i zaprežni saobraćaj (saobraćajna buka). Sem toga, bezuslovno bi trebalo primenjivati zaštitni sloj od peskovito-šljunkovitog materijala, kojim se istovremeno povećava i debljina kolovozne konstrukcije. Takođe bi po pravilu trebalo i na otvorenom putu, a pogotovu u naseljima, spojnice zalivati asfaltnom masom. Ovo je s jedne strane neophodno potrebno u cilju zaštite trupa puta od atmosferske vode, a s druge strane zbog higijenskih uslova. Kocka zalivana peskom ustvari ne predstavlja savremeni kolovozni zastor.

Prof. dipl. ing. Miroslav MARKOVIĆ

Iskustva sa probne deonice kod Pančeva

Uvod

Radovi na modernizaciji osnovnih pravaca putne mreže u godinama pre rata predstavljali su prvi ozbiljniji zahvat u toj oblasti. Sopstvena iskustva tada nismo imali, ili ih nismo imali u dovoljnoj meri, te smo uglavnom primenjivali preporuke i propise drugih zemalja. Specifičnosti naših potreba, našeg saobraćaja i ostalih lokalnih i drugih uslova uzimani su u obzir u granicama mogućnosti i oskudnih podataka koji su o tome stajali na raspolaganju projektantima i izvođačima. Mali obim radova na putevima nije opravdavao, niti zahtevao, neke ozbiljnije mere u pogledu sticanja sopstvenih iskustava sve do 1936. godine. Te godine je zaključen milijardski zajam za javne radove i time su stvoreni izgledi za intenzivniji rad na putnoj mreži. Zbog toga je Ministarstvo građevina odlučilo 1939. god. da pristupi izradi probnih deonica za sve tada primenjivane kolovozne zastore sa silikatnim i ugljovodničnim vezivom, uglavnom sa cementom i bitumenom.

Ove probne deonice, izrađene u kontinuitetu na istom putu i pod istim lokalnim uslovima u pogledu klime, strukture saobraćaja, geološko-hidroloških uslova i sl., trebalo je da omoguće sticanje naših sopstvenih

iskustava po sledećim bitnim pitanjima:

— mogućnost primene jeftinijeg kamenog agregata, odnosno mogućnost zamene relativno skupog eruptivnog agregata sa drobljenim krečnjakom ili sa rečnim šljunkom;

— optimalni granulometrijski sastav mineralnih mešavina za slučaj primene krečnjaka i šljunka;

— kvalitet i trajnost raznih zastora od tih materijala pod saobraćajem koji se kod nas može smatrati merodavnim, po strukturi i intenzitetu;

— mogućnost primene izvesnih specijalnih konstrukcija, po raznim patentima;

— ekonomska opravdanost primene pojedinih zastora u određenim uslovima od uticaja na izvor vrste i dimenzije zastora.

Prilikom izbora mesta za izradu probnih deonica vodilo se računa:

— da deonica bude na putu na kome saobraćaj po svome intenzitetu, strukturi i uslovima za dalji razvoj najpribližnije odgovara našim prosečnim uslovima; i

— da deonica bude u blizini Beograda, kako bi se olakšalo praćenje rezultata i osmatranje saobraćaja, njegove strukture i porasta tokom narednih godina; osmatranje kvaliteta zastora i svih promena koje se pod saobraćajem budu javile ulazilo

je takođe u stalan zadatak određene službe.

Usvojeno je da se probna deonica radi na putu Pančevo - Vršac, odmah po izlasku iz Pančeva, odnosno po prelazu železničke pruge. Na tome prilazu Pančevu vladao je prilično intenzivan saobraćaj, mešovite strukture, sa malim učešćem lakih motornih vozila, a znatnim učešćem zaprežnih kola i teretnog saobraćaja. Podaci o intenzitetu i strukturi saobraćaja nisu bili potpuni niti dobro sređeni, ali je u planu bilo da se po završetku deonice pristupi sistematskom i svestranom praćenju saobraćaja. Nažalost to nije moglo biti sprovedeno zbog rata koji je izbio u Evropi odmah po završetku probne deonice.

Program rada

U programu izrade probnih deonica bilo je predviđeno da se prvo izrade probne deonice sa cementom kao vezivom, a u drugoj fazi, u nastavku istih, da se izrade zatim deonice sa raznim ugljovodoničnim zastorima. Ovakva odluka doneta je zbog toga, što sa izradom betonskih kolovoza nismo imali skoro nikakvih iskustava, a zatim i zbog tadašnjeg nastojanja da se forsira primena cementa sa kojim smo raspolagali u zemlji. Za bitumen smo bili upućeni potpuno na uvoz.

Treba naglasiti da je u to vreme vladala oštra borba između cementne industrije i industrije bitumena u pogledu celishodnosti jednog i drugog veziva. Težilo se osvajanju tržišta, poglavito od strane cementne industrije, koja je u građenju nemačkih autoputeva videla izvanrednu priliku da i u drugim zemljama zauzme bolje pozicije za primenu na putevima. Do tada su ugljovodonična veziva (bitumen i katran) uglavnom (sko-

ro isključivo) bila primenjivana pri modernizaciji kolovoza. Kod nas je takođe vladalo mišljenje da se ne isplati primena cementa za modernizaciju **postojećih puteva**, već samo pri eventualnom građenju novih pravaca na kojima se očekuje težak i vrlo težak saobraćaj. Ovo uglavnom iz razloga ekonomije: betonski kolovoz je dovoljno otporan i ima dovoljnu nosivost te ne zahteva poseban noseći sloj (podlogu); neracionalno je, prema tome, graditi ga tamo gde postoji već stabilizovana stara kolovozna konstrukcija, koja se može iskoristiti kao podloga za neki od savremenih ugljovodoničnih zastora. Pošto se u to vreme nije mislilo na neka nova građenja većeg obima, Savez jugoslovenske industrije cementa je nastojao da putem ovih probnih deonica dokaže i mogućnost ekonomične primene betonskih kolovoza i za modernizaciju postojećih pravaca za lak i za srednje težak saobraćaj. Zbog toga je Savez stavio Ministarstvu građevina 1939. godine besplatno na raspolaganje celokupnu količinu cementa iz fabrike Beočin potrebnu za izradu probnih deonica, pod uslovom da se program opita sastavi u sporazumu sa predstavnicima te industrije. Sporazumno je usvojeno da se izrade probne deonice dužine svaka po 150 m, sa sledećim konstrukcijama:

- 1) kolovoz od cementnog betona debljine 15 cm od **moravskog** šljunka;
- 2) kolovoz od cementnog betona debljine 15 cm od **drinskog** šljunka;
- 3) kolovoz od cementnog betona debljine 15 cm od **savskog** šljunka;
- 4) kolovoz od cementnog betona debljine 15 cm od **drobljenog** krečnjaka;
- 5) kolovoz od cementnog makadama po patentu ing. Sule;

6) kolovoz od lomljenog kamena u betonu, debljine 20 cm, tzv. **konkrelit**;

7) kolovoz od sitne kocke u betonu, debljine 10 cm, tzv. sistem **kotluk**;

8) kolovoz od cementnog makadama po cendvič-sistemu;

9) kolovoz od betonskih blokova $20 \times 20 \times 15$ cm po patentu ing. Nikolajev-ing. Zozulin.

10) kolovoz od betonskih ploča debljine 12 cm, površine 1 do 3 m², vibriranih na licu mesta.

Ukupna dužina svih probnih deonica je $10 \times 150 = 1500$ m.

Postojeći put Pančevo — Vršac na delu ove deonice (od km 19 + 460 do km 21 + 960) imao je širinu kolovoza koja je varirala od 4,5 do 5,0 m; niveleta je bila pretežno u ravni terena, a podzemna voda nalazila se relativno duboko (varirala je od 4 do 4,5 m ispod površine terena). Sastav zemljišta je ilovača i glina. Odvodnjavanje je vrlo otežano, te je kopan poseban odvodni kanal ka obližnjoj reci.

Izabrana deonica puta je na pravcu; izmena trase nije bila potrebna, već samo izmena nivelete, dodavanjem novog sloja tucanika (za izravnanje), ili skidanjem jačih grbina zajedno sa celom konstrukcijom, te zamenom novom podlogom i tucaničkim slojem. Podloga je bila od lomljenog kamena (Vršačkog gnajsa, zelene boje, jače cepljivosti), debljine između 20 i 30 cm, sa oivičenjem od istog kamena, većih dimenzija; tucanički zastor je od dobrih krečnjaka, sa debljinom sloja koja je varirala oko 10 cm, a mestimično i znatno više (čak i do 25 cm u lokalnim partijama). Nova podloga je rađena samo na dva mesta, od km 20 + 080 do km 20 + 250 i od km 20 + 654,5 do km 20 + 689,9. Na svim ostalim delovima rađeno je proširenje podloge i to obostrano, s obzirom da je zadržan dvostrani nagib kolovoza. Za

proširenje podloge je upotrebljen lomljen kamen i drobljen tucanik iz kamenoloma „Rakovica“, sa jačinom na pritisak u suvom stanju od 1970 kg/cm² i vrlo malim habanjem od 9,90 cm³/50 cm². Veza između stare i nove podloge obezbeđena je delimičnim skidanjem ivičnog kamena stare podloge. Ukupna širina podloge je 6,0 m — kolika je i predviđena širina kolovoza.

Osnovni podaci iz elaborata

Širina kolovoza je usvojena 6,0 m, sa dvostranim poprečnim nagibom, kao što je napred već pomenuto. Predviđene su i obostrane ivične trake širine 0,50 m od crno-obojenog betona (dodavanjem gvođenog oksida). Ivične trake nisu ankerovane za kolovoznu konstrukciju.

Elaborat je izrađen u Ministarstvu građevina, a radove je izvodilo tehničko preduzeće Ing Jakova Kozinskog, koje je raspolagalo odgovarajućom mehanizacijom za betonske kolovoze, pošto je izvodilo i radove na VII i VIII deonici međunarodnog puta Beograd—Novi Sad—Subotica gde je takođe rađen betonski kolovoz. Radovi su se izvodili pod nadzorom IV Terenske tehničke sekcije, u Pančevu, u vremenu od 1 marta do kraja jula 1939. godine, ne računajući završne radove, koji su rađeni u avgustu i septembru. U toku radova vođen je veoma detaljan dnevnik rada o svemu što bi moglo biti od uticaja na kvalitet i trajnost kolovoza (uslovi rada svakakoga dana, vremenske prilike, preciznost doziranja, ispravnost funkcionisanja mašina i svih uređaja na njima, individualni faktor radnika i greške koje su konstatovane u toku rada i ts.).

Elaboratom je, na osnovu prethodnih proba, utvrđen sastav mešavine za pojedine deonice sa betonskim

kolovozom, ali je ovaj sastav pre početka rada unekoliko izmenjen na predlog nadzora. U toku radova na betoniranju strogo je kontrolisano održavanje propisane mešavine, ispitivanjima u posebnoj terenskoj laboratoriji; rad je vršen tačno po važećim propisima za određene vrste radova, a svako odstupanje od istih konstatovano je posebno u dnevniku.

Kolovozi od cementnog betona sa šljunkom

Za sve tri vrste rečnog šljunka granulometrijski sastav je u osnovi isti, sa malim varijacijama u procentualnoj zastupljenosti pojedinih frakcija. Prosejavanje šljunka je vršeno u tri frakcije, a mešavini je dodavano u sva tri slučaja po 2% dunavskog peska, radi bolje zatvorenosti i obradljivosti betona.

O granulometrijskom sastavu mineralne mešavine daje podatke sledeća tabela:

Frakcija: mm	Zastupljenost u % suve težine mineralne mase: kod šljunka:		
	moravskog	drinskog	savskog
0 — 1 (dunavski pesak)	2	2	2
0 — 7	38	36	39
7 — 15	22	17	20
15 — 35	38	45	39
Svega:	100	100	100

Za sve tri vrste materijala usvojena je linija granulometrijskog sastava koja se više približava donjoj graničnoj liniji, naročito u području prupnoća od 3 do 7 mm. Prosejavanje je vršeno vibracionim sitom.

Savski žljunak je bagerovan kod utoka Bosne, kod Bosanskog Šamca, a drinski šljunak kod Bosanske Rače. U moravskom i savskom šljunku bilo je u najkrupnijoj frakciji dosta stranih tela (otpadaka od cigli, zgrudvanog blata i sl.), dok je drinski šljunak bio bez tih otpadaka. Prilikom prosejavanja ručno su otklanjane strana tela, a kontrolisano je to i pri doziranju. Muljevitih sastojaka je bilo najviše u moravskom šljunku (oko 1,2%), a u drinskom i savskom manje (ispod 0,9%).

Pošto u drinskom šljunku nije bilo dovoljno delova krupnoće preko 15

mm (frakcija 15—35 mm), to je kao podvarijanta ispitana na dužini od $5 \times 10 = 50$ m i mešavina drinskog šljunka sa drobljenim krečnjakom krupnoće 30—40 mm, pri čemu je ova frakcija drobljenog krečnjaka zamenila u potpunosti frakciju 15 do 35 mm drinskog šljunka i to u istom procentu (45%). Ta podvarijanta je, dakle, pokazivala diskontinualnu granulometriju, jer nije bila zastupljena krupnoća 15—30 mm. Ova proba je izvršena da bi se izbeglo odbacivanje suvišnih količina sitnijih frakcija u drinskom šljunku, odnosno da bi se nabavljene količine šljunka što potpunije iskoristile u mešavini.

Količina cementa je određena prethodnim ogledima i iznosila je 300 kg/m³ gotovog betona; vodocementni faktor je održavan između 0,48 i 0,50. Mešanje betona je vršeno u pokret-

noj mešalici kapaciteta 500 l, sa konzolom i košem za izručivanje betonske mase na određeno mesto. Nabijanje betona je vršeno finišerom „Dingler“ na celoj širini i to u dva sloja ukupne debljine 15 cm u nabijenom stanju. Finišer je opremljen teškom profilisanom talpom za nabijanje na celoj širini, ali je ipak vršeno dopunsko nabijanje ivičnog pojasa lakim pločastim vibratorom. Završna obrada betona je vršena ručno, a negovanje po propisima koji i danas važe.

Za svaku od ove tri probne deonice kontrolisan je utrošak cementa u prosečnom iznosu: kod moravskog i savskog šljunka konstatovan je veći utrošak od 3,5 odnosno 2,3 kg/m² kolovoza, što se tumači time da predviđeno sleganje opladne šine pod težinom finišera nije bilo svuda u punom iznosu od 1 cm, te je debljina ploča mestimično veća.

Postignuti rezultati u pogledu čvrstoće cilindara, izvađenih iz gotovog betona i ispitanih posle 60 dana (kod savskog šljunka posle 66 dana) pokazuju svuda prekoračenje uslovljenih minimalnih iznosa. Ispitivana je čvrstoća cilindara na pritisak i otpornost na habanje i dobijene su sledeće vrednosti:

Kolovoz od:	Čvrstoća na pritisak kg/cm ²	Habanje cm ³ /50 cm ²
moravskog šljunka	354	8,43
čistog drinskog šljunka	380	7,95
mešavine drinskog šljunka i drobljenog krečnjaka 30 do 40 mm.	406	8,23
savskog šljunka	377,33	7,00

Prečnik cilindara je 15 cm.

Pada u oči relativno malo habanje, koje ne prelazi 42% od dozvoljenog habanja za betonske cilindre. Tome je razlog znatna količina kvarcita u šljunku. Kod kolovoza od mešavine drinskog šljunka i drobljenog krečnjaka zapaža se nešto povećano habanje, što je trebalo i očekivati. Povećanje bi bilo i veće, da je upotrebljen krečnjak manje otpornosti na habanje.

Srednji rezultat čvrstoće na savijanje, dobijen na betonskim gredicama u toku građenja, iznosio je:

- za kolovoz od moravskog šljunka 52,3 kg/cm²
- za kolovoz od savskog šljunka 42,0 kg/cm²

Za kolovoz od drinskog šljunka nema sačuvanih rezultata. Uslovljena čvrstoća gredica na savijanje bila je 30 kg/cm².

Sva ispitivanja su vršena u Zavodu za ispitivanje materijala tadašnjeg Ministarstva građevina, a uzimanje uzoraka bilo je u svemu po propisima koji važe i danas za tu vrstu radova.

Kolovoz od drobljenog krečnjaka

Ovaj kolovoz je raden takođe u svemu po važećim propisima za betonske kolovoze, a sastav mineralne mešavine bio je:

- dunavska pesak 0- 1 mm 2%
 - moravski pesak 0- 7 mm 2%
 - drobljen krečnjak 10-20 mm 14%
 - drobljeni krečnjak 30-40 mm 40%
 - drobljeni krečnjak 40-60 mm 9%
- 100%

Granulometrijska linija mineralne mase znatno je približena donjoj gra-

ničnoj liniji i prati je na širem području krupnoća od 3 mm do preko 15 mm. dodavanje moravskog peska 0-7 mm vršeno je usled nedostatka sitnih delova u moravskom šljunku, a dunavski pesak je dodavan zbog bolje obradljivosti. Krečnjak je dobavljan iz kamenoloma „Kijevo“ i istih je kvaliteta kao i krečnjak iz Rakovice.

Ispiranjem od muljevitih sastojaka konstatovana je sadržina istih oko 0,9 do 1,0%.

Količina cementa je zadržana ista (300 kg/m³) ali je vodocementni faktor povećan na 0,55 zbog većeg upijanja vode i jake vrućine.

Prosečan utrošak cementa bio je nešto veći od teorijskog (za 2,5 kg po m² kolovoza).

Izrada i negovanje betona u svemu kao i kod prethodnih deonica sa šljunkom.

Postignuta čvrstoća na pritisak i habanje cilindara izvađenih iz ugrađenog betona i ispitanih posle 60 dana iznosi:

— čvrstoća na pritisak	457,33 kg/cm ²
— habanje	12,01 cm ³ /50 cm ²

Ostali sistemi kolovoznih konstrukcija

Svrha prethodnih probnih deonica bila je, da se vidi može li se i sa kakvim rezultatima u tehničkom i u ekonomskom pogledu primeniti šljunak za betonske kolovoze na putevima, kao i da li je debljina od 15 cm preko postojećih kolovoznih konstrukcija dovoljna i ekonomski opravdana za modernizaciju kolovoza na postojećim pravcima. Nije bilo uopšte pitanje o sistemu konstrukcije kao takve, jer betonski kolovoz je već odavno bio stekao određenu primenu na putevima.

Međutim, probne deonice sa ostalim raznim sistemima kolovoznih

konstrukcija trebalo je da pokažu da li se uopšte može računati sa primenom tih sistema na putevima sa mešovitim saobraćajem, male i srednje težine. Neki od tih sistema su predstavljali patentirane sisteme, koje je tek trebalo „uvesti u život“. Takav je bio slučaj sa sistemom ing **Reny-a** i sa sistemom **Ing Nikolajeva, Ing Zozulina**. Sistem **Ing Šule-a** u suštini nije unosio mnogo novih elemenata u pogledu konstrukcije i sistema izrade. Sistemi makadama po metodi sendvič, kao i kolovozi „kotluk“ i „konkretil“, rađeni su već i bili kao takvi poznati. U daljem izlaganju daće se karakteristični podaci o izradi ovih sistema.

Cementni makadam po metodi Ing Šule-a

Po svojoj suštini on predstavlja prelaz između cementnog makadama i cementnih betona: nastojalo se da se zadrže povoljne strane cementnog makadama u pogledu sastava, a otklone nepovoljne strane zbog teško ostvarljive homogenosti konstrukcije. Naime, mešavina je sastavljena po principu cementnog makadama (pesak i krupan tucanik), a spravljanje i ugrađivanje mešavine je vršeno mašinskim putem, slično kao i kod cementnog betona, samo sa odgovarajućim ublažavanjem strogih zahteva.

Princip rada: u betonskoj mešalici se najpre izmeša cement i pesak, uz postupni dodatak vode i pripremi malter odgovarajuće konsistencije i količine, a zatim se dodaje tucanik jednoobrazne krupnoće (najkrupnija frakcija) i nastavi sa mešanjem. Ukupno trajanje mešanja oko 3,5 minut. Razmera mešanja treba da omogući što veću količinu tucanika, a manju količinu maltera (do granice obradljivosti pri ugrađivanju). Ovde

je, posle izvesnih izmena, konačno usvojena sledeća razmera cement:pesak : tucanik kao 1 : 2,5 : 4,5 ali je moravskom pesku, sa kojim je spravljan malter, dodavana izvesna količina dunavskog peska da bi se povećala obradljivost mase. Odnos moravskog i dunavskog peska je 4:1. Krupnoća tucanika je usvojena 50—70 mm i u nedostatku takve frakcije u kamenolomu „Kijevo” vršeno je mešanje dve frakcije i to 40—60 i 60—80 mm u odnosu 1:1. Sa sastavom mešavine prethodno se saglasio Ing Šule (prvobitno predložen odnos 1:2, 5:5 ali je zbog suviše količine tucanika masu bilo vrlo teško ugraditi). Razastiranje i ugrađivanje (preko žilave hartije) bilo je istovetno kao i kod deonice sa cementnim betonom. Srednja spojnica je rađena, a samo prva dva polja su rađena bez srednje spojnice, da bi se ispitala mogućnost izostavljanja ove spojnice.

Posle 60 dana od dana ugrađivanja izvađeni su cilindri prečnika 15 cm i ispitani na pritisak i habanje. Rezultat je bio:

— čvrstoća na pritisak	443 kg/cm ²
— habanje	9,15 cm ³ /50 cm ²

Tucanik je dobavljan iz kamenoloma „Kijevo”, napred pomenutog kvaliteta. U toku građenja vršena su samo kontrolna ispitivanja cementa; prethodna i kontrolna ispitivanja betonske mase nisu vršena.

Cementni makadam po metodi sendvič

Kolovoz je raden na poznati način. Prvi sloj tucanika bio je debljine 6—7 cm, drugi sloj 5—6 cm, a međusloj maltera oko 4 cm. Tucanik je dobavljan iz Rakovice, krupnoće 60—70 mm što jednoobraznije krup-

noće. Pokušaj sa tucanikom manje krupnoće nije dao dobre rezultate, otežavao je prodiranje maltera kroz tucanički skelet i zahtevao duže vreme valjanja. Malter je pripreman sa 500 kg cementa na 1 m³ moravskog peska 0—7 mm. Žilava hartija nije polagana. Srednja spojnica je rađena zbog dvostranog nagiba i lakšeg izvršenja. Prosečan utrošak cementa iznosio je oko 28 kg/m²; odstupanja od prosečnih količina bila su znatna.

Konkrelit (lomljen kamen u betonu). U samom postupku izrade nije bilo momenata koji su bitnije odstupali od opštih uputstava za izradu ovih konstrukcija. Debljina sloja betona iznosila je 10—15 cm; beton je spravljan sa nesejanim moravskim peskom, razmere mešanja 1:6. Lomljen kamen je dobavljan iz Kijeva, veličine 15—20 cm. Malter za ispunu šupljina je spravljan takođe sa moravskim peskom, razmere mešanja 1:3, ali je pesku dodavana eruptivna sitnež iz Orahovice krupnoće 2—7 mm u odnosu 1:1, radi pojačanja otpornosti na habanje malterske ispune između lomljenog kamena. Malter je utiskivan drvenim štapićem u svaku šupljinu ponaosob, a suvišni malter je metlama raspoređivan po površini. Negovanje je bilo uprošćeno i sastojalo se samo u zaštiti maltera od sunca pokrivanjem daskama.

Kotluk (mozaik-kocka u betonu). To je konstrukcija patentirana od češkog inženjera **Jana Kotlanda**, po kome je skraćeno nazvana „kotluk”. Prvi put je kod nas rađena na probnoj deonici po tome patentu, koji samo u detaljima izvođenja odstupa od inače poznatog sistema mozaik-kaldrme. Postupak u radu bio je sledeći: preko usredene posteljice polagao se sloj betona debljine 6—8 cm, razmere mešanja 1:2,5, sastava kao kod maltera za ispunu šupljina kod konkrelita (mešavina moravskog peska 0—7 i eruptivne sitneži 2—7 mm

u odnosu 1:1). Odmah po razastiranju betona usađivana je eruptivna kocka, dimenzije 6—8 cm u paralelnim redovima, upravnim na osovину puta. Kocka je polagana u specijalne gvozdene ramove bez dna, visine stranica 10 cm, širine 0,5 m, dužine 1,0 m (bitna odlika patenta!). Ram ima ručice sa strane, pomoću kojih se odmah po usađivanju kocki u beton ovaj ram izdiže i pomera za jedno polje dalje; između prethodnog i narednog polja polagana je jednostruka traka terisane hartije. Raspored polja je sa preklapom za polovinu dužine polja, tj za 0,50 m. Preko usađenih kocki, lako nabijenih drvenim maljem, nanošen je zatim malter razmere 1:2 i metlama utiskivan u spojnice. Prosečna debljina konstrukcije je oko 10 cm (pod kockom je bilo 3—5 cm betona). Kocka je dobavljana iz kamenoloma u Kadinoj luci, jačine na pritisak 2250—2430 kg/cm². Po ovom sistemu rađeno je svega oko 47 m¹, odnosno oko 282 m², a zatim se prešlo na polaganje kocki bez rama, u lučnom rasporedu, takođe na sloju betona 10 cm (mozaik-kaldrma u betonu).

Betonski blokovi Ing Nikolajeva-Ing Zozulina. To je takođe patentirana konstrukcija, po predlogu pomenuta dva inženjera iz tadašnjeg Tehničkog oseka gradskog poglavarstva u Beogradu. Patent se sastojao u izradi gotovih betonskih blokova 25 × 25 × 15 cm u trodelnim čeličnim kalupima sa pokretnim dnom. Sabijanje betonskih blokova vršeno je u tim kalupima na vibracionom stolu, opšivenom limom, u trajanju vibriranja oko 1—1,5 minut; izrađeni blokovi su odmah vađeni iz trodelnog kalupa (po tri bloka istovremeno), potiskivanjem dna na specijalnom postolju sa tri vertikalne grede preseka 20 × 20. Blokovi su iz kalupa vađeni skupa sa pokretnim

čeličnim dnom, a zatim preokretani i ostavljani da vežu uz potrebno negovanje (u skraćenom trajanju). Rađeno je na licu mesta, pošto blokovi ne trpe transport zbog oštećenja ivica. Karakteristika sastava blokova je, da su oni rađeni troslojno, pri čemu su gornji i donji sloj po 5 cm rađeni sa eruptivnim agregatom, kao **habajući slojevi**, a srednji sloj takođe debljine 5 cm, kao sloj podloge. Za dva habajuća sloja količina cementa je iznosila 300 kg/m³, a za srednji sloj 200 kg/m³ gotovog betona. Za srednji sloj je korišćen šljunak. Svrha ovog troslojnog načina rada, a istovremeno i jedna od bitnih odlika sistema, je mogućnost okretanja, blokova, kada se jedan habajući sloj ošteti ili izaba (teoriski!). Mešavina za ova dva habajuća sloja bila je:

— dunavski pesak 0—1 mm	20%
— prosejani moravski pesak 0—7 mm	39%
— orahovački dijabaz 12—35 mm	29%
— ledinački trahit 30—50 mm	30%
	100%

Vodocementni faktor 0,48.

Granulometrijska linija se poklapa sa donjom graničnom linijom za beton i to na celom području krupnoća od 7 do 50 mm. Betonski blokovi su polagani na sloj peska 3—5 cm, sa prethodnim premazivanjem bočnih strana vrućim bitumenom. Dnevni učinak je iznosio oko 50 m² kolovoza, a izrade blokova oko 750 komada. Patentom je bilo predviđeno da se blokovi postavljaju tesno priljubljeni, samo sa premazom. Međutim, to je pretpostavljalo idealno ravnu površinu podloge i teorijski je izgledalo moguće, ali se u praksi pokazalo da je polaganje bez spojnica nemoguće. Zbog toga je po želji vlasnika

patenta predeno na polaganje sa spojnica širine 5—8 i 12—18 mm i time je izgubljena jedna od prednosti sistema (rad bez prostornih spojnica). Sastavci su ispunjavani cementnim malterom sa 500 kg cementa i sa dodatkom eruptivne orahovačke sitneži 2—7 mm za spojnice širine 12—18 mm. Sastavci širine 5—8 mm ispunjavani su masom za zalivanje spojnica; ova masa je na jednom delu primenjena i za ispunu gornjeg dela širih sastavaka (do dubine od 4 cm). Sloj peska pod blokovima imao je za svrhu da izravna eventualne razlike u visini blokova i da omogućiti elastičnije naleganje i prenošenje opterećenja. Služi i za dreniranje.

Kolovoz sistema Renyi. Poslednji od patentiranih kolovoza, rađenih na probnoj deonici kod Pančeva. Sastoji se od betonskih ploča debljine 12 cm, rađenih na licu mesta, sa pritisknutim sastavcima. Ploče su bile predviđene veličine oko 1 m² i rađene su sa oplatom od gredica odgovarajuće visine; sabijanje betona vršeno je manjom električnim i eksplozivnim vibratorima. Ekonomičnost sistema trebalo je da se sastoji: u primeni materijala slabijeg kvaliteta (šljunka); u manjoj i ekonomičnijoj mehanizaciji; u radu bez posebne oplata, odnosno sa drvenim gredicama koje se odmah skidaju u nastavku rada; u mogućnosti primene i za manje površine, a i površine nepravilnog oblika i tsl. Radovima je prisustvovao i vlasnik patenta, Ing **Renyi**, pod čijim su direktnim sugestijama vrše-

ne i izvesne izmene u toku rada. Preko posteljice je polagana žilava hartija. Raspored polja je menjan, ali je uvek betoniranje bilo naizmenično - betoniranje svakog drugog polja u šahovskom poretku. Na taj način su ostajala za II fazu polja između već izbetoniranih, te se u II fazi nije tražila posebna oplata, a omogućena je i povoljna izrada pritisknutih sastavaka. Osnovni raspored polja je bio: **raspored polja na šahovskoj tabli**. Nedostatak je što su uzdužne spojnice bile kontinualne, poprečne takođe, a prednost u izbegavanju oplata za II fazu. Izmenjeni raspored polja bio je sa preklapanjem spojnica za polovinu dužina polja. Sama veličina polja je takođe menjana: 1,0 × 1,0, zatim 1,0 × 1,5; 1,0 × 2,0 i 1,0 × 3,0 m². Strana paralelna sa osovnom kolovoza bila je uvek iste veličine 1,0 m. Drvena oplata je skidana posle 24 časa i odmah se pristupilo betoniranju ispuštenih polja. Bočne strane vezanih ploča su prethodno premazivane vrućim bitumenom. Ivice između pojedinih ploča nisu zaobljavane. Učinjen je pokušaj da se one obrade sa r = 5 mm (kao kod betonskog kolovoza), ali se od toga odustalo zbog gvozdених naplataka, kojima bi takva obrada poslužila kao „vodica” za dalje razaranje i širenje spojeva.

Sastav mešavine je bio dvojak: a) mešavina moravskog šljunka i tucanika; b) mešavina dunavskog i moravskog peska sa tucanikom. Mešanje je bilo u običnim betonskim mešalicama.

pod a) moravski pesak
orahovački dijabaz
moravski šljunak
tucanik-krečnjak
tucanik-krečnjak

0 — 7 mm	32 ⁰ / ₀
2 — 7 mm	4 ⁰ / ₀
7 — 15 mm	9 ⁰ / ₀
20 — 40 mm	37 ⁰ / ₀
40 — 60 mm	18 ⁰ / ₀
	100 ⁰ / ₀

pod b) dunavski pesak	0 — 1 mm	2 ⁰ / ₀
moravski pesak	0 — 7 mm	35 ⁰ / ₀
tucanik krečnjak	10 — 20 mm	14 ⁰ / ₀
tucanik krečnjak	20 — 40 mm	40 ⁰ / ₀
tucanik krečnjak	40 — 60 mm	9 ⁰ / ₀
		100 ⁰ / ₀

Isprobano je i mešavina od čistog moravskog šljunka, prema sastavu i to:

moravskog peska 0—7 mm	36 ⁰ / ₀
moravskog šljunka 7—15 mm	29 ⁰ / ₀
moravskog šljunka 15—35 mm	35 ⁰ / ₀
	100 ⁰ / ₀

Količina cementa je uvek bila 300 kg/m³ gotovog betona, a vodo-cementni faktor je varirao između 0,48 i 0,50. Po betoniranju kolovoz je prekrivan vlažnim džakovima prvih 24 časa.

Postignuta jačina na pritisak posle 60 dana, ispitana na izvađenim cilindrima, iznosila je 398,2 kg/cm².

Ivične trake

Kao što je već napomenuto, rađene su sa dodatkom gvođenog oksida. Količina cementa 300 kg/m³ sa 6⁰/₀ oksida, po težini, za gornji sloj debljine 5 cm; za donji sloj debljine 15 cm rađeno je sa 200 kg cementa na m³ betona i bez gvođenog oksida. Donji sloj rađen je od prirodnog moravskog šljunka, uz dodatak najkrupnije frakcije 15—35 mm posebno, a gornji sloj prema sledećem sastavu:

— moravski pesak	
0 — 7 mm	42 ⁰ / ₀
— ledinački trahit	
5 — 10 mm	7 ⁰ / ₀
— tucanik krečnjak	
20 — 40 mm	45 ⁰ / ₀
— tucanik krečnjak	
40 — 60 mm	6 ⁰ / ₀
	100 ⁰ / ₀

Nabijanje je vršeno malim pločastim vibratorom i ručnim gvođenim nabijačima. Ispod traka polagan je tanak sloj peska oko 3 cm debljine, sa prethodnim nabijanjem posteljice. Nije predviđeno niti vršeno ankerovanje ivičnih traka za kolovoznu konstrukciju. Spojnice su rađene na svakih 10 m prostorne, a između njih pritisnuta. Uzdužna spojnica na spoju sa kolovoznom konstrukcijom rađena je kao pritisnuta, sa asfaltnom ispunom do 3 cm. Jačina na pritisak posle 60 dana bila je na izvađenom cilindru 240,33 kg/cm².

Spojnice

Za probne deonice sa betonskim kolovozom i za cementni makadam po metodi Ing Šule rađene su spojnice normalne konstrukcije na svakih 10 m. Spojnice su sve rađene kao prostorne, a primenjen je gvođeni umetak sistema Wieland, kao i višedelni umetak po predlogu izvođača Kozinskog. Zalivanje spojnice vršeno je asfaltnom masom, uz primenu „Mexphalte E“ sa kamenim brašnom u težinskom odnosu 1 : 3. Poprečne spojnice su rađene sa normalnim moždanicima (normalnom armaturom), a podužna spojnice je bila sa ankerima. Uzdužna spojnica između ivičnih traka i betonskog kolovoza nije nigde rađena sa ankerovanjem za kolovoznu konstrukciju. Sama ivična traka je delimično ležala na proširenju izvan stare bankine — preko ranijih trapezastih jarkova koji su zatrpani.

ZAPAŽANJA SA DOCNIJIH OBILAZAKA I ISPITIVANJA PROBNIH DEONICA

Ova ispitivanja i povremena osmatranja probnih deonica imala su za cilj da pokažu, kako se izrađeni kolovozni zastori i konstrukcije ponašaju pod saobraćajnim opterećenjem i kakve se promene javljaju tokom vremena.

Prvo obimnije proveravanje stanja pojedinih probnih deonica izvršeno je u 1940 godini, krajem septembra meseca, dakle posle dve godine pod saobraćajem. Rezimiran nalaz sa tadašnjeg proveravanja daće se posebno za prvu grupu deonica, koja obuhvata betonske kolovoze normalne konstrukcije od moravskog, drinskog i savskog peska i od tucanika krečnjaka; druga grupa obuhvata ostale konstrukcije, cementne makadame i razne patentirane kolovozne konstrukcije.

Grupa I. Stanje svih kolovoza krajem 1940. godine bilo je više nego zadovoljavajuće. Na ukupno 45 betonskih polja, dakle na 90 betonskih ploča dužine 10 m bilo je svega dve poprečne pukotine: jedna u polju br. 10 sa moravskim šljunkom i druga u polju 59 sa savskim šljunkom. Obe pukotine su pravilnog oblika i približno na polovini polja. S obzirom da su dužine polja iznosile 10,0 m, što se smatra skoro gornjom granicom i da su ploče rađene u doba najvećih vrućina, verovatno je da je do pucanja došlo zbog dužine ploče. Manje je verovatno da je razlog kvaliteta betona. U građevinskom dnevniku, str. 41, stoji da je dužina polja br. 10 bila 11,0 m, a uslovi betoniranja normalni, vremenske prilike povoljne; za polje 59 u dnevniku, str. 55, ne stoji nikakva posebna primebda. Vreme je bilo oblačno sa jakim vetrom a temperatura $+27^{\circ}\text{C}$.

Izgled površine kolovoza bio je svuda zadovoljavajući, sa veoma slabim habanjem koje nije još bilo uklonilo ni završni sloj izvučenog maltera. Jedino je kod savskog šljunka bilo приметnije habanje, ali ipak ravnomerno i bez ikakvih nepravilnosti. Zbog stranih tela koja nisu bila zapažena i uklonjena iz mineralne mase (razni otpatci, iver, cigla i sl.) došlo je tu i tamo do izbacivanja tih otpadaka i stranih tela iz površinskog sloja betona; te površinske rupice su zatvarane bitumenom. Više ih je bilo u moravskom i savskom šljunku, najmanje u krečnjaku.

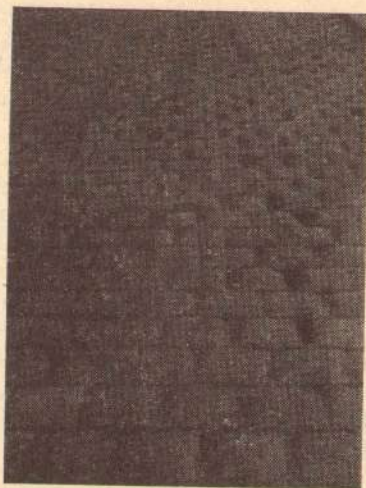
Spojnice su uglavnom bile bez oštećenja, sem što je delimično došlo do praznjenja spojnica i manjih lokalnih lomljenja ivica gvozdanim nplacima zaprežnih kola.

Grupa II. Stanje ovih kolovoza krajem 1940. godine uglavnom je bilo potpuno nezadovoljavajuće, sem kod cementnog makadama po metodi Ing Šulea i kod konkreilita. U sledećem daju se koncizno najbitnije napomene za pojedine konstrukcije.

— **Cementni makadam Ing Šulea** nije pokazivao nikakvih pukotina, površina je bila uglavnom pravilnog i ravnomernog izgleda, sa normalnim habanjem.

— **Cementni makadam po metodi sendvič** je već tada pokazivao vrlo slabo stanje, sa jakim i nepravilnim pukotinama, većim brojem udarnih rupa (izbačenog tucanika) i suvih odnosno nedovoljno vezanih gnezda na kojima su se već počeli javljati karakteristični znaci propadanja i razaranja. Ovome je dobrim delom razlog i potpun nedostatak iskustva kod izvođača radova, jer tu vrstu kolovoza do tada nije izvodio niti je imao obučeno ljudstvo za te radove. Sama priroda radova zahtevala je izvežbanost i brzinu pri valjanju.

— **Konkreilit** je uglavnom bio u zadovoljavajućem stanju u pogledu iz-



Sl. 1. Izgled površine kolovoza od betonskih blokova

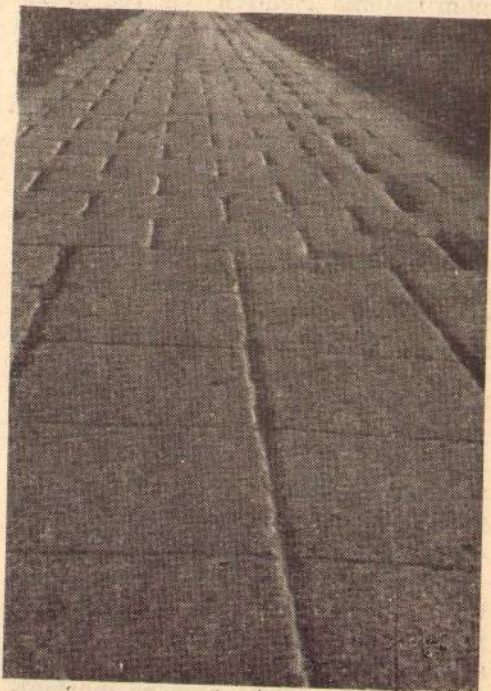
gleda površine: pukotina nije bilo, habanje malterske ispune nije bilo preko očekivane mere (sem na 2 do 3 mesta), ravnomernost izgleda površine dobra.

— **Sistem „Kotluk“:** Tamo gde je rađeno po originalnom patentu, tj. gde je ispod mozaik-kocke bilo svega 3—5 cm cementnog maltera (fino-zrnog betona), kolovozni zastor je deformisan i jako oštećen. Bolje se održao deo koji je rađen po principu mozaik-kaldrme u betonu, sa slojem betona 10 cm pod kockom. No, takav način rada je ustvari **druga vrsta konstrukcije.**

— **Kolovoz od betonskih blokova** je već tada pokazivao veoma loše stanje u pogledu opšteg izgleda kolovozne površine, što se moglo i očekivati pod zaprežnim saobraćajem. Spojnice između blokova su гвозdenim naplaticima produbljene i proširene, jer su po zahtevu vlasnika patenta rađene kao prostor, zbog teškoća na koje se nailazilo pri pokušaju da se polažu sa priljubljanjem, stisnutim sastavcima, kako je

bilo predviđeno prijavljenim patentom. Kolovoz je dobio izgled izabane krupne kocke i već tada se pokazalo da će zahtevati skoro prekrivanje (v. sl. 1). Jače su bile oštećene spojnice paralelne sa osovnom puta, kao i one koje su ispunjavane bitumenskom masom za zalivanje spojnica (masa, lošeg sastava, odnošena je točkovima vozila). Zapaženo je i oštećenje površinskog habajućeg sloja kod pojedinih blokova. Razlog tome je u lošoj izradi blokova: debljina habajućeg sloja je negde bila svega 3 cm, te su zrna čupana, ako je zbog nedovoljnog vibriranja bila slaba zbijenost.

— **Sistem Renyi** je takođe pokazao svoje slabosti (v. sl. 2). Prvo zbog „sečenja-otvaranja“ spojnica paralelnih sa osovnom (kao i kod blokova od betona), a drugo zbog slabog



Sl. 2. Izgled površine kolovoza od betonskih ploča, sistema Renyi

izgleda površine betona. Podužne spojnice su proširene do širine gvozdених naplataka, sa relativno malom dubinom usecanja (oko 1—2 cm); poprečne spojnice nisu pokazivale veća oštećenja. Pukotina nije bilo ni na najvećim pločama dimenzija $1,0 \times 3,0$ m², ali je zbog grešaka u obradi betona bilo površinskih oštećenja na izvesnim pločama.

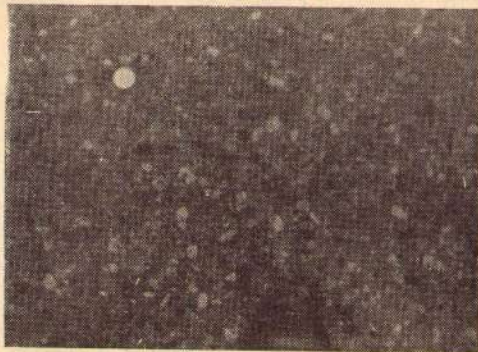
Već posle ovog prvog pregleda stanja probnih deonica moglo se zaključiti, da za potrebe građenja puteva sa mešovitim saobraćajem, srednje težine, NE MOGU doći u obzir predloženi sistemi po patentu **Ing Nikolajev-Ing Zozulin**, kao ni sistemi **Ing Renyi** i „**kotluk**”. Docnije ponovni pregledi su takvo stanovište potpuno potvrdili. Posle završetka rata ti su zastori obnovljeni drugim konstrukcijama.

Deonica sa cementnim makadama sistema „sendvič” je već ubrzo posle izrade bila do te mere razorena, da je trebalo izvršiti zamenu zastora. Razlog brzom propadanju je najvećim delom slab rad. Zbog nedostatka iskustava i neobučenosti radnika, nije uspevalo da se valjanjem postigne pravilan profil pre početka vezivanja maltera; zbog toga je često vršeno skidanje ili nanošenje novih količina tucanika ili maltera i onda kada se to nije smelo i kada je to narušavalo započeti proces vezivanja. Cementni malter po sistemu „sendvič” rađen je i pre toga na deonici Zagreb-Podused i tamo je pokazao relativno dobre rezultate. Ali ipak se ne može smatrati da je ova vrsta zastora pogodna za mešoviti saobraćaj na važnijim pravcima, u ovom obimu.

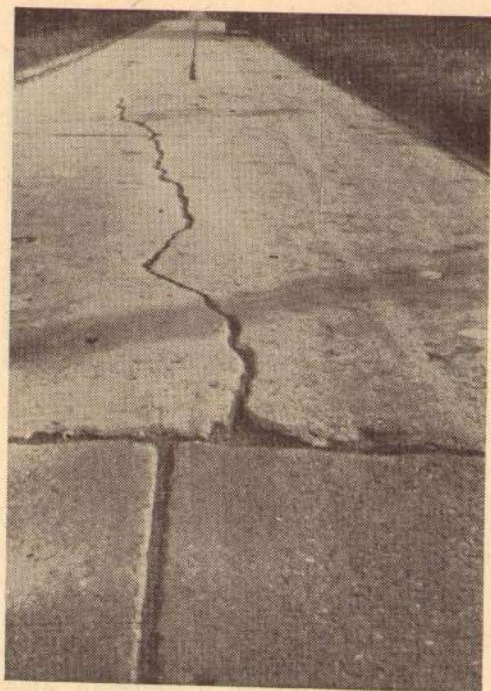
Rezimirajući rezultate prvog detaljnog pregleda stanja probnih deonica može se zaključiti: da za dalja sistematska osmatranja ostaju ustvari samo probne deonice sa normalnim cementno-betonskim kolovozima i sa kolovozom od cementnog maka-

dama sistema Ing Šulea. Kolovoz od konkelita, koji nije pokazao ozbiljne nedostatke i ne zahteva iz tih razloga odbacivanje, ipak nije dalje praćen, s obzirom da ne spada u grupu betonskih, odnosno silikatnih kolovoza, već u grupu **kamenih kolovoza**. Osim toga, ono što je do tada bila pokazala probna deonica sa tom konstrukcijom, bilo je već i ranije poznato: da je ta konstrukcija primenljiva, ali za radove na pristupnim putevima-pri-lazima, za kaldrisanja između kolovoza i trotoara u manjim mestima, za rigole, kaldrisanja u regulisanim koritima, korekcijama potoka i sličnim radovima. Primena konkelita za **modernizaciju kolovoza** ne dolazi u obzir i ne treba ga smatrati savremenim kolovoznim zastorom, odnosno savremenom kolovoznom konstrukcijom.

Posle završetka rata potpisati je u nekoliko navrata obilazio probnu deonicu. Sistematska opažanja nisu vršena ni u pogledu stanja kolovoza ni u pogledu strukture i gustine saobraćaja sve do 1954. godine. Na dan 2 juna te godine izvršen je drugi, veoma detaljan i sistematski pregled probnih deonica sa kolovozima od cementnog betona i od cementnog makadama po sistemu Ing Šulea.



Sl. 3. Izgled površine betona sa drinskim šljunkom



Sl. 4. Nepravilna pukotina u cementnom makadamu (patent ing. Šulea)

Osim potpisatog, u ovom detaljnom pregledu su učestvovali i Ing Dobri-voje Stevanović i Ing Žovorad Đukić. Nađeno stanje bilo je:

a) **Kolovoz od betona sa moravskim šljunkom** (polja 1—15 zaključno). Struktura površine kolovoza vrlo dobra, sa pravilnim rasporedom krupnijih zrna, ravnomernim habanjem, bez daljih znakova čupanja zrna. Izrazitih pukotina koje zahvataju polovinu ili celu ploču bilo je u poljima 6 i 8 samo na polovini širine desnih ploča i u poljima 9 i 10 preko cele širine kolovoza, obe strane i to po sredini polja, sa relativno pravilnom pukotinom. Polje br. 10 rađeno je dužine 11 m i pukotina je konstatovana još 1940 g. Na ostalim pločama nije bilo takvih izrazitih pukotina. Maiih naprslina kod spoljnih ivica bilo je još u ploči 4 i 11.

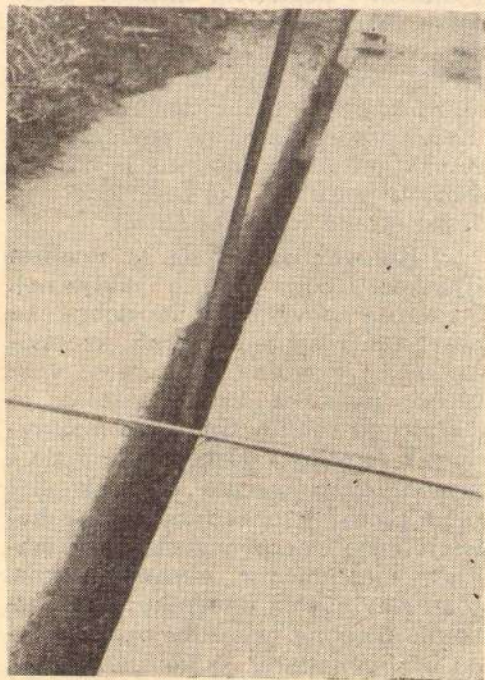
b) **Kolovoz od betona sa drinskim šljunkom** (polja 31 do 40 zaključno). Struktura površine kolovoza vrlo dobra, sa veoma pravinim habanjem i rasporedom krupnijih zrna (v. sl.3), odaje utisak manjeg habanja no kod kolovoza sa moravskim šljunkom. Pukotine na celoj ili polovini širine ploče bilo je samo u jednoj ploči polja 36, ali je zato konstatovano oštećenje ivica ploča u obliku kosih pukotina (puknuti deo ploče oblika trougla sa stranicama od 0,5 do 1,20 m). Takve pukotine konstatovane su u poljima 32, 34, 35; između polja 35 i 36 jače je oštećenje konstatovano na sučeljavanju sve četiri ploče (presek uzdužne i poprečne spojnice). Oštećenje je zahvatilo deo u prečniku oko 25 cm. Posledica je verovatno loše obrade spojnice.

c) **Kolovoz od betona sa drinskim šljunkom i dodatkom tucanika krečnjaka** (polja 41—45 zaključno). Opšti izgled površine kolovoza slabiji no u prethodnom slučaju, sa neravnomernijim habanjem, mestimično većim. Inače raspored zrna po površini je i tu vrlo pravilan. Pukotina je nastala samo u polju 43 i to i sa leve i sa desne strane (na celoj širini).

d) **Kolovoz od betona sa savskim šljunkom** (polja 46 do zaključno). Struktura površine vrlo dobra, sa pravilnim rasporedom zrna; krupnoća zrna je vidna. Zapaža se veće učešće pločastih zrna, no što je to slučaj kod ostalih šljunkova (moravskog i drinskog). Habanje je malo i pravilno-ravnomerno. Izuzetak čini samo ploča 46, obostrano, gde je habanje veće i neravnomernije, sa manjim mestimičnim čupanjem zrna. U građevinskom dnevniku nema nikakve posebne primedbe za ovu ploču. Na tom polju je konstatovano i veliko oštećenje poprečne fuge, pukotina na sredini desne ploče i početak uzdužne pukotine po sredini

dužine polja. Oštećenja uglova bilo je širine leve ploče (zahvaćeno oko polovine dužine ploče). Ostale pukotine bile su: oko polovine desne ploče polja 50 (strane desno ili levo) po orijentaciji uvek prema Vršcu, zatim na jednoj trećini širine desne ploče polja 52 i na levoj ploči polja 59 (pukotina konstatovana još 1940 g). Oštećenje uglova konstatovano je samo na desnoj ploči polja 52, na jednom mestu, sa stranicama oko 0,50 m.

e) **Kolovoz od betona sa tucanikom krečnjakom iz Rakovice i moravskim peskom** (polja 16 do 30 zaključno). Struktura površine kolovoza takođe vrlo dobra i ravnomerna, sa pravilnim rasporedom krupnijih zrna; habanje je nešto manje no kod moravskog šljunka, sem na polju 22, leva



Sl. 5. Otvaranje uzdužne spojnice između kolovoza i ivičnih traka



Sl. 6. Pojačano habanje na poprečnim spojnicama i stvaranje „korita“

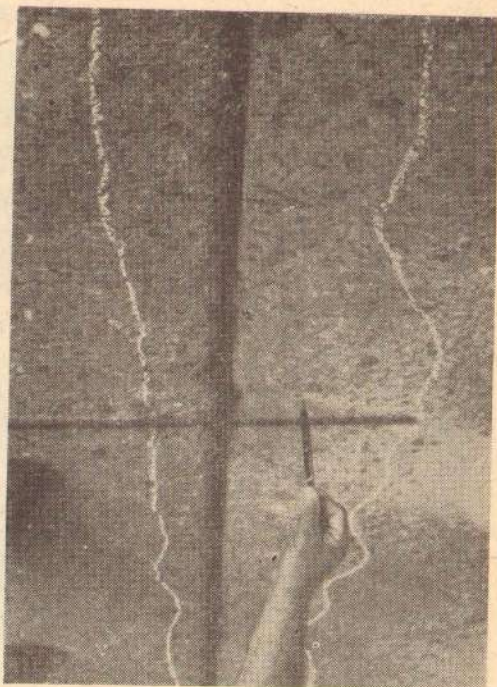
ploča (posmatrano od Beograda). Ispadanje zrna nije konstatovano. Pukotina u kolovozu nema ni na jednoj ploči, sem manja odlamanja ivica ploča i to na levoj ploči polja 22 i 25 i 26 sa stranicama 0,5—0,8 m. Jače izraženo habanje konstatovano je samo na polju 28, u kome polju je i ravnost površine manja (veće habanje po tragovima točkova).

f) **Kolovoz od cementnog makadama sistema Ing Šule-a** (polja 61 do 75 zaključno). Na ploči-polju 61 i 62 nije rađena uzdužna spojnica, te je kolovoz pukao sasvim nepravilno (v. sl. 4). Izgled kolovozne površine i njena struktura su doista slabi: pri vibriranju je gore izvučen jači sloj maltera (u mešavini ga ima dosta!), koji je manje otpornosti na habanje. Zbog toga je habanje po tragovima točkova veće i tu je ogoljen tucanički skelet, dok je na ostaloj površini dobrim delom zadržan još sloj maltera. Pukotine u kolovoznim pločama su konstatovane na sledećim pločama: polje 63, desna ploča na oko trećine dužine i to na celoj širini ploče; polje 64 leva ploča na celoj

širini i začetak pukotine u nastavku na desnoj ploči; polje 67 poprečna pukotina na celoj širini oko sredine polja; i na polju 75, na desnoj ploči preko cele širine približno na trećini u polju 67, a jače oštećenje - oblika udarne rupe prečnika oko 40 cm konstatovano je na desnoj ploči polja 63. Oštećenja ivica poprečnih spojnica su mestimično znatna.

g) **Ivične trake.** Uglavnom su se dobro održali i ima mali broj pukotina između spojnica formiranih prilikom izrade. Oštećenja površine ivičnih traka su samo mestimično konstatovana u obliku „ljuštenja” gornjeg sloja. Međutim, zbog sleganja u proširenom delu i bankinama, kao i zbog potiskujućih sila od točkova koji su se kretali po spojnici između traka i kolovoza, došlo je do jakog otvaranja te spojnice, uz veliko habanje i oštećenja ivica traka i kolovoza (v. sl. 5). Ove spojnice nisu bile uopšte održavane te su potpuno prazne, ili su ispunjene blatom i zemljom. Ploče betonskog kolovoza nisu rađene sa ankerima za vezu ivičnih traka, što je olakšalo i ubrzalo proces odvajanja tih traka.

h) **Poprečne i uzdužne spojnice betonskog kolovoza.** Karakteristika oštećenja spojnica, koje za vreme rata a i neposredno iza rata nisu bile održavane redovnim zalivanjem, su: a) jaka oštećenja ivica i poprečnih i podužnih spojnica; b) struganja i produbljavanja uzdužnih spojnica pod dejstvom gvozdenih naplataka zaprežnih kola, tako da su vremenom širine uzdužnih spojnica u sredini kolovoza proširene i do 8 cm, sa istovremenim znatnim produbljavanjem; c) jače izražena „skidanja”, trošenja



Sl. 7. Pojačano habanje na poprečnim spojnica¹ stvaranje „korita”

betona ispred i iza poprečnih spojnica, do kojih je došlo zbog nastalih denivelacija na spojnica¹. Uled tih denivelacija dolazilo je do udara na spojnica¹, kombinovanog mrvljenja betona pod gvozdenim naplaticima i kopitima, uz istovremeno pojačano habanje. Vremenom se na tim poprečnim spojnica¹ stvorile uvale, kao neka vrsta plitkih korita (sl. 6, sl. 7). Karakteristično je da su širine tih korita širine pojačanog habanja betona uvek veće iza spojnica u smeru kretanja: ispred spojnica varira od 10—15 cm, a iza spojnica od 20—15 cm, a iza spojnica od 20—40 cm. Dubina korita je takođe promenljiva i mestimično prelazi 5 cm.



Sl. 8. Izgled svih betonskih cilindara po valjanju

Rezultati ispitivanja betonskih cilindara posle 16 godina od dana izrade betona.

Jula meseca naredne 1955 godine izrađeni su betonski cilindri dijamantskom burgijom. Ukupno je izvađeno 10 cilindara iz 10 polja (po dva polja za svaku vrstu sastava betona, tj za kolovoze navedene napred pod a do e zaključno). Ti su betonski cilindri vađeni neposredno pored mesta na kojima su vađeni cilindri po završetku građenja, da bi upoređenje dobijenih rezultata bilo realnije i pouzdanije. Cilindri su vađeni od strane Instituta za ispitivanje materijala NR Srbije, u kome su izvršena i ispitivanja. Cilindri su obrađeni na jednoobrazan način i na osam cilindara je izvršeno ispitivanje jačine na pritisak, a dva cilindra su upotreb-

ljena za ispitivanje postojanosti na mrazu. Prečnik cilindara je bio isti kao i kod ranije vađenih, tj 20 cm; visina cilindara je varirala, kao što će se videti iz daljeg pregleda. Samo ispitivanje čvrstoće i postojanosti na mrazu izvršeno je u aprilu sledeće 1956 godine. U elaboratu Instituta postoji tačna šema polja i mesta vađenja cilindara.

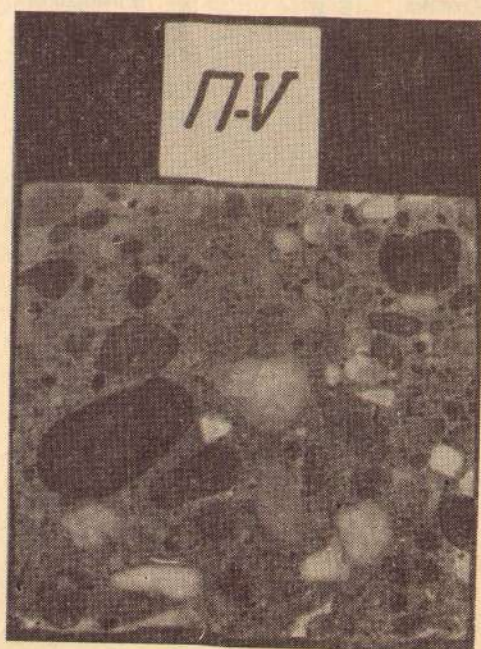
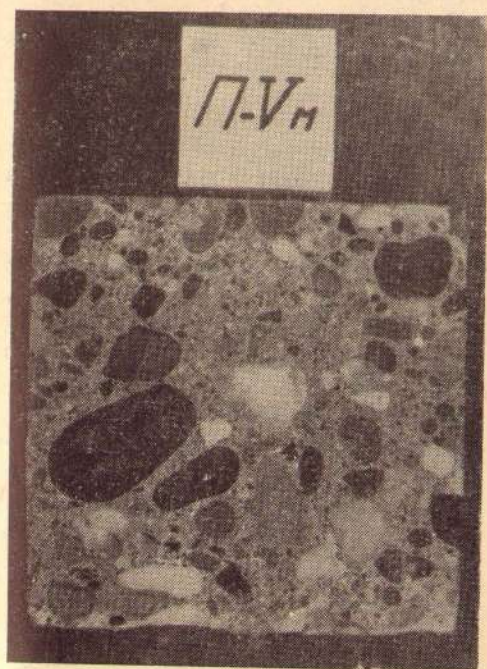
U izveštaju o tim ispitivanjima navodi se u pogledu **opštih zapažanja**: da je beton homogenog sastava, sa dobrim rasporedom agregata i vezom sa malterom; da je habanje ravnomerno; da se ne zapaža granica donjeg i gornjeg sloja betona, već da oba sloja čine homogenu celinu. Na sl. 8, su prikazani svi izvađeni cilindri i njihov izgled po vađenju.

Tabela rezultata ispitivanja jačine na pritisak.

Oznaka	starost god.; mes.; dana			Visina ob- radenih cilindara cm	Zaprem. težina kg/dm ³	Čvrstoća na pritisak kg/cm ²	Materijal
P- II	16	—	—	15,8	2,298	628	Moravac
P- III	16	—	—	15,7	2,337	737	Krečnjak
P- IV	16	1	11	14,8	2,391	728	Krečnjak
P- VI	16	—	—	14,7	2,352	722	Drinski šljunak
P- VII	16	2	18	13,4	2,264	549	Drinski krečnjak
P-VIII	16	—	—	15,0	2,303	561	Drinski krečnjak
P- IX	16	—	—	14,8	2,212	468	Savski šljunak
P- X	16	1	5	15,3	2,249	575	Savski šljunak

Cilindri su vađeni iz sledećih polja i imali su sledeće prosečne visine:

- P- I iz polja 9; srednja visina $h = 16$ cm; moravski šljunak
 P- II iz polja 15; srednja visina $h = 15,5$ cm; moravski šljunak
 P- III iz polja 18; srednja visina $h = 15,3$ cm; krečnjak-tucanik
 P- IV iz polja 23; srednja visina $h = 14,3$ cm; krečnjak-tucanik
 P- V iz polja 34; srednja visina $h = 14,2$ cm; drinski šljunak
 P- VI iz polja 39; srednja visina $h = 14,2$ cm; drinski šljunak



Sl. 9a i 9b. Izgled betonskog cilindra sa drinskim šljunkom pre (a) i posle (b) dejstva mraza

- P- VII iz polja 43; srednja visina $h = 12,5$ cm; drinski šljunak sa
dod. krečnjakom
P-VIII iz polja 44; srednja visina $h = 14,2$ cm; drinski šljunak sa
dod. krečnjakom
P- IX iz polja 53; srednja visina $h = 14,0$ cm; savski šljunak
P- X iz polja 57; srednja visina $h = 14,5$ savski šljunak.

Dobijene čvrstoće na pritisak do-
bro se slažu sa zapreminskim težina-
ma. Redukcija čvrstoće cilindara na
čvrstoću kocki, radi utvrđivanje mar-
ke betona, n ijevršena u Institutu za
ispitivanje materijala NR Srbije, jer
o tome nisu postojali određeni pro-
pisi.

Postojanost na mrazu i habanje
ispitivano je samo na P-I i P-V ci-
lindru (v. sl. 9). Iz cilindara su ise-
ćene kocke dimenzija $7 \times 7 \times 7$ cm
i sa njima je izvršeno ispitivanje u
mašini Böhme po postupku koji je
propisan za ispitivanje habanja ka-
mena. Dobijeni su sledeći rezultati:

Oznaka cilindra	Zaprem. tež. kg/dm ³	Habanje cm ³ /50 cm ²	Postojanost na mrazu
P-I	2,351	6,13	postojan
P-V	2,321	5,31	postojan

U vremenu od 1956 godine do da-
nas nisu vršena nikakva detaljna os-
matranja betonskih kolovoza, sem u
dva navrata od strane potpisatog i
jednom (u 1963 godini) zajedno sa
Ing A. Jerinom i Ing B. Todorovi-
ćem, po želji Ing A. Jerina da se u-
pozna sa stanjem pojedinih probnih
deonica betonskog kolovoza sa šljun-
kom. Pregled nije bio detaljan, već
informativan o opštem stanju poje-
dinih deonica. Nije konstatovana ni-
kakva promena u tome pogledu.

Zaključak

Betonski kolovozi su kod nas prvi
put rađeni u većem obimu na među-

narodnom putu Beograd — Novi Sad
— Subotica. Rađeno je dvoslojno i po
sastavu i po ugrađivanju, pa je za
gornji sloj primenjavan eruptivni
agregat. Smatralo se da gornji-haba-
jući sloj treba da bude i po mate-
rijalu i po količini cementa različit-
bolji od donjeg sloja, jer neposredno
prima dinamičke udare, horizontalne
i vertikalne sile, kao i razne atmo-
sferske uticaje. Uostalom takva od-
redba je bila direktno i predviđena u
propisima za cementno-betonske ko-
lovoze; ona i danas stoji u tim propi-
sima. Zbog toga, a i zbog činjenice
da se za isradu ovih kolovoza zahte-
va obimna mehanizacija, posebna
brižljivost i stručnost u radu, ogra-
ničava se obično njihova primena sa-
mo na nove pravce i puteve najvećeg
značaja.

Probna deonica na putu Pančevo—
Vršac značajna je baš sa gledišta u-
blažavanja suviše strogih propisa za
izradu cementno-betonskih kolovoza,
a posredno i za smanjivanje koštanja
njihove izrade. Pitanje patentnih ko-
lovoza, o kojima je ovde bilo reči,
sporednog je značaja i predstavlja
neuspeli pokušaj, jer je primena tih
kolovoza oprobana na neodgovaraju-
ćem mestu, pod neodgovarajućim, u-
словima i za neodgovarajući saobra-
ćaj. To se moglo znati i bez probnih
deonica, jer izvesne teorijske postav-
ke sa kojima se polazilo očigledno
nisu mogle biti i ostvarivane u prak-
si. Ne smatramo potrebnim da o tim
patentnim kolovozima dajemo neke
posebne zaključke u vezi sa rezulta-
tima deonica. Primerno je, a reklo
bi se i jedino, da se vidi:

— da li je probna deonica dala i kakav odgovor na pitanje o ekonomsko-tehničkoj opravdanosti primene šljunak u habajućem sloju betonskih kolovoza?

— da li je probna deonica dala i kakav odgovor po pitanju ekonomsko-tehničke opravdanosti primene betonskih zastora pri rekonstrukciji postojećih puteva?

Danas je od izrade probnih deonica prošlo 25 godina. Zaista se ne može tražiti bolji dokaz no što je ovako dugi period, kroz koji su betonske probne deonice izdržale bez vidnih znakova propadanja. Ako uporedimo stanje betonskih kolovoza na putu Beograd — Zagreb sa stanjem probnih deonica, nameće nam se zaključak, uostalom potpuno logičan, da se i sa slabijim materijalom može izraditi dobar kolovoz, kao što se i sa odličnim materijalom može izraditi loš kolovoz. Nije, dakle, najbitnije pitanje da li primeniti **eruptivni agregat** ili **šljunak** u habajućem sloju, već uslovi temeljenja i način izrade. Na probnim deonicama je temeljenje bilo vrlo solidno, preko potpuno konsolidovanog nosećeg sloja, debljine od 35—50 cm, sa solidno izvedenim proširenjima sa strane; kontrola rada i način rada solidni; primenjeni materijali detaljno ispitani. Pošto su i pojedine deonice izvedene pod skoro istovetnim uslovima, ostalo je jedino da se ispita uticaj primene šljunka i krečnjaka u habajućem sloju. A ovaj materijal u gornjem sloju mogao bi da utiče dvo

a) smanjivanjem otpornosti na habanje pod kombinovanim dejstvom zapreznog i motornog saobraćaja (udara i jakih horizontalnih sila); i

b) smanjivanjem jačine na pritisak i savijanje, sa napomenom da je da-leko bitnije pitanje uticaja na jačinu pri savijanju.

U ovom pogledu probne deonice su pokazale sledeće rezultate:

Habanje. Merilo habanja je nastalo trošenje preseka, — smanjivanje visine betonskih cilindara, izvađenih sa približno istog mesta. Na probnim deonicama su betonski cilindri vađeni na 1,0 m od osovine puta (srednje spojnice), ili na 1,0 m od spoljne ivice ploče, dakle približno po tragu prolaza točkova.

Za žaljenje je što ne raspolažemo tačnim podacima o debljinama ranije izvađenih cilindara. Međutim, pošto je tačnost profila podloge strogo kontrolisane pre početka betoniranja, može se smatrati da debljina betonskog kolovoza nije varirala za više od +0,5 cm, to jest da **nije prelazila debljinu od 15,5 cm**, sem izuzetno u nekoj lokalnoj rupi-ulegnuću. Sa gledišta do sada nastalog habanja nepovoljniji je slučaj pretpostavke da je prvobitna debljina betonskih ploča bila veća od predviđenih 15,0 cm te ćemo stoga tu debljinu od 15,5 cm i uporediti sa debljinama koje su konstatovane na pojedinim betonskim cilindrima 1955. g. Uostalom, kontrola utroška cementa bila je za vreme građenja vrlo stroga i svakodnevna; nije konstatovan veći utrošak cementa od dopuštene tolerancije (najviše oko +3,4 kg/m² kolovoza); vršena je takođe i kontrola broja mišunga, odnosno kubatura svežeg i ugrađenog betona. To je takođe dopunski dokaz pravilnosti profila i malih odstupanja u debljinama ploča.

Ako pogledamo konstatovane visine na cilindrima iz 1955. godine, videćemo da se one kreću od 14,2 do 15,5 cm sa dva izuzetka i to na cilindri P-I (sa visinom 16,0 cm) i na cilindru P-VII (sa visinom od 12,5 cm; beton od drinskog šljunka sa dodatkom krečnjaka). Najčešći rezultati srednjih visina cilindara bili su **oko 14,3 cm**. To bi značilo da je za 16 go-

dina habanje bilo **najviše 1,2 cm**, odnosno manje od 1 mm godišnje i to pod pretpostavkom početne debljine za 0,5 cm veće od projektovane. Osim toga, rezultati opita habanja na cilindrima P-I i P-V pokazali su da je habanje bilo znatno manje od dopuštenih za **beton sa eruptivnom sitneži**. Znatno udeo kvarca u peskovima pojačava njihovu otpornost na habanje, te se može sigurno tvrditi da su probne deonice po pitanju habanja pokazale:

da se primenom šljunka može postići beton dovoljne otpornosti na habanje.

Ne treba izgubiti iz vida da su preko ovih probnih deonica, za vreme rata, u doba slabog održavanja spojnice i kolovoza, prošle mnogobrojne kolone nemačke ratne mehanizacije, sa gusenicama umesto točkova koje povećavaju habanje.

Dobijeni rezultati habanja-smanjivanja cilindara sa deonice od tucanika krečnjaka ne mogu se smatrati merodavnim za ocenjivanje celishonosti primene krečnjaka uopšte. Ovo zbog toga, što je na probnoj deonici u Pančevu primenjen krečnjak izuzetnih kvaliteta u pogledu otpornosti na habanje, pa i čvrstoće (habanje $9,89 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$; čvrstoća 1973 kg/cm^2). Takvih krečnjaka obično nema i ne može se računati sa habanjem ispod $15\text{--}18 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$ za najmasovniji kvalitet naših krečnjačkih stena; Probna deonica je samo pokazala da se sa tvrdim krečnjacima, sličnih otpornih svojstava kao što ih ima krečnjak iz Rakovice, može dobiti beton koji zadovoljava sve uslove za habajući sloj kolovoza.

Jačina na pritisak i savijanje. Probne deonice sa šljunkom i krečnjakom iz Rakovice pokazale su potpuno zadovoljavajuće rezultate u pogledu čvrstoće na pritisak i savijanje prilikom kontrolnih ispitivanja betona u toku građenja. Ponašanje beto-

na u proteklom periodu to potvrđuje. O samoj čvrstoći na pritisak najbolje podatke pruža upoređenje rezultata ispitivanja na cilindrima iz 1939. i 1955. godine, tj posle 16 godina:

— za moravski šljunak 354 : 628 kg/cm^2 ili povećanje od $77,3\%$

— za drinski šljunak 380 : 722 kg/cm^2 ili povećanje od $90,0\%$

— za drinski šljunak
za krečnjakom 406 : 555 kg/cm^2 ili povećanje od $12,1\%$

— za savski šljunak 377 : 522 kg/cm^2 ili povećanje od $38,5\%$

— za tucanik krečnjak 457 : 732 kg/cm^2 ili povećanje od $60,2\%$

Iz ovih rezultata mogu se izvući zaključci:

— da se početne čvrstoće betona na pritisak kod svih vrsta šljunkova ne razlikuju mnogo;

— da je kako u pogledu početne čvrstoće betona, isto tako i u pogledu porasta čvrstoće sa vremenom najbolje rezultate pokazao **drinski šljunak**, najslabije **savski šljunak**. Ovaj rezultat je logičan, s obzirom da je u drinskom šljunku bilo najmanje nečistoća i slabih sastojaka, dok ih je najviše bilo u savskom šljunku;

— da dodatak tvrdih krečnjaka, kvaliteta krečnjaka iz Rakovice, povećava početnu čvrstoću drinskog šljunka, ali smanjuje dalji porast ove čvrstoće sa vremenom; i

— da dodatak tucanika krečnjaka smanjuje otpornost na habanje betona, a da su najotporniji betoni od šljunkova sa dosta silikatnih sastojaka,

Ostali zaključci i iskustva sa probne deonice kod Pančeva.

Dosadašnja osmatranja i dosadašnje ponašanje betonskih kolovoza sa šljunkom na ovim probnim deonicama dopuštaju zaključak, da se preko

postojećih kolovoznih konstrukcija može da izradi betonski zastor i smanjene debljine od 12—15 cm. Koliko je to, međutim, ekonomično, — ne može se zaključiti i o tome probna deonica ne daje podatak. Pre svega, promena cena pojedinih građevinskih materijala i promene u strukturi cena za građevinske radove iz osnova bi izmenile svaki rezultat i da je postojao. Podaci o koštanju nisu vođeni, pošto je izvršenje radova povereno privatnom preduzimaču, u čije kalkulacije nadzor nije mogao da ulazi. Zbog toga pitanje ekonomičnosti ovakvih konstrukcija ostaje otvorenim.

Pokušaj da se ivične trake rade sa dodatkom gvođenog oksida pokazao se povoljnim i sa gledišta izrade, a i po ceni. Nisu konstatovani nikakvi štetni uticaji gvođenog oksida. Rad je vrlo jednostavan. Čuvanje kolovozne površine postiže se prethodnim premazivanjem ivica blatom od ras-kvašene ilovače, u širini od oko 0,5 m. Po stvrdnjavanju betona na trakama, ilovača se lako čisti sa kolovoza i ostaje čista, nezaprljana površina betona.

Ankerovanje ivičnih traka za kolovoznu konstrukciju je neohodno potrebno, bez obzira na zbijenost koja se postiže u tlu pod trakama. Ono je još potrebnije ako se radi o proširenjima stare konstrukcije koja služi kao noseći sloj: nikada se, naime, ne može u tim slučajevima da garantuje homogenost uslova naleganja.

Razmak dilatacionih spojnica od 10 i 11 m pokazao se suviše velikim, naročito s obzirom na smanjenu debljinu betonskih ploča. Za žaljenje je što nije ispitan stvarni uticaj žilave hartije na dilataciju i pojavu pukotina u betonu: danas mnogi smatraju da beton, suprotno ranijem shatanju, treba da se što čvršće „veže“ sa nosećim slojem, te da se na-

prezanja od temperaturnih promena što ravnomernije prenesu na celu betonsku masu. Zbog toga se žilava hartija izbegava svuda gde ona nije neophodna radi sprečavanja oduzimanja vode betonu u procesu vezivanja (na primer, ako beton leži na sloju šljunka). Pa i tada se čine pokušaji da se drugim načinom (površinskim zatvaranjem šljunčanog sloja i sličnim merama) izbegne potreba za žilavom hartijom. Dobro bi bilo ako se u ovom smislu izvršili naknadni ogledi.

Na kraju ovih izlaganja o probnoj deonici napominjemo, da je ona, pored toga što je ratni period sprečio sistematska i detaljna osmatranja, sa redovnim praćenjem i registrovanjem svih promena i svih činilaca od uticaja na trajnost kolovoza, — dala dragocena iskustva. Nažalost, mora se isto tako napomenuti i to, da organi putnih uprava kod nas, pa i sami projektanti, nisu pokazali mnogo želje da se koriste ova dragocena iskustva u cilju ekonomičnije izrade betonskih kolovoza. Još uvek postoji suviše čvrsto ukorenjeno mišljenje da u habajućem sloju treba primeniti eruptivni agregat. Koliko je to teškoća često stvaralo, pored poskupljenja radova, a kakve je rezultate dalo, — sliku nam pružaju iskustva sa posleratnih radova na betonskom polovozu. Nasma još u stanju pritom da uporedimo i ukupno propušteno bruto opterećenje od saobraćaja na probnim deonicama i na ostalim betonskim kolovozima, — slika bi bilo još drastičnija.

Naša zemlja ima dosta šljunka i to odličnog kvaliteta; ona ima i dobrog eruptivnog kamena. Nekada će rado vi biti sigurno ekonomičniji sa primenom šljunka u gornjem, habajućem sloju betonskih ploča; drugiput obratno. Tvrdoglavo se držati uvek slova propisa i istih rešenja, sigurno najmanje garantuje da se neće po-

grešiti. Ne treba izgubiti iz vida i to, da rad u dva sloja po sastavu mešavine (sa raznim agregatom i raznom količinom cementa u donjem i gornjem sloju); ima i drugih ozbiljnih nedostataka. Ovo naročito danas kada se raspolaže spravama za nabijanje betona velikog kapaciteta, koje mogu nabijati beton u slozu mnogo većih debljina no ranije. Primeniti takvu mehanizaciju, a raditi u dva sloja sa raznim sastavom, — sigurno

ne predstavlja dobro iskorišćavanje kapaciteta raspoložive mehanizacije niti njihovih prednosti u pogledu ubrzanja i pojeftinjavanja radova. Ako se rezultati probnih deonica ne smatraju dovoljnim ili dovoljno pouzdanim, — vršimo u tome pravcu i dalje oglede, ako treba i nove probne deonice, ali ne dopustimo da se zastane na pola puta i da se zanemaruju ona iskustva sa kojima već raspolažemo.

Dipl. ing. Branislav V. TODOROVIC

Građenje puta Beograd – Pančevo u periodu 1935 – 1938. godine

Posle prvog svetskog rata nametnula se potreba stvaranja novih saobraćajnih veza. Jedna od takvih bila je neophodna nužnost da se premosti reka Dunav kod Beograda u cilju povezivanja prestonice, kako sa plodnim Banatom, tako i sa prekomunarskom mrežom puteva i željeznica. Potreba za vezom Beograda sa Pančevom, odnosno Srbije sa Banatom i Bačkom, nastala je odmah po oslobođenju ovih krajeva 1918 godine čim su bile ukinute političke granice.

Početkom 1927. godine otpočelo je građenje mosta preko reke Dunava kod Beograda, tako da su radovi završeni sredinom 1931 godine. Odmah zatim pristupilo se i izradi željezničke pruge Beograd—Pančevo, kao i podizanju velikog odbrambenog nasipa dužine 90 km u cilju isušivanja i zaštite Pančevočkog rita od visokog vodostaja reke Dunava. Ovo su bili vrlo veliki radovi, te su u ono vreme izdaci za ove radove predstavljali sumu od oko 700 miliona dinara (oko 40 milijardi današnjih dinara).

Tadašnja dužina mosta preko Dunava iznosila je 1517 m, a sastojala se od čelične konstrukcije sa 7 otvora po 162 m, sistema proste grede paraboličnog oblika; zatim iz armir. betonskog lučnog mosta sa 5 otvora

po 25,4 m i 8 otvora po 32,0 m inundacionih mostova.

Projektovana i izvedena širina mosta preko Dunava bila je 19,90 m, i to za dva Željeznička koloseka i sa obostranim pešačkim stazama. Postojala je namjera, da se docnije sa strane mosta, izrade konzole za drumski saobraćaj, pa kako drugi željeznički kolosek nije bio postavljen, to je umesto njega bio izrađen kolovoz širine 4,50 m za saobraćaj drumskih vozila. Ovaj kolovoz, kao privremen, služio je sve do početka drugog svetskog rata.

Željeznička pruga Beograd—Pančevo puštena je u saobraćaj krajem novembra 1935. godine, tj. odmah po završetku odbrambenog nasipa.

Prvi radovi na građenju puta Beograd—Pančevo otpočeli su u toku 1933. godine. Ove radove izvodio je biv. Tehnički odeljak u Beogradu. Do polovine 1935. godine odeljak je izveo radove na izradi navoza dunavskog mosta za potrebe kolskog saobraćaja, kao i nasip puta preko zaštićenog terena Pančevočkog rita, sve do prelaza odbrambenog nasipa. Dužina navoza i pomenutog nasipa, računajući od kraja dunavskog mosta na levoj obali Dunava (km 0 + 000) iznosila je 11,160 km. Isto tako odeljak u Beogradu izvršio je i izradu

makadamskog kolovoza na delu od km 0 + 000 — km 2 + 350, kao i sve propuste do km 11 + 160. Vrednost radova koje je izvršio Tehnički odeljak u Beogradu iznosila je oko 3 miliona dinara.

Polovinom 1935. godine preduzeti su glavni radovi na građenju puta Beograd — Pančevo, a na teret dela kredita iz zajma od jedne milijarde dinara. Posao je bio ustupljen u izvršenje, putem ofertalne licitacije, preduzimaču Aleksandru Simiću, inženjeru iz Beograda, za izlicitiranu sumu od 14,366.233,91 današnjih dinara. Rok izvršenja radova bio je predviđen do 14 avgusta 1937. godine.

Preduzimač je uveden u posao na dan 14 avgusta 1935. godine a rado-

ve završio na dan 9. maja 1938. godine. Vrednost izvršenih radova po obračunu iznosila je 15,408.368.— dinara.

Radovi su izvođeni pod nadzorom biv. IV terenske sekcije Ministarstva građevina, čiji je šef bio inž. Sima Stambolić, a nadzorni inženjeri, na putu autor ovog članka, na mostovima inž. Aleksandar Cvetanović.

Početak stacionaže (km 0 + 000), kao što je pomenuto, nalazio se na levoj obali reke Dunava (kraj mosta), a kraj na ualzu u Pančevo (km 12 + 419), tako da je dužina puta u građenju bila 12,419 km.

Ukupna dužina velikih mostova iznosi i to:

— arm. betoski vijaduk u inundaciji reke Tamiša	181,6 m = 0,182 km
— most preko reke Tamiša sa prilazom na levoj obali reke	117,7 m = 0,118 km
— nadvožnjak u Pančevu	48,40 m = 0,048 km
	0,348 km

tj. dužina puta bez mostova $12,419 - 0,348 = 12,071$ km.

Prema tome troškovi građenja po 1 km puta, bez mostova, uzimajući u

obzir i vrednost radova koje je izveo biv. Tehnički odeljak u Beogradu, iznosili su:

$$\frac{15,408.368 \text{ din.} + 3,000.000 \text{ din.}}{12,071 \text{ km}} = \frac{18,408.368 \text{ din.}}{12,071 \text{ km}} = 1,525 \text{ mil/km}$$

ili oko 90 mil/km današnjih dinara.

Trasa puta

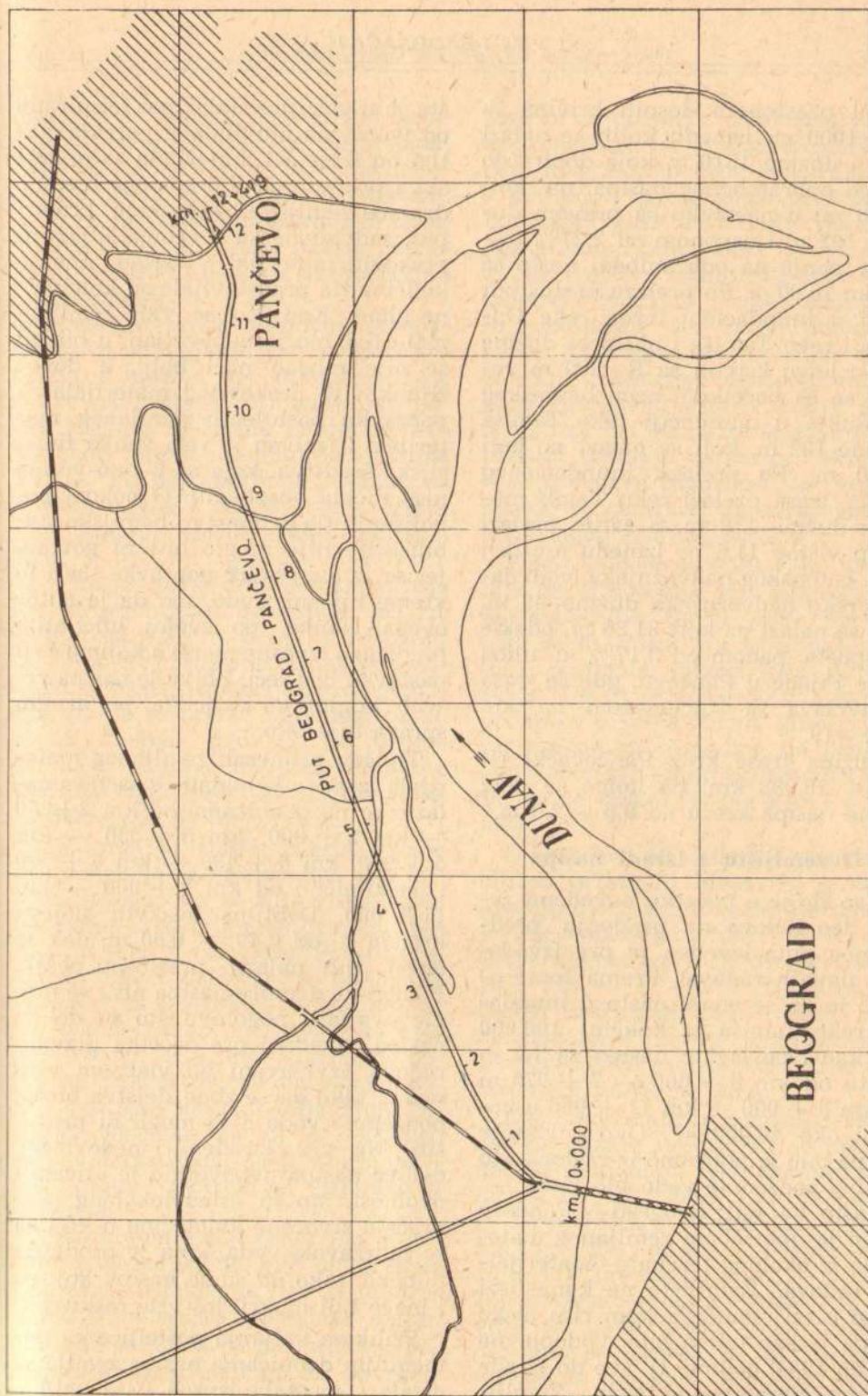
Vrednost radova na izradi mostova iznosila je okruglo 4,500.000 dinara, tako da je ukupna vrednost radova na građenju puta i mostova predstavljala iznos: $18,408.368 + 4,500.000 = 22,908.368$ dinara.

Troškovi građenja po 1 km puta, zajedno sa mostovima, bili su:

$$\frac{22,908.368 \text{ din.}}{12,419 \text{ km}} = 1,85 \text{ mil/km (oko}$$

100 mil/km današnjih din.).

Početak trase puta (km. 0 + 000) (vidi sl. 1) nalazio se na levoj obali reke Dunava, tj. na kraju dunavskog mosta. Od mosta trasa se spušta sa padom 4,5% u Pančevački rit na kotu 71,5 m. U nastavku, trasa vodi pravcem dužine 2950 m u horizontali, a zatim skreće desnom krivinom sa $R = 3000$ m, a dalje ponovo pravcem dužine 6827 m sa promenljivim uzdužnim nagibima $0 - 0,75\%$ do



Sl. 1

dveju uzastopnih desnih krivina sa R — 1000 m, između kojih se nalazi prava dužine 1516 m koja dopire do ispred odbrambenog nasipa na koti 72,50 m; u nastavku sa pravom dužine 102 m i usponom od 2,27% trasa se penje na odbrambeni nasip sa kotom 76,90 m. Po prelazu nasipa put ulazi u inundacioni teren reke Dunava i reke Tamiša i nasipom dužine 626 u levoj krivini sa R — 300 m vezuje se sa početkom arm. betonskog vijadukta u inundaciji reke Tamiša dužine 182 m, koji se nalazi na koti 78,80 m. Po prelazu inundacionog mosta, trasa prelazi reku Tamiš mostom dužine 118 m, a zatim prelazi nasip visine 11,5 m između mosta i arm. betonskog nadvožnjaka, vodi dalje preko nadvožnjaka dužine 48 m, koji se nalazi na koti 81,86 m, odakle se spušta padom od 3,17% u ulicu Moše Pijade u Pančevu, gde se trasa i završava sa stacionažom na km 12 + 419.

Dužina trase kroz Pančevački rit iznosi 10,988 km, na kome se delu visine nasipa kreću od 0,6 — 2,0 m.

O zemljištu i izradi nasipa

Kao što je u početku navedeno, jedan deo radova na građenju predmetnog puta izveden je pre izvođenja glavnih radova. Prema tome ostalo je da se izvrši nasip u inundaciji reke Tamiša u količini 100.000 m³, kao i povišenje nasipa za 1,0 m u ritu od km 6 + 600 — 7 + 970 m od km 8 + 900 — km 11 + 966 u količini oko 40.000 m³. Ovo povišenje nasipa bilo je potrebno iz razloga, što je nivo podzemne vode bio visok.

Nasip za put Beograd — Pančevo rađen je upotrebom zemljanog materijala iz okolnog terena — materijalnih radova. Zemljište na kome leži nasip u tzv. Pančevačkom ritu nisko je, pa je kao takvo bilo vodoplavno sve do 1934. godine, tj. sve do izrade velikog odbrambenog nasipa. Zemlji-

šte je u gornjim slojevima formirano od tvorevina aluvijalnog porekla, zatim od treseta i materijala sa organskim primesama. Pored toga izvesne deonice zemljišta, kroz koje prolazi put, sadržavale su i veoma sitnozrni peskoviti materijal. Najzad, znatne količine tla predstavljale su koloidalne gline. Kao što se vidi zemljani materijal bio je nepovoljan, u blizini se nije mogao naći bolji, a dovoz šljunkovito peskovitog materijala za popravku postojećeg zemljanog materijala iziskivao je vrlo velika finansijska sredstva, koja se u ono vreme nisu mogla obezbediti. O nekom poboljšanju tla primenom hemijske stabilizacije nije moglo biti ni govora, jer se za ovaj oblik popravke tla u to vreme nije ni znalo, ma da je autor ovoga članka, po svojoj inicijativi predlagao izvesne mere, o kojima će u nastavku biti reči. Zbijanje nasipa vršeno je glatkim valjcima, jer drugih sprava nije bilo.

Tipičan primerak zemljanog materijala izrazito koloidalnog sastava nalazio se na deonicama od km 2 + 350 — km 3 + 000, km 5 + 550 — km 5 + 970, km 6 + 430 — km 6 + 570 i mestimično od km 8 + 000 — km 11 + 000. Debljina ovakvih slojeva kretala se od 0,40 — 0,60 m, dok se ispod njih nalazio prašinsti pesak. Pomenute deonice nasipa nisu se mogle uvaljati, pogotovu što su delovi nasipa, izvedeni pre početka glavnih radova, izvršavani po vlažnom vremenu, tako da se zbog dejstva bliske podzemne vode nisu mogli ni prosušiti. Na već izrađene i nedovršene delove nasipa nepovoljno je uticala i okolnost, što su usled lokalnog saobraćaja stvorene kolotečine u kojima se zadržavala voda, koja je prodirala duboko, tako da su se nasipi, koji su i inače bili mokri, još više raskvasili.

Prilikom valjanja posteljice na pomenutim deonicama nasipa zemlja se dizala i spuštala ispred i iza valjka,

tako da se moralo odustati od polaganja podloge dok se ne izvrši sanacija tih slabih mesta. Za njihovu sanaciju predloženo je nekoliko načina:

1) da se izvrši otkopavanje i uklanjanje celokupne mase nasipa i da se nasip izradi sa drugim, nešto boljim materijalom;

2) da se izvrše delimična otkopavanja sa uklanjanjem rđavog materijala, a umesto ove otkopane mase da se stavi šljunkoviti materijal; pored toga da se izrade poprečne drenaže do terena na celoj širini trupa nasipa, na odstojanjima 3—5 m, sa širinom drenaža oko 0,30 m i njihovom ispunom šljunkovitim materijalom;

3) da se izvrši dublje otkopavanje već pripremljene posteljice još na dubini od 0,30 m, a zatim otkopani deo ispuni sitnim peskom koji se nalazio u nekim materijalnim rovovima, pa da se preko zbijenog peska položi kamena podloga; po ovome predlogu ukupna debljina kolovozne konstrukcije zajedno sa slojem peska trebalo je da iznosi 0,70 m.

Za sanaciju slabih mesta nasipa primenjen je način naveden pod tač. 3 iz razloga, što se nije raspolagalo novčanim sredstvima za primenu boljeg materijala (šljunak). Pored toga, ovakav način zahtevao je najmanje vremena za izvođenje radova, što je bio takođe jedan od razloga za njegov izbor. Ovakvim načinom popravke nasipa primenom sitnog peska, postigao se zadovoljavajući rezultat. Svakako da bi se postigao mnogo bolji uspeh, da je umesto sitnog peska upotrebljen šljunkoviti materijal.

Upotrebljeni sitan pesak bio je dovoljno vlažan, te je bila omogućena njegova konsolidacija. Da je upotrebljeni sitan pesak bio manje vlažan desilo bi se to, što bi pri valjanju pesak izašao kroz podlogu do površine tucanika, tj. pojedino kamenje pod-

loge bi se pomerilo iz svog prvobitnog položaja, usled čega bi došlo do deformacije kolovozne konstrukcije.

Prilikom razmatranja pitanja poboljšanja glinovitih materijala na predmetnom putu, autor ovoga članka, u svojstvu nadzornog inženjera, došao je još u ono vreme na ideju da se poboljšanje tla izvrši dodatkom kreča. Kreč koaguliše koloidne čestice gline i oduzima im lepljivost, te zbog zgrušavanja glina dobija novu strukturu pri čemu se snižava kapilarnost, otklanja bubrenje i skupljanje, povećava sigurnost na dejstvo mraza, tj. zemljani materijal postaje tzv. blagoge fizičkog sastava.

Kako je geomehanika u to vreme bila tek u početnoj fazi svoga razvoja, ispitivanja tla u tome domenu nisu se ni vršila niti je u našoj zemlji postojala laboratorija za ove svrhe. Da bi se došlo do bilo kakvih podataka o mešavinama gline i kreča, rađene su mešavine na primitivan način sa raznim procentima kreča, te se došlo do povoljnih rezultata.

Organi biv. Ministarstva građevina bili su prihvatili ideju da se izvrši poboljšanje glinovitog tla krečom, pa je čak i dato odobrenje da se ovaj eksperiment izvrši na deonici od km $10 + 000$ — $11 + 000$. Nažalost ovi radovi nisu mogli biti izvedeni zbog nemogućnosti bržeg organizovanja izvršenja ovih radova, kao i uslovljenog roka završetka puta.

Kao što je napred pomenuto veliki deo zemljanih radova bio je predviđen u inundaciji reke Tamiša, a u iznosu od 100.000 m^3 . Visina nasipa na ovoj deonici, od km $11 + 180$ — km $11 + 806$ i od km $12 + 105$ — km $12 + 419$, kretala se od 4,5 — 11,4 m. Izradu ovako visokog nasipa, kao navoza za most preko reke Tamiša, diktirala je potreba, da se pri većem vodostaju omogućí plovidba rekom Tamišom, što je izazvalo potrebu ka-

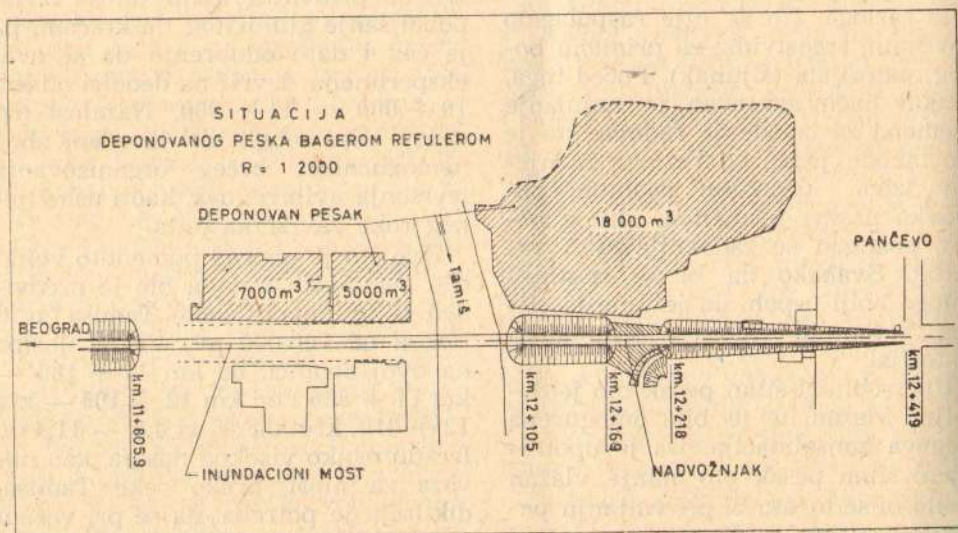
ko građenja visokih stubova mosta, tako i izvođenje visokih navoza. Zbijanje ovoga nasipa vršeno je takođe glatkim valjcima.

Nabavka potrebnog zemljanog materijala za izradu nasipa predviđena je iz materijalnih rovova s leve i desne strane puta. Kopanje ovih rovova, koji inače leže u niskom-vodoplavnom terenu reke Dunava i Tamiša, omogućeno je u toku 1935. godine blagodareći izvanrednom niskom vodostaju navedenih reka, tako da se do kraja 1935. godine uspelo da izvrši 75⁰/₀ od predviđene količine zemljanih radova. U toku 1936. godine visok vodostaj nije dozvoljavao veće radove u inundaciji.

Materijalni rovovi iskopani u inundacionom terenu u toku 1935. godine napunili su se vodom, a njihovo ceđenje do pune dubine nije se moglo izvršiti, jer je nivo reke Tamiša bio visok. Kopanje pak još neotvorenih rovova na dubinu do 2,0 m bilo je omogućeno za jedno kratko vreme, kada je ponovnim nadolaskom reke Tamiša i to onemogućeno.

S obzirom da je inundacioni teren bio pod šumom, bilo je potrebno izvršiti i vadenje velikog broja panjeva (izvađeno 15730 komada). Ova okolnost, kao i okolnost da je dalje kopanje zbog visokog nivoa podzemne vode bilo moguće samo na dubini do 1,0 m, odustalo se od daljih radova oko dobijanja potrebne zemlje sa inundacionog terena za dovršenje visokih nasipa. Naime, pristupilo se traženju jednog novog, efikasnijeg i po mogućstvu jeftinijeg načina za dobijanje nedostajućeg zemljanog materijala. Novostvorena situacija iziskivala je hitno i celishodno rešenje, te se pri traženju načina za dobijanje zemlje došlo na ideju, da se izvrši bagerovanje reke Tamiša. Pokazala su se dva načina za dobijanje materijala putem bagerovanja i to:

- a) da se bagerovani materijal utovari u šlepove, a zatim iz šleпова istovaruje i odvozi u nasip;
- b) da se bagerovani materijal deponuje putem refulernih cevi (zajedno s vodom) do blizine nasipa, a zatim prenosi na nasisp.





SI 3 KOLOVOZNA KONSTRUKCIJA NA PUTU BEOGRAD - PANČEVO

Prvi način pokazao se skuplji, pa je usvojena alternativa pod b), koja je 5—6 puta jeftinija, tako da su troškovi oko dobijanja 1 m^3 deponovanog materijala — peska iznosili $3,30 \text{ din/m}^3$.

Za nabavku potrebnog peskovitog materijala iz korita reke Tamiša i njegovo deponovanje primenom refulernih cevi, tadašnje Hidrotehničko odeljenje Min. građevina ustupilo je nadzornoj sekciji bager „Posavinu” koji je mogao pod povoljnim prilikama da izbací do 3000 m^3 materijala za 10 časova rada da nije dno reke bilo nečisto, usled čega se pumpa na bageru kvarila, te se gubilo vremena oko čišćenja i opravki njegovih instalacija.

Efektivni rad bagera „Posavine”, na pribavljanju materijala iz korita reke Tamiša iznosio je 194 časova, te je u toku toga vremena deponovano 30.000 m^3 materijala (vidi sl. 2). Prema tome u toku 10 časova rada bager je izbacivao 1550 m^3 materijala, dakle polovinu svoga kapaciteta, jer se veći efekat nije mogao postići iz napred navedenih razloga.

Materijal dobijen iz korita reke Tamiša bio je sitnozrni pesak. Kako se materijal izbacivao zajedno sa vodom, to je voda isprala gotovo sav mulj, dok je pesak bio nataložen na određena mesta u blizini nasipa. Procenat vode u refulernim cevima iznosio je oko 50%.

Opisani način pribavljanja materijala za izradu nasipa primenjen je prvi put u našoj zemlji. Deponovani materijal predat je izvođaču radova, koji ga je upotrebio za izradu nasipa.

Transport svih zemljanih masa vršen je kolicima i kariotama.

Kolovoz puta

Projektom je bio predviđen kolovozni zastor od sitne kamene kocke na podlozi sistema „Telford” (vidi sl. 3). Širina kolovoza je $6,00 \text{ m}$ sa obostranim bankinama po $1,0 \text{ m}$, tako da ukupna širina puta iznosi $8,00 \text{ m}$. Kolovoz je bio predviđen i izveden u jednostranom poprečnom nagibu od 3%.

Debljina kamene podloge je 20 cm , tucaničkog sloja 8 cm u uvaljanom, odnosno 12 cm u neuvaljanom stanju. Prema tome ukupna debljina kolovozne konstrukcije iznosila je 40 cm .

Kameni materijal za izradu podloge, tucanik, spojni materijal, odnosno kamena sitnež, krupan kamen za oblaganje keglí mostova i bokova nasipa u inundacionom terenu, nabavljan je iz Rakovice i kamionima prevožen na gradilište. Kamen je krečnjak sa srednjom jačinom na pritisak 1961 kg/cm^2 i koeficijentom habanja $14,63 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$.

Na celoj deonici puta za izradu kamene podloge utrošeno je po odbitku 25% na šupljine 10634 m^3 lomljenog

kamena, a izvršeno 58 321 m² podloge (na delu od km 0 + 000 — km 2 + 350 podloga i tucanički sloj bili su izvedeni). Prema tome na 1 m² podloge utrošeno je:

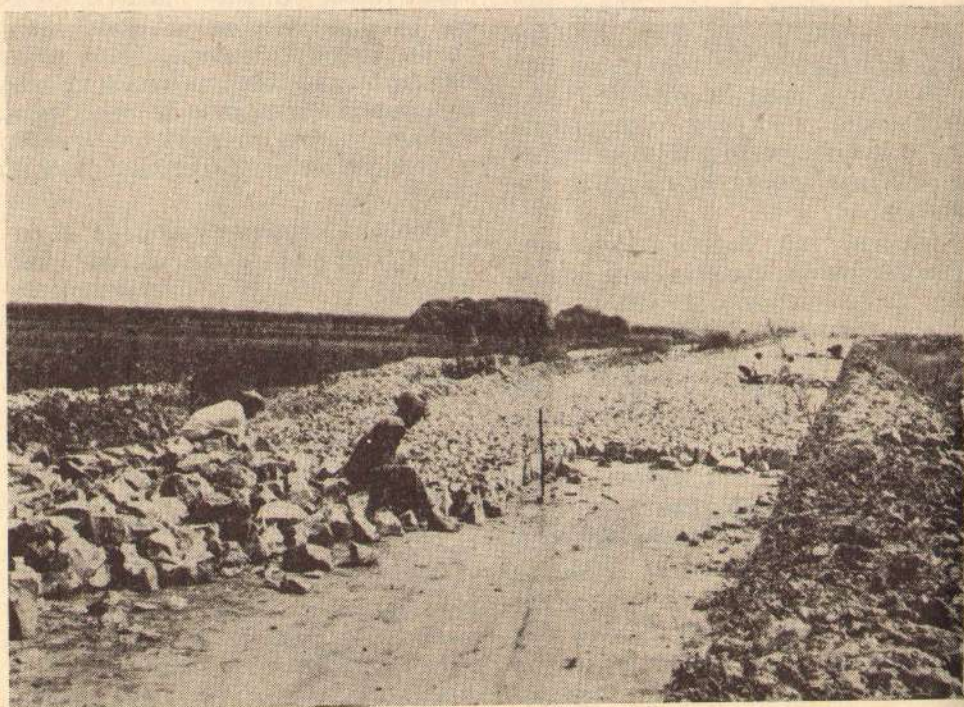
$$\frac{10\,634}{58\,321} = 0,183 \text{ m}^3 \text{ kamena.}$$

Kako je debljina podloge bila 20 cm, to 5 m² predstavlja 1 m³ kamena, odnosno prema prednjem proizilazi da je za 1 m³ kamene podloge bilo potrebno $5 \text{ m}^2 \times 0,183 \text{ m}^3 = 0,915 \text{ m}^3$ lomljenog kamena sa odbitkom 25% na šupljine, koliki je procenat po uslovima bio odbijan. Prijem kamena vršen je u figurama, koje su bile dobro složene.

Lomljen kamen je bio veoma dobro ređan u podlogu, tako da je pre čivljanja, površina posteljice bila pot-

puno pokrivena. Da bi se obezbedilo odvodnjavanje posteljice, na nižoj strani puta, izrađeni su u bankini, na svakih 10 m, drenažni prerezi od pogodnog kamena.

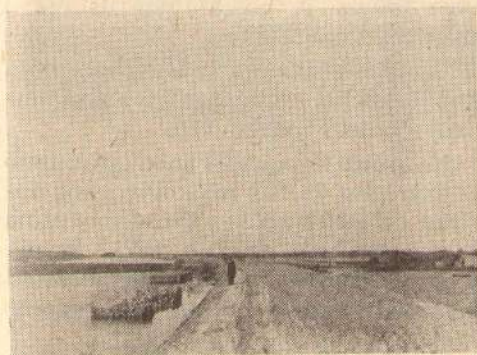
Razastiranje tucanika vršeno je prema šablonu, a prilikom valjanja stalno su instrumentom kontrolisani niveleta i poprečni nagib kolovoza. Sve neravnine i sleganja popravljani su dodatkom novog tucanika. Valjanje je vršeno na principu zamuljivanja, razastiranjem prvo krupnije, a zatim sitnije kamene sitneži, tako da se pri završenom valjanju i jačem polivanju vodom stvarala kašasta masa koja se u vidu maltera utiskivala u šupljine između zrna tucanika. Valjanje je vršeno sve dotle, dok se malter nije potpuno sabio u šupljine i dok se na površini nije odvojila



Sl. 4. Izrada podloge od lomljenog kamena



Sl. 5. Raskvašen nasip na km 7 + 500. Usled visokog vodostaja r. Dunava voda je prodršla ispod odbrambenog nasipa i izlila se s obe strane puta. Desno: figure lomljenog kamena za podlogu puta.



Sl. 6. Raskvašen nasip na km 11 + 000. Prodor vode r. Dunava ispod odbrambenog nasipa i njeno izlivanje s obe strane puta. Levo: figure lomljenog kamena za podlogu puta.



Sl. 7. Raskvašen nasip na km. 11 + 100.

voda bez kaše, što je bio znak, da je valjanje zamuljivanjem završeno.

Zbog napred iznetih loših karakteristika ugrađenog zemljanog materijala u nasipe, valjanje tucanika moralo se vršiti sa neznatnim dodatkom vode. Upotreba normalne količine vode (oko 300 l/m^3) nije bila mogućna, jer se posteljica toliko raskvašavala da je nastajalo nenormalno sleganje i povijanje podtla i podloge, usled čega valjanje nije moglo da dobije svoj završni oblik. To je bio razlog što se pristupilo valjanju gotovo u suvo, sa većim dodavanjem vode tek pri razastiranju i zamuljivanju kamene sitneži. Uopšte ceo posao oko valjanja tucaničkog sloja predstavljao je od početka do kraja poseban problem, koji se za svaki potez puta posebno i rešavao.

Teškoće su bile još i utoliko veće, što je u toku 1936—1937 godine bilo kišovito vreme. Zbog lošeg kvaliteta zemljanog materijala, teško je bilo ostvariti predviđenu niveletu i profile, jer je svaki potez puta imao posebna svojstva u pogledu sastava i osobina tla.

Prilikom izrade posteljice davana su nadvišenja s obzirom na naknadna sleganja u toku valjanja, kako same posteljice, tako i podloge sa tucanikom. Ma da su nasipi, kao što je pomenuto, nabijani i u nedostatku drugih sprava valjani glatkim valjcima, usled raskvašavanja tla nastajalo je i bubrenje zemljanog materijala, što je i bio glavni razlog naknadnih sleganja. Pomenuta nadvišenja kretala su se u granicama od 6—12 cm. No i pored ovih mera u cilju postizanja projektovanih profila dešavalo se, da su sleganja nastajala i kasnije, u toku saobraćaja. Sve je ovo učinilo, da se umesto predviđenih 7000 m^3 tucanika stvarno utrošilo $9\,786 \text{ m}^3$, odnosno povećanje je iznosilo $39,8\%$.

Da bi se stvorila slika o tome sa koliko je teškoća vršeno valjanje tucaničkog sloja, odnosno kakav je odnos normalnog i stvarno izvršenog valjanja, videće se iz sledećeg izlaganja:

Valjanje tucanika izvršeno je u vremenu od 30 marta 1936 godine pa do 21 decembra 1937 godine. Za to vreme, prema podacima iz građ. dnevnika, za valjanje je utrošeno 615 nadnica valjaka. Prosečno valjanje vršeno je po 10 časova dnevno, pa prema tome za valjanje $9\,786\text{ m}^3$ tucanika utrošeno je 6150 časova. Ukupna površina valjanja od km $2 + 350$ — km $12 + 419$ s odbitkom dužine objekata iznosila je $58\,321\text{ m}^2$, te je za 10 časova rada uvaljano:

$$\frac{58.321}{6.150} \times 10 = 94,8\text{ m}^2 \text{ površine puta.}$$

Prema napred navedenom povećanje utrošene količine tucanika iznosilo je $39,8\%$. Valjanje je predviđeno u sloju od 12 cm, pa s obzirom na povećanu količinu od $39,8\%$, proizilazi da je dnevno uvaljano tucanika:

$$94,8 \times [0,12 + 39,8\%] = 15,9\text{ m}^3/\text{na dan.}$$

Pod normalnim okolnostima rada i pri valjanju tucanika od krečnjačkih stena, dnevno se može da uvalja prosečno 250 m^2 površine, odnosno $250 \times 0,12 = 30\text{ m}^3$ tucanika. Prema tome odnos normalnog valjanja prema stvarno izvršenom bio je:

$$15,9 : 30 = 1 : 1,89,$$

tj. ostvareno valjanje, kako po vremenu tako i po troškovima bilo je 1,89 puta veće, nego što je to slučaj pri normalnom radu i pod redovnim tehničkim i vremenskim okolnostima.

I pored svih teškoća bila je ostvarena zahtevana ravnost kolovoza.

Izrada kolovoznog zastora od sitne kocke

Za izradu kolovoznog zastora od sitne kocke predviđeno je da kamen mora imati jačinu na pritisak min $1\,300\text{ kg/cm}^2$ sa koeficijentom habanja max $9\text{ cm}^3/50\text{ cm}^2$. Bila je predviđena kocka III vrste po normama bivšeg Min. građevina, dimenzija $8/11\text{ cm}$.

Kocka je nabavljena iz raznih kamenoloma, iz okoline Višegrada (gabro), sa Rudnika, iz Kadine Luke (dacit), Gornjih Romanovaca (Surdulica) i najzad, jedna mala količina iz kamenoloma „Klisura” (selo Brnjica kod Golubca). Isporučena kocka zadovoljavala je postavljene uslove u pogledu kvaliteta.

Upušteni ivičnjaci, istog kvaliteta kao i kocka, polagani su na betonskoj podlozi marke 110.

Na putu Beograd-Pančevo ukupno je izvršeno 74.101 m^3 kolovoznog zastora od sitne kocke. Prosečna težina kocke po 1 m^2 iznosila je 213 kg/m^2 , te je za prevoz kocke željeznicom do želj st. Beograd upotrebljeno vagona:

$$\frac{74.101 \times 213}{10.000} = 1\,578 \text{ vagona.}$$

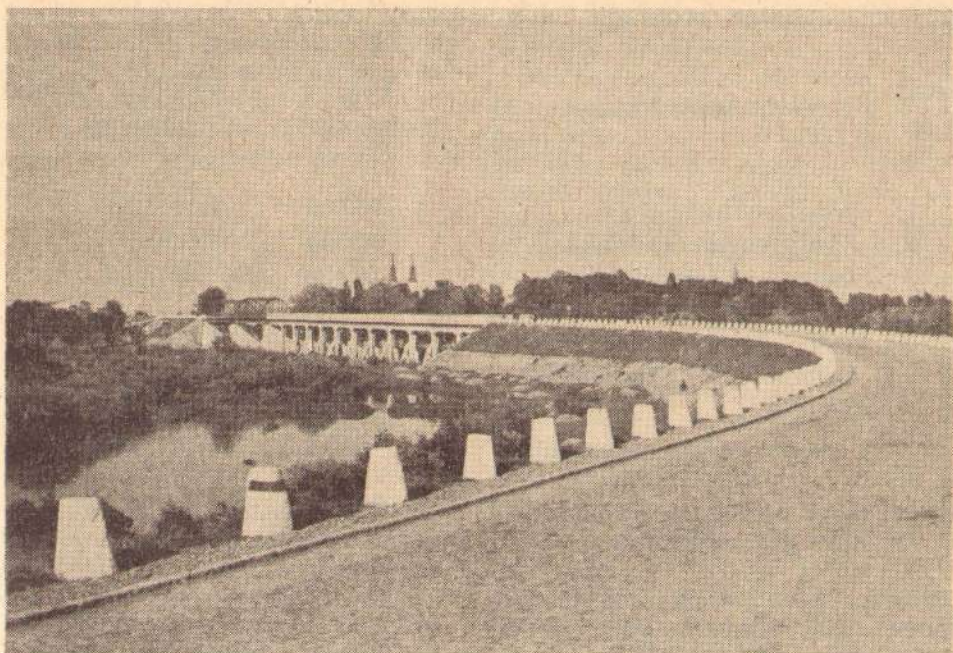
Izvršena dužina ivičnjaka iznosila je 24.378 m , te je za njihov prevoz upotrebljeno

$$\frac{24.378 \times 78\text{ kg}}{10.000} = 190 \text{ vagona.}$$

Prema tome ukupno je za prevoz kocke i ivičnjaka upotrebljeno 1768 vagona.

Izrada kamene obloge za osiguranje nasipa

Projektom je bilo predviđeno oblaganje nasipa u inundaciji reke Tamiša kamenom u sloju debljine



Sl. 8. Inundacioni teren na prilazu Pančevu. Armirani most u inundaciji i gvozdeni most preko Tamiša.

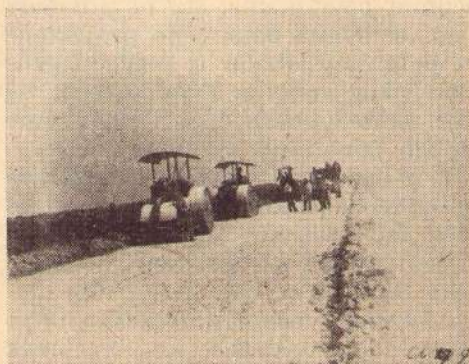
25 cm na sloju tucanika od 10 cm, a u cilju zaštite izrađenog nasipa od dejstva talasa prilikom visokog vodostaja. Obloga je izvršena 50 cm iznad kote maksimalnog vodostaja. Ukupno je izvršeno 7 714 m² kamene obloge

Od 1 m³ lomljenog kamena s odbitkom 25% na šupljine izrađeno je 3,20 m² obloge debljine 25 cm (bez sloja tucanika). Za izradu 7 714 m² obloge utrošeno je 2 410 m³ lomljenog kamena, koja je količina dobijena po odbitku 25% na šupljine.

Fotografije pokazuju neke momente građenja i delove gotovog puta.

Radna snaga i prevozna sredstva

Vrednosti i nadnice upotrebljene radne snage, kao i nadnice prevoznih sredstava na građenju puta Beograd — Pančevo (bez mostova) u periodu



Sl. 9. Vaganje tucaničkog sloja podloge.

1935—1938. godina prikazane su u sledećoj tablici:

Red. br.	Vrsta radne snage	Broj nadnica	Vrednost nadnica u dinarima
1	Prosti radnici	76.000	2,150.000.—
2	Kvalifikovani radnici	67.500	3,120.000.—
3	Nadzornici, paliri i dr.	16.160	887.000.—
4	Konjske (kolske i volovske nadnice)	26.400	1,470.000.—
5	Automobilske (kamionske) nadnice	4.716	1,550.000.—
6	Ukupna vrednost:		9,177.000.—

Kritički osvrt u pogledu projektovanja i građenja puta

Projekat predmetnog puta bio je izrađen u biv. Ministarstvu građevina. S obzirom na tadašnje prilike, a u odnosu na današnji stepen razvoja nauke u oblasti projektovanja i građenja puteva, mogu se u pogledu koncepcije projekta staviti sledeće primedbe:

1) Trasa puta uopšte ne odgovara današnjim zahtevima, jer se odlikuje dugačkim pravcima, od kojih jedan ima dužinu skoro 7 km. Upotrebljeni su srazmerno mali poluprečnici krivina, bez prelaznica. Terenski uslovi bili su u to vreme idealni, sa slobodnim površinama, što bi u današnjim uslovima omogućilo projektonu potpunu slobodu u pogledu geometrijskog vođenja i oblikovanja linije trase, obezbeđujući pri tome mnogo povoljnije vizuelne efekte.

2) S obzirom na nepovoljne karakteristike tla, o kojima je napred bilo reči, kao i visokog nivoa podzemne vode, naročito pri visokom vodostaju reke Dunava, trebalo je na više mesta izraditi veće visine nasipa. Ovo je veliki nedostatak, koji će uvek stvarati neprilike i izazivati veće troškove održavanja. Ograničenost fi-

nansijskih sredstava u vreme građenja onemogućilo je otklanjanje ovih nedostataka, tako da su oni otklonjeni samo na najkritičnijim mestima.

3) Geomehanika kao naučna disciplina u oblasti puteva bila je u vreme građenja puta tek u svom početnom razvoju, tako da nisu ni postojale laboratorije sa potrebnom opremom za prethodna i kontrolna ispitivanja tla. To i jeste razlog što nije predviđen tamponski sloj odgovarajuće debljine, već je kamena podloga položena neposredno na posteljicu.

4) Kolovozna konstrukcija ukupne debljine 40 cm ne zadovoljava današnje saobraćajno opterećenje, te će se morati pristupiti njenom pojačavanju. Istina, ovo pojačavanje neće pričinjavati tehničke teškoće, jer je kolovozni zastor od sitne kocke, koja se može ponovo upotrebiti, ali se mora izvršiti zalivanje spojnice kocke asfaltnom masom. Isto tako tucanički sloj od 8 cm u uvaljanom stanju je nedovoljan, te ga treba obnoviti u sloju debljine od najmanje oko 25 cm, što treba utvrditi prethodnim ispitivanjima tla.

Stanje puta Beograd—Pančevo bilo je zadovoljavajuće sve do 1949. godine iako za vreme prošlog rata

put nije održavan. U toku prošle godine izvršene su opravke na više mesta, ali se zbog sve većeg i većeg saobraćajnog opterećenja moraju u dolednoj budućnosti da preduzmu efikasnije mere u pogledu njegove definitivne sanacije.

Mostovi

Za projekte mostova u inundaciji reke Dunava i Tamiša bio je raspisan konkurs od strane biv. Ministarstva građevina. Kao najekonomičniji i najcelishodniji projekti, arm. betonskog vijadukta, donjeg stroja gvozdenog mosta, prilaza i nadvožnjaka bili su oni koje je izradio ovlašćeni inženjer Mijat Trojanović, sada profesor na Građevinskom fakultetu u Beogradu (vidi sl. 10).

Gvozdena konstrukcija mosta preko reke Tamiša raspona $2 \times 51,0$ m projektovana je u Ministarstvu građevina, korišćenjem delova stare ratne konstrukcije gvozdenog mosta preko reke Dunava kod Novog Sada.

a) Sistem vijadukta je armirano betonska kontinualna ramovska konstrukcija sa tri polja otvora 14,6 i 14,9 m i prepustom 4,00 m, ukupne dužine 181,6 m. Najmanja visina konstrukcije, računajući od kote kolovoza, nalazi se na km $11 + 805,90$ i ona iznosi 7,90 m. Krajnji stub prema Beogradu jednim je delom ukopan u nasip, dok se prepustom postiže intimna veza kolovoza mosta sa kolovozom puta.

Ovim sistemom kontinualnog rama sa tri polja osigurano je primanje horizontalne sile kočenja i izbegnuti su specijalni ležišni kvaderi. Konstrukcijom vitkih krajnjih stubova (dupli stubovi) sveden je uticaj temperature na minimalnu vrednost. Ispred armirano betonskog stuba sa uzvodne strane izveden je arm. be-

tonska leđobran nezavisan od konstrukcije stubova.

Stubovi vijadukta fundirani su na 148 betonskih šipova prečnika 50-65 cm, dužina 10-11 m. Šipovi su liveni na licu mesta primenom mašine. „Steru Express“. Dnevni efekat rada bio je 3—6 šipova. Šipovi su rađeni od mešavine 300 kg cementa na 1 m^3 gotovog betona, sa upotrebom moravskog šljunka. Armirane su samo glave šipova na dužinama od po 4,0 m sa po 8 komada gvožđa prečnik 20 mm. Bušenje terena za betoniranje šipova vršeno je pomoću gvozdena cevi unutrašnjeg prečnika 47 cm i arm. betonskim vrhom od 54 cm ukupne dužine 80 cm. Ovaj vrh šipa rađen je 10 dana pre upotrebe sa mešavinom od 400 kg cementa na 1 m^3 gotovog betona. Pri radu gvozdena cev se ne oslanja neposredno na vrh šipa, već su preko ovoga postavljene dva gvozdena lima debljine 5 milimetara, a preko limova sloj terisane hatrije. Pobijanje cevi, odnosno vrha šipa, vršeno je pritiskom gvozdenog profila u cev, koga je udarao gvozdeni malj sa visine od 1 m. Težina gvozdenog profila i malja iznosila je 6 tona. Ceo rad obavljao se mašinskim pogonom. Po završetku pobijanja cevi zajedno sa vrhom na predviđenu dubinu, kroz cev je sipana betonska mešavina u količinama od $0,90 \text{ m}^3$ (3 korpe po $0,30 \text{ m}^3$), koja je padala na vrh šipa. Nabijanje betona u cev vršeno je mašinskim pogonom, na isti način kao i pobijanje cevi sa tom razlikom, što se obrnuto prvom slučaju cev automatski podizala, ukoliko se izvrši nabijanje betona. Za svaku pa i najmanju količinu ubačenog betona u cev ($0,30 \text{ m}^3$), nabijanje je vršeno sa 57 do 72 udaraca.

Preko izrađenih šipova postavljene su arm. betonske ploče debljine 1,0 m, koje su ih sve povezale, tako da su glave šipova ulazile u ploču u du-

EOGRAD

70.90

km 11+805.9

78.80

ARMIR

NADVOŽNJAK

km 12+217.60

ULAZ U
PANČEVO

81.86

4.00

14.90

14.60

IP

10

7.4

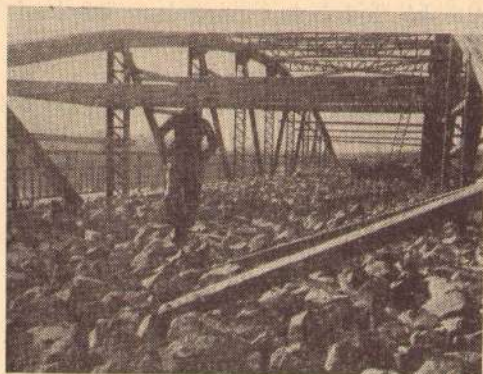
16.8

16.8

7.4

48.40

115A



Sl. 11. Probno opterećenje gvozdene konstrukcije mosta preko Tamiša u Pančevu.

žinama od po 30 cm. Preko ovih ploča rađeni su stubovi vijadukta.

Opterećenje šipova bilo je predviđeno po 60 tona. Izvršena probna opterećenja na tri šipa posle 30—40 dana njihove izrade, dala su veoma povoljne rezultate. Za predviđeno opterećenje od 60 tona nije bilo nikakvog sleganja, a pri opterećenju od 160 tona, dobiveno je elastično sleganje od 1,82 mm, dok stalnog sleganja, posle 24 časa od skidanja tereta, uopšte nije bilo.

b) Nadvožnjak dužine 48,4 m izveden je kao kontinualni ram sa dva polja $2 \times 16,8$ m i prepustima na stranama nasipa od po 7,40 m. Veliku visinu nadvožnjaka zahtevala je željeznička pruga, koja takođe leži na visokom nasipu.

c) Prilaz gvozdenom mostu*) sa pančevačke strane, kao veza obalnog stuba gvozdenog mosta sa nasipom puta, izveden je kao jednostruki ram raspona 13,5 m.

Armirano betonske konstrukcije kolovoza vijadukta, nadvožnjaka i prilaza izvedene su od betona marke

225 i čelika sa dozvoljenim napreznjem od $1\,500\text{ kg/cm}^2$.

Stope pod stubovima i vitki stubovi konstrukcije ramova izrađene su od betona marke 160 sa čelikom napreznja 1200 kg/cm^2

g) **Gvozdena konstrukcija mosta** raspona $2 \times 51,0$, izvedena je, kao što je napred pomenuto, od delova stare ratne konstrukcije gvozdenog mosta preko Dunava kod Novog Sada. Širina kolovoza bila je izvedena 6,0 m, sa pešačkim stazama po 0,5 m, koje su bile produžene kroz rešetku glavnih nosača po 0,42 m.

Cela konstrukcija je izvršena putem zavarivanja, primenom elektroda najmanje čvrstoće od 45 kg/mm^2 .

Stubovi za oslanjanje gvozdene konstrukcije izrađeni su od nabijenog betona marke 160. Iz ekonomskih razloga stubovi su projektovani i izvedeni sa šupljinama u njihovim sredinama. Za povećanje stabilnosti, svaki stub je snabdeven arm. betonskim serklažom, na dnu, u sredini i pri vrhu. Marka betona serklaža bila je 160, a ležišni kvaderi, specijalno armirani, izrađeni su od cementa visoke vrednosti, čija je marka 320.

Za sve vreme izvršenja radova izvršena su celokupna ispitivanja materijala, koja su redovno davala zadovoljavajuće rezultate.

Ovde se ističe, da izrađeni visoki nasip (11,5 m) dužine 64,6 m u inundaciji na levoj obali reke Tamiša (između gvozdenog mosta i nadvožnjaka) nikako ne zadovoljava uslove estetike. Izrada ovako visokog nasipa približno je jednaka koštanju jednog arm. betonskog vijadukta. Opravdanje za izradu ovakvog nasipa, kako se u to vreme govorilo, bilo je u tome, što se predviđala regulacija reke Tamiša uzvodno od mosta, te bi

*) Bio je izveden gvozdeni most preko reke Tamiša, koji je za vreme prošlog rata porušen i docnije zamenjen arm. betonskom konstrukcijom.

bila omogućena veza odbrambenog nasipa sa pomenutim nasipom puta.

Na sl. 11 vidi se probno opterećenje gvozdene konstrukcije mosta preko reke Tamiša u Pančevu.

Radove na građenju vijadukta, prilaza, nadvožnjaka, stubova i ploče gvozdenog mosta preko reke Tamiša izvodilo je bivše preduzeće „Antoni-
vić” A. D. iz Pančeva za izlicitiranu

sumu od dinara 2,891.710.— dinara, a montiranje, ojačanje i zavarivanje gvozdene konstrukcije mosta izvršilo je preduzeće „Jasenica” iz Smederevske Palanke za pogođenu sumu od 1,311.353 dinara. Ukupna vrednost izvedenih radova na mostovima predstavljala je iznos oko 4,500.000.— dinara.

Dipl. ing. Radoica JAUKOVIĆ

Stanje auto - puta Beograd - Zagreb na delu SR Srbije posle 17 godina izgradnje

U V O D

Pod naslovom „Iskustva na izgradnji autoputa Beograd—Zagreb“ izašla je knjiga napisana od pok. Borislava N. Ristića, dipl. građ. inženjera, koji je u raznim funkcijama učestvovao na građenju ovog puta od početka do kraja. Knjiga je štampana 1955. godine. U njoj je autor znački i stručno dao sve što treba da uđe u ovakvu knjigu. Na 240 strana mogu se naći svi detalji građenja: o trasi, materijalu, transportu, ispitivanjima, podaci o raznim rezultatima, izradi objekata, izradi kolovoza itd., itd.

U ovom članku bilo bi suvišno ponavljati. To će se učiniti samo koliko to mora zbog daljeg prikazivanja, no naravno uvek s pozivom na izvor i na autora, koga sam mnogo voleo i cenio.

Ima nekih detalja, koje pok. B. Ristić nije uneo svakako zbog obimnosti građe koju je dao i bez ovog, koje bi trebalo u ovom napisu navesti, što ću ja pokušati i u vezi toga moraju se neke stvari ponoviti.

PRIPREME

Maršal Tito pri kraju 1945. godine dao je inicijativu za građenje autoputa Beograd—Zagreb.

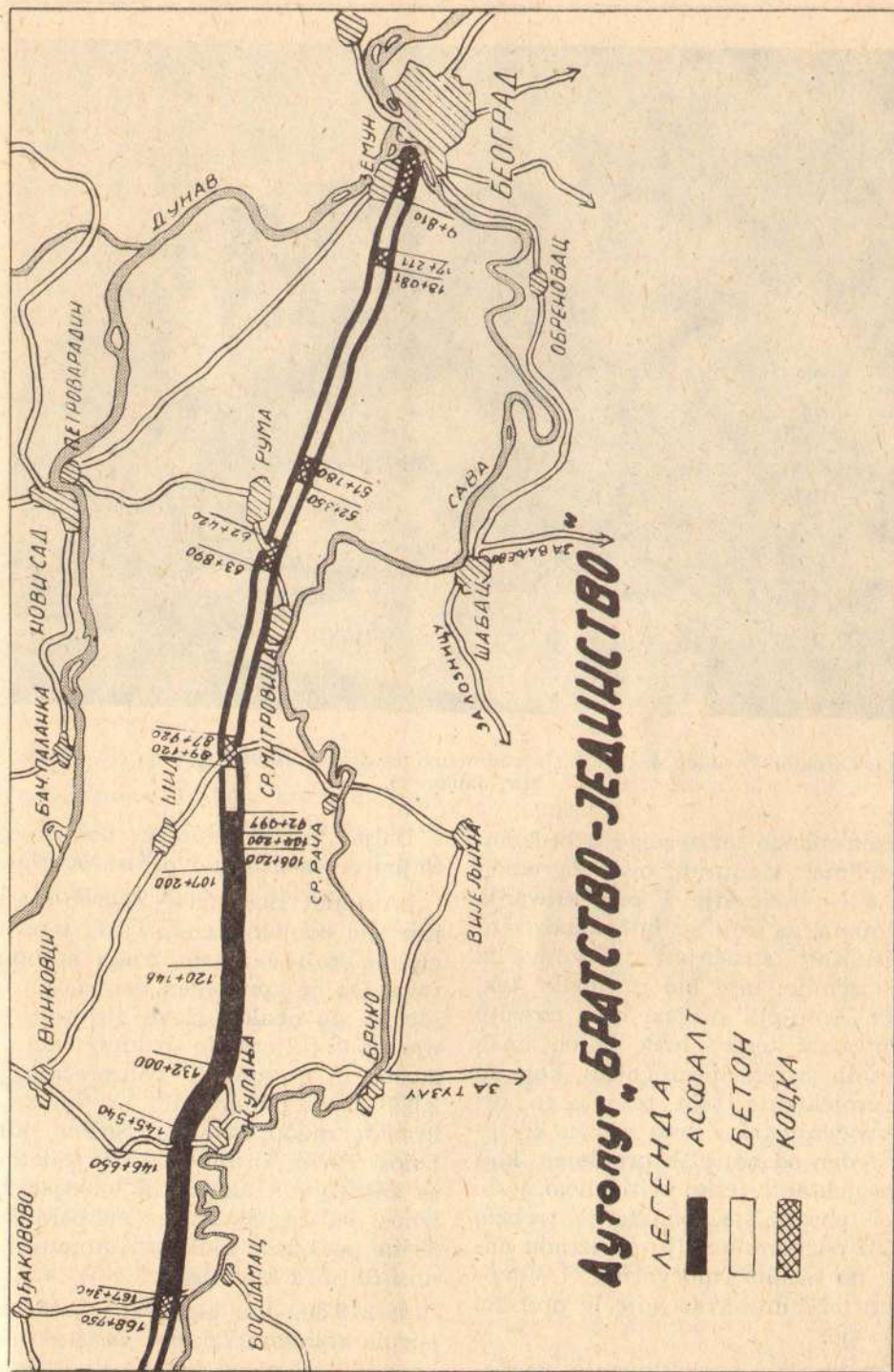
Iza toga tri republike: Srbija, Hrvatska i Slovenija počele su pripreme.

Neiskustvo je došlo do izražaja: neki su tvrdili da će put biti gotov za 2 godine, drugi da će zemljani radovi (oko 15.000.000 m³) biti završeni za sto dana, i sl., to je bilo sve dobronamerno, ali snage su bile suviše precenjene.

Srbija je početkom 1946. godine obrazovala Sekciju za trasiranje i projektovanje i obuhvatila 174 km počev od Zemuna (Tošin Bunar). Šef sekcije bio je Živorad Đukić, dipl. građ. ing. sada redovni profesor na Tehničkom fakultetu u Beogradu. Docnije je bio šef Sekcije Miladin Kovačević. U Sekciji su bili: pok. Borislav Ristić, Miladin Kovačević, pok. Ilija Nikolić, dipl. građ. inženjeri, tehn. Bogosav Mitrović i dr.

Ing. B. Ristić pravilno je ocenio težinu ovog posla u knjizi Iskustva na izradi autoputa Beograd—Zagreb:

„Smatra se da je trasiranje i projektovanje puteva u ravničarskim te-





Sl. 1. Direktor Svabić sa svojim saradnicima (s desna: Blanuša, Zimanjić, Crvenkov, Jauković)

renima mnogo lakše nego u brdskim predelima. Međutim, ovaj ogroman posao — trasiranje i projektovanje Autoputa, za koji su bili angažovani najiskusniji stručnjaci za puteve iz naše zemlje, nije bio ni malo lak. Mada Auto-put prolazi kroz izrazito ravničarski teren, ipak je on imao izvesnih svojih specifičnosti, koje su za projektante bile teže nego pri sprovođenju trase kroz brdske krajeve. Jedan od najtežih problema, koji je projektante teško pritiskivao, jeste izbor pozajmišta, odakle je trebalo dobiti pogodnu zemlju za izradu nasipa na niskim, močvarnim i šumovitim terenima kroz koje je prolazio Auto-put“.

Trasiranje i projektovanje završeno je u prvj polovini 1948. godine.

Dalje je napisano u pomenutoj knjizi o trasiranju i projektovanju:

„Autoput Beograd — Zagreb trasiran je i projektovan po svima principima koji važe za izradu autoputeva. On je sproveden van naselja i ide levom obalom Save. Pri trasiranju upotrebljeni su poluprečnici do 20.000 m (najmanji poluprečnik je 2.000 m), sa dugačkim krivinama i kraćim međupravama. Širina puta iznosi 12 m; širina kolovoza zajedno sa zaštitnim trakama ili ivičnjacima iznosi 9,0 m; sa strane su bankine, širine po 1,5 m. Dužina Autoputa iznosi 381.672 km i to:

a) 273.308 km betonskog kolovoza (širina kolovoza 7,5 met. zaštitne trake po 0,75 m. od betona ili livenog asfalta);

b) 73,825 km kolovoza od asfaltnog betona (širina kolovoza 9,76 m, ivičnjaci širine po 12 cm);

c) 34,539 km kolovoza od sitne kocke (širina kolovoza i ivičnjaka kao pod b).

Poprečni pad kolovoza je jednostran i u pravcima prema desnoj strani (smer Beograd — Zagreb) iznosi 2‰, a u krivinama prema centru krivine iznosi za poluprečnike od 2.000 do 4.500 m 4,5‰ — 2‰. Iznad svih železničkih pruga preko kojih prolazi Autoput izrađeni su nadvožnjaci. Uspori odnosno padovi kreću se do 1‰. Na navozima kod nadvožnjaka usponi iznose 2‰. Kosine nasipa su izrađene sa nagibom 1 : 1,50 i 1 : 3.

Pri trasiranju i projektovanju prvog našeg autoputa stečena su mnoga iskustva, koja su sa stručne strane vrlo interesantna“.

Na teritoriji SR Srbije dužina autoputa iznosi 106,900 km; od čega 88,467 km cement betonski kolovoz; 7,028 km asf. bet. kolovoz i 11,405 km kolovoza od sitne kocke.

Prilikom trasiranja i projektovanja imalo se u vidu izrada druge trake, pa je njoj rezervisano mesto na levoj strani po pravcu Beograd—Zagreb.

Nije dovršen kao autoput, naime nisu izrađeni potrebni objekti koji bi ostale puteve prevodili iznad autoputa, dok su ukrštanja sa železničkim prugama izrađena u dva nivoa. Računa se da bi trebalo sada još utrošiti 4—5 milijardi dinara i dovesti da put Beograd—Zagreb dobije sve osobine autoputa. Izrada i pregled investicionog programa za ove radove je u toku.

Elementi izgrađenog puta su:

— širina planuma	11, 0 m
— širina bet. kolovoza	7, 5 m
— trake bet. kol.	
2 × 0,75	1, 5 m
— bankine 2 × 1,5	3, 0 m
— širina asf. kovoza	8,76 m
— ivičnjaci kod asf.	
kolovoz 2 × 0,12	0,24 m
— debljina beton. ploče	
14 + 5 cm i 15 + 5 cm	

Konstrukcija asfaltnog kolovoza:

— tampon	15 cm.
— podloga	20 cm.
— tucanik	15 cm.
— asfalt beton	4 + 3 cm.

Projektovana je širina planuma 25,0 m za dva kolovoza, za svaki pravac poseban kolovoz, a izveden je pravac Beograd—Zagreb.

U vreme projektovanja geomehanika nije primenjivana u projektovanju i građenju puteva kao što je to danas.

Na osnovu raspoloživih podataka i raspoloživog znanja određivana je debljina tamponskog sloja, koja se kretala od 15 do 50 cm.

U toku građenja dolazili su neki stručnjaci sa visokim ovlašćenjima i zadatkom da preispitaju debljinu tamponskog sloja i visinu nasipa. Oni su dobijali nagrade proporcionalne visini postignutih ušteda. Smanjenje debljine tamponskog sloja je jedan od glavnih uzroka ispucanih betonskih ploča u kolovozu.

Covek — mehanizacija

Početak radova pada polovinom 1946. godine u blizini Soko Salaša, petnaestak kilometara od Beograda. Te godine radila je samo mehanizacija. U 1947. godini opet je radila mehanizacija i plaćena radna snaga.

Sva mehanizacija bila je dobijena od UNNRA. Mi nismo imali iskusne rukovaoce mašinama. Naš čovek nije upravo osećao ni volio mašinu kao što to radi danas, onda on nije ni razumeo mašinu, mislio je mašina je večna. Tako imamo primera iz tog vremena da su dva buldožera iste snage merili koji je jači tako što su im sastavili noževe i dali pun gas. Drugi slučaj na trasi: proba ko bolje igra valcer buldožerom.

A DANAS?

U jednom razgovoru za novine povodom završetka autoputa 1963. godine rekao sam:

„ — Izgradnja autoputa po učešću i korišćenju savremenih mašina ima dva različita perioda. Prvi bi bio od početka građenja 1946. do 1950. godine, odnosno građenje deonice od Beograda do Zagreba (70 odsto ručnog rada, a 30 mehanizovanog) i drugi period od 1958. do danas, odnosno građenje deonice od Beograda do SR Makedonije i dalje kroz Hrvatsku, Sloveniju i Makedoniju (30 odsto ručnog i 70 mehanizovanog rada).

Mehanizovanje radova od 1958. godine je u stalnom porastu i sigurno je da će se ubuduće svi putevi graditi mehanizovano. Na deonici Paraćin — Osipaonica, dugačkoj 95 km, uposlano je preko 600 krupnijih građevinskih mašina i oko 550 teretnih prevoznih sredstava.

Jedno malo upoređenje iz dva pomenuta perioda građenja: u 1959. izgrađeno je na putu Beograd — Zagreb 190 km, sa svega 16 vibrosola, a 1962. godine 95 km sa 70 vibrosola i 23 vibraciona valjka. Nesumnjivo je da se veliko učešće mehanizacije odrazilo na kvalitet puteva.

Mehanizacija na autoputu je delom nabavljena iz inostranstva, a delom je isporučila naša mašinogra-

dnja. Sve domaće mašine rado se upotrebljavaju i ni po čemu ne izostaju od uvezenih.

Interesantno je da građevinska preduzeća u svojim radionicama izrade po neku korisnu i praktičnu mašinu. Na primer preduzeće „Partizanski put“ iz Beograda izradilo je jedan svoj tip vibrasola, koji je dao vanredno dobre rezultate, a preduzeće „Put“ iz Sarajeva je izradilo specijalan tip platvibratora za izradu betonskih traka, koji se kreće po šalung šinama. Slična unapređenja postigla su i druga preduzeća.

Još je nešto važno, možda i najvažnije u procesu mehanizovanja radova: i naš čovek se „mehanizovao“. On se u odnosu na mašinu izmenio možda više nego što se menjao odnos ručnog i mehanizovanog rada. On danas razume i voli svoju mašinu, a to je naučio u velikoj školi — na izgradnji Autoputa „Bratstva i jedinstva“.

Vežbe na velikom finišeru

Ni ja, ni nijedan moj saradnik, nisu ranije radili betonski kolovoz. Rad finišera bio nam je nepoznat.

Kupili smo duplu garnituru, mašinu (za donji i gornji sloj bet. ploča) iz Češke. Sa mašinama je došao jedan majstor-monter. Od njega smo naučili kako mašine rade. Ta dupla garnitura, koja izrađuje kolovoz širine 7,5 m', imala je 2 finišera, 2 mešalice, 2 raspodeljivača, 1 planer, vibrosole, male dekovilj-lokomotive i niz drugih mašina.

Nedostatak kadrova bio je isto toliki kao i mašina. Našli smo neke mlade šofere, mehaničare, bravare i slične i počeli su pod rukovodstvom pomenutog majstora da rukuju mašinama.

Posle nekoliko dana „laufanja na prazno“ odlučili smo da betoniramo jednu ploču desetak metara dužine, ali da je tu „pokopamo“ tj. izradimo niže tridesetak santimetara kako se može posle iznad nje izraditi pravi betonski kolovoz. Tako kod Dobanovaca, na raskrsnici postoji dupla betonska ploča.

Dok smo ovu ploču radili zaustavila se blizu nas lepa limuzina, to je došao generalni sekretar Predsednika Tita, da nas obiđe. Moji dečaci-mašinisti prema mome stavu videli su da je došao neki viši rukovodilac pa su se zbunili i jedan nespreno ispusti korpu mešalice i za malo nije ubio jednog radnika. Sekretar je ovo primetio i rekao mi: izgleda da ova organizacija ne funkcioniše. Objašnjavao sam kako se svi učimo.

Maršal Tito na gradilištu

U leto 1948. godine jednog dana neočekivano je došao Tito na gradilište kod Tošinog Bunara. U tom momentu bio je u ragu veliki finišer za betonski kolovoz i oko njega nekoliko omladinskih brigada, koje su ga opsluživale a i negovale već izrađeni cement betonski kolovoz.

Nalazio sam se u kancelariji u selu Dobrincima, gde su me telefonom obavestili o Maršalovom dolasku. Bio sam daleko 4 do 5 km. od gradilišta bet. kolovoza. Nisam imao kola, džip je bio s nekim otišao. Kad sam istrčao na ulicu srećom stajao je natovaren kamion naše Direkcije iz Sr. Mitrovice. Seo sam u kamion i najkraćim putem došao za nekoliko minuta i stao pred Maršala. Počeo sam raport: „Zovem se“, Maršal me prekinuo pružajući mi ruku i pitajući: kako vam ide pasao? Dovde je išao Ranković uporedo sa Maršalom, on je sad izostao a ja sam se našao na desnoj strani Maršalu.

Neprijatno, ali nije bilo drugog izlaza, jer ako bi prešao na levu bio bih niži od Maršala 2—3 m s obzirom da smo išli dekoviljskim kolosekom. Na ovo sam brzo zaboravio, jer je Maršal postavljao mnogobrojna pitanja: o omladini i njenom zdravlju, o radnicima, stručnjacima, o mašinama, o betonskom kolovozu pa i pitanje koliko trošimo cementa na 1 m³ betona, itd. Skoro 3 km išao sam tako pored Maršala. Za to vreme Maršal je stigao da se našali samnom. Šalio se i kaže, da je malo pre svratio u jedno omladinsko naselje i u tri kujne pa su rekli: u prvoj kuvaju pasulj, u drugoj fadžolu a u trećoj gra, pa dodaje, da je i to znak bratstva i jedinstva.

Na kraju smo stali i rekao mi je da je drug Kardelj zadužen sa ovim poslom ali je on sad mnogo zauzet zbog informbirovske rezolucije, te kad mi je pružio ruku rekao mi je: ako vam nešto ne „klapa“ obratite se. Bio sam se već toplinom nastupa i razgovora okuražio i zapitao sam: možemo li Vama lično družu Maršale? Odmah je rekao: „Meni lično“.

Ispričao sam ovo direktoru preduzeća Mihailu Švabiću i nekoliko puta predlogao, kad smo dolazili u teške situacije za vreme građenja, da koristimo ovo ovlašćenje, ali je Švabić uvek rekao: „Ne, moramo Starog štedeti i čuvati, ima on mnogo posla“.

Kardelj na gradilištu

U jesen 1947. godine, kad je već nastalo loše vreme i kad smo otimali ploču po ploču od kiše, kad smo radili po celu noć, bio je pao mrak a kod velikog finišera došao je drug Kardelj. Bilo je prohladno ali se radilo „punom parom“. Finišer je bio osvetljen i prostor oko njega. Na njemu su bile slike Maršala sa članovima Izvršnog komiteta Central-

nog komiteta Partije. Drug Kardelj se detaljno interesovao o nama na gradilištu, o uslovima rada i života. Izgleda da sam u odgovorima mnogo naglašavao da je ovo veliki i težak posao tako da je posle godinu dana kad je kod njega bila nešto reč o meni rekao: „A je li to onaj, što je mene ubedivao da je autoput veliki i težak posao“.

Konferencija kod Kardelja

U toku 1947. godine na gradilištu su vršljale razne komisije i inspekcije. Jedanput se steklo u mojoj kancelariji u s. Dobanovcima istovremeno 17 članova raznih inspekcija. Stvarno se nije moglo raditi.

Karakteristična je komisija koju je vodio neki Krajinović, mlad, zanešen poverenjem i vlašću koja mu je data, pa je uobrazio da je građevinski stručnjak i kompetetan za svakojake ocene. Kad je komisija došla, bilo mi je već dosadilo, pa sam se našalio i rekao: „Najbolje bi bilo da se polovina vrati u Beograd a polovina da ostane da uči pamet kod mene“. Krajinović se naljutio i to se odrazilo u izveštaju koji je podneo Kardelju. U njemu je rekao između ostalog: da je ing. Jauković uobražen u svoje znanje i da ne vidi sopstvene greške.

U ovoj godini zadatak nije bio izvršen.

Na jesen je održao konferenciju drug Kardelj. Prisustvovao je i pok. Kidrič. Svi su izlagali svoja gledišta. Kad je Krajinović u svom izlaganju došao do govora o mojoj „uobraženosti“ Kardelj ga je prekinuo i dao mu znak da sedne.

Drug Kardelj je podelio u tri grupe krivce za neizvršenje zadatka. Prva grupa je Savezna Vlada, druga grupa Narodna republika Srbija, Hrvatska i Slovenija; a treća drugovi koji rade na terenu, dodavši da su

ovi poslednji dali sve od sebe, ali pošto nisu prve dve grupe ispunili svoje zadatke, to nisu ni drugovi na terenu izvršili svoj zadatak.

Konflikt sa nekim sindikalnim funkcionerima

U proleće 1947. godine u Dobanovcima neki sindikalni funkcioneri (sad se ne sećam odakle su bili) zahtevali su od mene da se bavim gajenjem svinja. U to vreme to je bila važna organizaciona mera na gradilištu. Tada sam imao samo jednog inženjera. Objašnjavao sam da mi nedostaje vremena da se i tim bavim a rekao sam da ću sve što je potrebno odobriti sindikalnoj podružnici i predložio da se ona bavi gajenjem svinja. Nisu pristali, pale su krupne reči, pretili su i otišli. Sutradan u jednim novinama oštampano je, kako je Ing. Jauković protiv radničke klase. Nije od tog bilo nikakvih posledica jer su svi moji pretpostavljeni znali da nije tako.

Autoput i informbiro

— Radovi na građenju Autoputa bili su u punom tempu, kad je izašla rezolucija Informbiroa. Nije nastupilo nikakvo usporenje, čak se može reći da je tempo rada svih gradišta pojačan.

— Neki informbirovski raspoloženi elementi u susednim zemljama sračunali su i procenili da ćemo graditi autoput 52 godine, nekoliko meseci i nekoliko dana. Ovaj račun je baziran na početnoj 1947. godini ali svi su se takvi prognozeri prevarili, autoput je završen za četiri godine.

— U jednoj šljunkari blizu granice radili su buldožeri, otkrivali šljunak. Radio stanica susedne zemlje, javljala je da se na granici čuju tenkovi, koji su spremni za napad.

Rad omladine

Omladinska organizacija Jugoslavije radila je ovaj put 1948. do 1950. godine. Najveće gradilište bilo je 1949. godine kada je jednovremeno učestvovalo 80.000 omladinaca i vojnika.

Na građenju deonice učestvovalo je 320.000 omladinaca i omladinki.

Komandant omladinskih radn. brigada bio je u 1948. godini Ilija Blanuša-Ico, a u 1949. godini drug Jeftić.

Državno omladinsko građevinsko preduzeće „Autoput“ izgradilo je autoput „Bratstvo jedinstvo“, u čijem je sastavu radila omladinska organizacija i jedinice JN Armije. Na čelu ovog preduzeća bio je Mihailo Švabić.

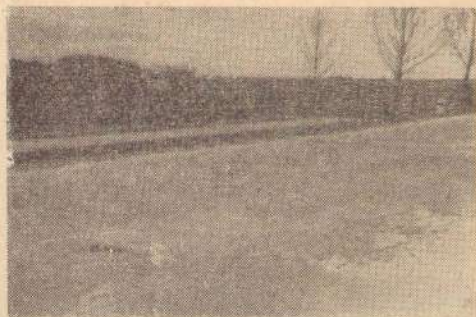
Samo I sekcija (km 28—62) primila je 14.000 omladinaca.

Izvršenje pripremnih radova za prijem omladine odvijalo se sa neverovatnom brzinom. Pripreme su počele 1 februara i sve je bilo gotovo 1 aprila kada je i omladina došla: sve barake, pekara i dr. U raskvašenom Sremu, bez puteva, (nova trasa daleko je od postojećih puteva) sa nedovoljno sredstava, zaista je bio težak posao sve za 2 meseca izgraditi i primiti toliki broj omladinaca.

Prva betonska ploča

Prva betonska ploča početa je da se betonira 2 jula 1947. godine; trebala je da bude 9 m' dužine.

Sa dugim pripremama, uvežbavanjem i velikim oduševljenjem počeli smo betoniranje kolovoza. To je bila radna svečanost, svi smo bili na licu mesta, sve je već nekako funkcionisalo: dekovoljski kolovoz, mešalice, planeri, raspodeljivači, finišeri. Počeli smo, stavljati metalne novčiće u beton, odjedanput je počela padati



Sl. 2. Prva betonska ploča na putu Beograd - Zagreb

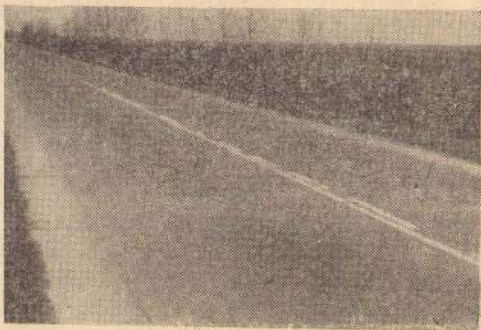
strahovita kiša, morali smo obustaviti betoniranje i pokisli „do gole kože“ razići se.

Iz ovog je razloga ona prva ploča posle nadvožnjaka kod Dobanovaca dugačka svega 3 m', možda najkraća ali je to prva betonska ploča.

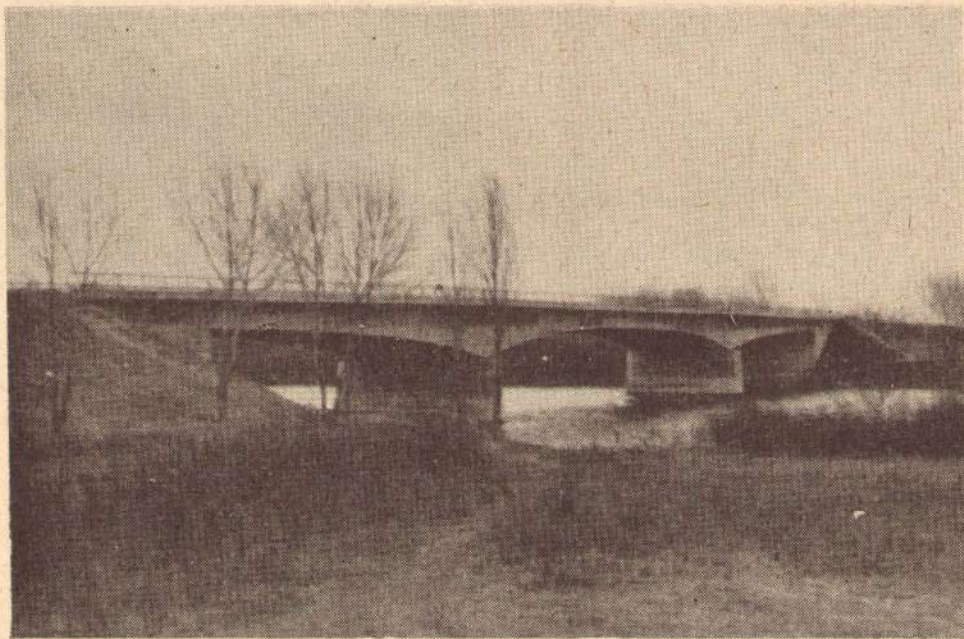
Hala mehaničke radionice, sada Hale f-ke „Zmaj“ na Bežaniskoj kosi

Ove hale zidala je omladina kao mehaničku radionicu omladinskog građev. preduzeća „Bratstvo jedinstvo“.

Kad god prodem autoputem uvek mi se pojave slike, koje sam zaticao prilikom obilaska radova, kad su ha-



Sl. 3. Zabranjen rad na betonskom kolovozu - Sad je u odličnom stanju.



Sl. 4. Most preko Bosuta

le zidane. To su slike nezaboravne. Veliki broj dečaka i devojčica, đaka, seljaka, radnika i među njima svega nekoliko majstora: koji zidar, tesar i jedan armirač, svi skupa podižu hale, onda su se zvale: kovačnica, motorno i dr. Zidove je bilo najteže vertikalno zidati, ni visak nije dovoljan. Doduše malter je izravnjao sve greške i izrađene su divne hale, koje su odmah po završetku autoputa 1950. godine postale hale fabrike „Zmaj“, za proizvodnju poljoprivrednih mašina.

Neka se zna i ovde zabeleži da je i ovo delo omladine.

Izvođačke organizacije

Prve radove u SR Srbiji na autoputu počelo je Savezno preduzeće „Obnova“ jula 1946. godine, čiji je direktor tada bio Milan Zec, dipl. građ. inženjer.

Već početkom 1947. godine izvršena je reorganizacija i radove izvođe: Savezno preduzeće „Jugoput“, čiji je direktor bio Milorad Mitrović, dipl. građ. inženjer a docnije kratko vreme Nožuga Jung; preduzeće Srbije „Autoput“ čiji je direktor bio ing. Borislav Ristić. Ova dva preduzeća su spojena iste godine septembra u preduzeće Srbije „Autoput“ čiji je direktor bio Živorad Đukić, dipl. građ. inženjer.

Početkom 1948. godine preduzeće Srbije „Autoput“ pretvoreno je u Državno omladinsko građevinsko preduzeće „Autoput“ čiji je direktor bio Mihailo Švabić.

GRAĐENJE

Zemljani radovi

U 1934. godini osnovana je u Novom Sadu prva geomehanička laboratorija za potrebe građenja puta Novi Sad — Subotica. Ovde je imala

malu primenu. Po završetku ovoga puta nabavljena oprema laboratorije ležala je neiskorišćena i neupotrebljiva



Sl. 5. Za vreme gradjenja bez drveća (1948. g.).

vana sve do 1946. godine, dakle punih deset godina.

U Zemunu je 1946. godine osnovana geomehanička laboratorija. Ona je vršila predhodna ispitivanja. Vršena su ova ispitivanja: granica konzistencije, granica skupljanja, granulometrijski sastav, linearno bubrenje, i kapilarnost.

Na bazi ispitivanja određivana su pozajmišta i debljine tamponskog sloja. Određivano je gde treba izbaciti zemlju i zameniti je.

Na autoputu upotrebljene su razne vrste zemlje: meka ilovača, druge vrste ilovače i gline, odnosno masne ume.

Ing. B. Ristić je dao podatke:

Karakteristika	Potezi od km do km					
	5 — 12		12 — 20		20 — 28	
	I		II		III	
Granica tečnosti %	35	48	40	50	44	65
Granica plastičnosti %	14	25	18	23	14	27
Indeks plastičnosti %	20	27	18	31	22	42
Linearno skupljanje %	4	8	4	12	6	16
Visina kap. penjanja u mm	600	1800	900	2000	1600	2100
Koeficijent nehomogenosti	3	9	5	9	5,5	9,5
Frakcija ispod 0,002 m %	0—3		1	6	4	6

U gornju tabelu unete su tri karakteristične vrste zemlje i to: les, lesna ilovača i obična ilovača. Upoređujući karakteristične zemlje pod I i II tj. lesa i lesne ilovače ne bi se mogao doneti zaključak da jedna od druge znatno odstupa. Glavna razlika koja se iz gornjih podataka ne može videti je u tome, što u lesu ima kreča (kalcijum karbonata).

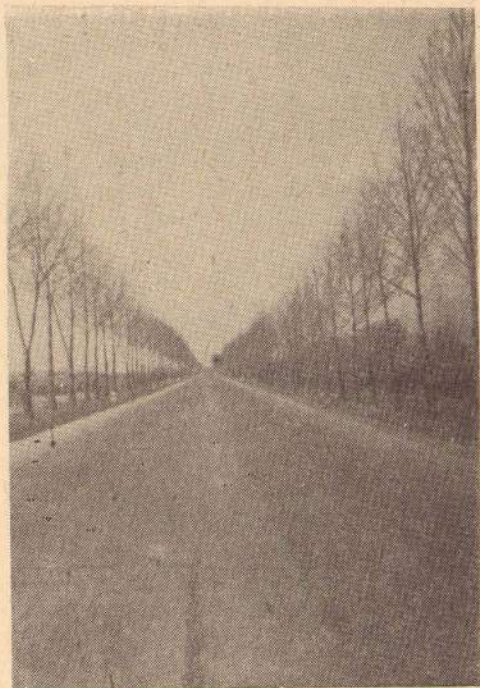
Za izradu nasipa na ovom delu upotrebljeno je oko 20% više zemlje nego što je bio iskop pozajmišta, što znači da je samonikla zemlja manje zbijena nego izrađeni nasipi“.

Ova poslednja konstatacija ima odlučujuću ulogu na kvalitet kolovoza odnosno na njegovu trajnost.

Zemljani radovi od Bežaniske kose do Pećinaca i na nadvožnjacima kod Dobanovaca, na pruzi Šabac—Ruma, kod Vognja, Kuzmina i nadvožnjak kod Šida izvođeni su mašinskim putem.

U knjizi „Iskustvo na izradi autoputa Beograd—Zagreb“ pisac inž. B. Ristić je rekao o izvođenju zemljanih radova:

„Zemljani radovi su izvođeni, sa manjim izuzetkom, po svima principima, koji su uslovljeni pri izradi puteva sa savremenim kolovozom.



Sl. 6. Drvored 1964. g.

Humusni sloj skidan je po pravilu svuda u debljini 20 — 30 cm., a u močvarnom zemljištu i mnogo više. Humus je deponovan s obe strane Autoputa u grubim figurama visine oko 1,00 m. One su bile na potrebnom razmaku, tako da se između njih moglo prolaziti sa ručnim kolima za prenos zemlje u nasip.

Rupe koje su nastale prilikom vađenja većih panjeva popunjavane su zemljom u sloju do 10 cm., koja je dobro nabijana ručnim nabijačima.

Razastiranje zemlje vršeno je u slojevima visine do 30 cm, koji su planirani približno paralelno sa posteljicom tj. sa poprečnim padom 2 do 3,5%. U toku rada vodilo se računa, da se veće grude zemlje razbijaju pre nego što je naneti sloj isplaniran.

Mokra i raskvašena zemlja nije se smela unositi u nasip. Takođe je posle dugih kiša zabranjivana izrada i valjanje nasipa i moralo se pričekati, da se zemlja prethodno prosuši.

Nabijanje nasipa vršeno je ježevima. Oni su se kretali od ivica ka sredini nasipa i to u početku vrlo sporo, a u toku rada brzina je povećavana. U 1948. godini bilo je u radu 149. ježeva, a u 1949. godini oko 250. Za vreme rada 1948—1949. godine nastale su velike teškoće zbog nedovoljnog broja traktora. U ovoj situaciji poljoprivredne traktorske stanice u Sremu i Slavoniji pritekale su u pomoć graditeljima Autoputa. One su im stavile svoje traktore na raspoloženje u vremenu, kada oni nisu bili za poljoprivredu potrebni. Traktora je bilo sa raznim jačinama: jači traktori mogli su da vuku 6—7 ježeva. Međutim, srednji i slabiji traktori vukli su 1—3 ježa.

U toku rada tražilo se, da se nožica nasipa postavi na 0,50 m. bliže osovini puta, nego što je to bilo projektovano. Takođe se tražilo da se kosine nasipa izvedu strmije, kako bi se dobila veća širina nasipa u završnom sloju, što je bilo potrebno iz razloga da bi se ivice nasipa bolje uvaljale. Po završenom nasipu proširenja su sasečena i sa tim materijalom dopunjena je kosina nasipa do predviđenog nagiba.

U proleće 1948. godine, a tako isto i 1949. godine, kada su omladinske brigade radile na Autoputu nedostatak ježeva, traktora i česte kiše, prilično su usporavale radove, usled čega je bilo dovedeno u pitanje napredovanje i ostalih radova. Ali i pri ovim okolnostima vodilo se računa, da se suviše vlažna zemlja ne ugrađuje, da se drugi sloj ne razastire, dok se prvi sloj ne nabije itd. U ovoj situaciji imalo je preduzeće da se bori s jedne strane sa atmosferskim nepogodama i da pronalazi



Sl. 7. Betonska ploča rađena 10. I. 1948. godine.

mogućnost za rad finišera, a s druge strane da savlađuje bujnost omladine i vojnika JNA, koji su želeli brži tempo rada, jer je baš pri izradi zemljanih radova takmičarski duh dolazio do punog izražaja. Stoga je sprovedena stroga kontrola za dobar kvalitet nasipa. U cilju osiguranja prostora za rad finišera, kada se zbog čestih kiša vlažna zemlja nije mogla ugrađivati, pribeglo se popravci zemlje dodavanjem peska i šljunka ili kamenih otpadaka. Potrebno je pak naglasiti, da pri većoj vlažnosti zemlje ni ove mere nisu mogle pomoći, niti se, zemlja mogla nabiti sve dok se nije prosušila“.

Nije vršeno nabijanje — ježiranje tla, tj. posle skinutog humusa nisu

radili ježeve da bi jedan sloj samonikle zemlje bio nabijen kao i nasip.

Videli smo da je nasip više zbijen nego samonikla zemlja.

U proteklom periodu od građenja do danas došlo je do izvesnog nabijanja — sleganja tla, što se odrazilo negativno na kolovoz. Ovo je naročito štetno kod niskih nasipa.

Zbijenost nasipa postignuta je uglavnom zadovoljavajuća, sem nekih izuzetaka. U toku građenja uzimana su po tri uzorka na svaki kilometar puta, a takođe po 3 po završenju nasipa. Kad se uporedi sa današnjim ispitivanjima, vidi se koliko je to malo rađeno na putu Beograd—Zagreb.

Neki podaci o postignutoj zbijenosti

Kilometraža	Relativna zbijenost		
	Srednja	Maksim.	Minim.
28+220—48+000	0,805	0,927	0,677
48+000—52+360	0,776	0,904	0,688
52+350—62+620	0,784	0,930	0,673
62+620—73+000	0,770	0,930	0,575
73+000—82+500	0,749	0,930	0,565
82+500—93+000	0,755	0,915	0,515

Napomena: Nula kilometraže je kod Tošinog Bunara.

U Sremu je razgranata kanalska mreža, koju je autoput presekao na mnogo mesta. Na tim mestima redovno je ostao rov kanala dovoljno nenabijen, te se prvih godina eksploatacije na tim mestima slegao nasip, kolovoz se polomio i stvarala se velika ulegnuća.

BETONSKI KOLOVOZ

Na putu Beograd—Zagreb na 70% dužine je izgrađen cement betonski kolovoz. U našoj republici 82% je cement bet. kolovoz odnosno 88,407 km; asf. betonski 6% odnosno 7,028 km; i sitna kamena kocka 12% odnosno 11,405 km.

Betonska ploča izrađena je debljine 20 i 19 cm (6+14 i 5+14).

Tamponski sloj prema vrsti terena ugrađen je min 25 cm a max 50 cm. Materijal za tamponski sloj nabavljen je iz šljunkara u Savi kod Jakova sa 1,29—2,83% sadržine mulja, iz šljunkare „Dumača“ kod Šabca sa muljom 2,90—10,06%; kod Sremske Mitrovice sa muljom 0,90—1,13%.

Još u toku građenja puta konstatovane su posledice nedovoljno ili neravnomerno nabijenog tampona. Evo šta ing. B. Ristić kaže u svojoj knjizi (str. 63 i 65):

„Na prvom delu kod Beograda između km 12+650 i 13+500 usled

kvara vibromaksa (preduzeće je tada raspolagalo samo jednim nabijačem), nabijanje je vršeno ručno sa užom stranom drvenog praga za normalnu prugu. Ovaj rad je izvođen vrlo pedantno u sloju debljine do 15 cm. Međutim i pored toga, odmah posle puštanja u saobraćaj ovog dela pojavio se veći broj pukotina usled sleganja tamponskog sloja. Ovo ukazuje na fakat, od kolike je važnosti mehaničko nabijanje tamponskog sloja, koje se ne može nikakvim ručnim nabijanjem nadoknaditi.

Pojava češćih naprslina na delu od km 36+846 do km 41+714 jeste posledica sleganja tamponskog sloja. One se javljaju oko sredine polja. Pregledom dnevnika za izradu betonskog kolovoza konstatovano je, da su polja kod kojih se pojavljuju naprsline rađena za vreme ili odmah posle jakih kiša. Na ovim mestima tamponski sloj je pokisao, dok je bio još u nenabijenom stanju, pri čemu je nastalo raskvašivanje posteljice, što je dovelo do sleganja tampona i zemlje i stvaranja naprslina na kolovozu. Ovo ukazuje na fakat da tamponski sloj ne bi trebalo razastirati na veću dužinu, naročito ako je vreme kišovito.

Od km 65+500 do km 66+100, usled netačno izrađene posteljice, tamponski sloj je bio veći i različite de-



Sl. 8. Betonski kolovoz



Sl. 9. km. 21 — nekad stajalište; kolovoz se drži odlično



Sl. 10. — do km. 24 kolovoz je vrlo dobar

bljine (30—50 cm), pa je i nabijanje bilo neravnomerno, što je na ovom delu dovelo do stvaranja većeg broja naprslina. Ovo još jednom ukazuje od kolike je važnosti pravilna i tačna izrada posteljice“.

Cement je 1946—1949. godine bio veoma neujednačenog kvaliteta i naročito iz fabrike Beočin. Fabrika Popovac davala je bolji kvalitet. Tada je bila planska raspodela materijala uopšte. Cement iz Beočina morao je biti isključen iz upotrebe za autoput iako su već bile dovežene velike količine na gradilište. Osim toga ponekad se morao upotrebljavati svež cement, vruć, neodležan u silosu. Sve je ovo imalo uticaja na ponašanje betona.

Za beton. ploču uglavnom je upotrebljavan šljunak moravac dobrog kvaliteta. Beton je spravljan u stabilnim i pokretnim mešalicama; kod prvih je vožen svež beton na mesto ugrađivanja, a kod drugih dovožen je materijal do mesta ugrađivanja, gde se kretala mešalica zajedno sa ostalim mašinama za izradu betonskog kolovoza.

Agregat za gornji sloj bet. ploče upotrebljen je iz majdana: Lepene, Orahovice i Kokre. Kvalitet je prvoklasan.

Podužna i poprečne fuge su loše rađene. Pored svega nastojanja ovaj rad, može se reći, u potpunosti nije uspeo, a naročito podužne fuge gde je radio finišeš širine 7,5 m. Na deonicama gde je radio ovaj finišeš podužne fuge su rađene prostorne. Daska, koja je u gornji sloj ploče stavljena, pod pritisak betona i mašine redovno se pomerila iz svog položaja, krivudala levo i desno, tako da se to nije moglo popravljati. Takođe se i donja daska pomerila iz svog položaja. Tada nije bilo mašina za usecanje fuga. Kod fnišera 3,75 m širine podužne fuge su rađene kao pritiskute i one su dobro izvedene.

Poprečne fuge su rađene kao prostorne. One su dobro rađene.

Na jednom delu rađene su prividne fuge kao probne.

Poprečne fuge rađene su po pravilu na rastojanju 9,0 m. Tamo gde se pojavio loš teren ili se sumnjalo u dovoljnu nabijenost nasipa, rađene su fuge na rastojanju 6,0 m. Sada posle više od 15 godina može se konstatovati da na svim mestima gde su ploče kraće, da se kovoloz bolje drži, iz čega se može zaključiti da bi bilo mnogo bolje da su rađene kraće ploče. Ondašnje uštede u gvožđu i nešto brži rad sa pločama od 9,0 mnogo se negativno odrazio na trajanje kolovoza.

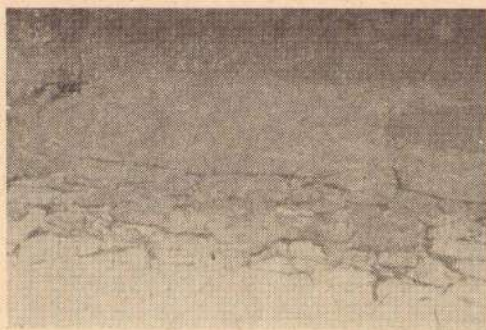
Samo ugrađivanje betona vršeno je mašinama u dva sloja.

Bili su određeni vodocementni faktori, kojih se trebalo pridržavati. Međutim, kako je obrada betona daleko lakša kad je više vode, stalno je postojala tendencija, pa skoro i praksa, da se daje u mešavinu više vode od propisane, čime se, razume se, smanjuje kvalitet betona.

Često se dešavalo, da se zbog nekog defekta u organizaciji (najviše transporta vagonetima) postavi gornji sloj sa zakašnjenjem na donji, koji je već odmakao u vezivanju i u tom procesu vibratori nabi-



Sl. 11. — propao kolovoz na mostu preko kanala Jarčina



Sl. 12. — propao kolovoz iza mosta preko Jarčine.

jajući gornji sloj poremete strukturu donjeg sloja, te su se ubrzo javljale pukotine, pa i drobljenje ploča kao i odvajanje gornjeg od donjeg sloja, pa pod saobraćajem i drobljenje cele ploče.

Kod sela Pećinaca (km 42) pre vremena prekinut je vodovod i nije se moglo pravilno i dovoljno negovati beton, pa se time objašnjava veliki broj prskanja ploča na ovom mestu.

Trake su rađene od nabijenog betona — ručno, zbog oskudice u odgovarajućim mašinama. Beton je nešto mršaviji nego u kolovozu, pa iz ovih razloga nije dobijen zadovoljavajući kvalitet trake. Iz saobraćajnih razloga preko trake stavljen je asfalt dva cm. debljine da bi se dobila kontra boja od boje kolovoza. Za ovu svrhu upotrebljen je i cement „lafarž“. Za njegovu upotrebu nije niko imao iskustvo. Sloj betona sa ovim cementom polagan je na svež beton donjeg sloja i oni se nisu vezivali. Ovaj sloj je odlepljen, ispucao i skoro je danas nestao sa trake.

Laboratoriski rad na autoputu bio je vrlo skroman, još jedino je na betonskom kolovozu uglavnom na svim radnim mestima intervenisala laboratorija. Današnji rad laboratorija je neuporediv sa ondašnjim, pa nema

razloga ni govoriti o onom što se neće ponoviti u građenju puteva.

Sadašnje stanje bet. kolovoza

Još za vreme građenja zapažene su neke mane i nedostaci, pa se u toku celog građenja nastojalo da se ovo izbegne i usavrši građenje ove vrste kolovoza.

Među prvim nezgodama bila je pojava sitnih prskotina, koje su nastale usled jakog sunca i jakih vibracija finišera, koji je izvlačio cementno mleko na površinu, od čega se stvarao tanak sloj, koji je pucao zbog nagle žege sunca. Ova se pojava desila kod Dobanovaca, gde je radio tzv. veliki finišer (posebne mašine za donji a posebne za gornji sloj, ali sve u jednoj garnituri; širina finišera 7,5 m).

Svi mi stručnjaci, koji smo bili na gradilištu u Dobanovcima, nismo imali dovoljno iskustva za građenje cementbetonskog kolovoza. Počeli smo uspešno graditi, prvi rezultati vrlo dobri. Početak izrade cem. bet. kolovoza počeo je u julu i nastale su velike vrućine usled čega su se pojavile sitne pukotine na gornjoj površini kolovoza.

Pojava pukotinica stvorila je paniku kod nekih stručnjaka koji su manje znali o betonu nego mi na gradilištu, i kod nekih nestručnjaka rukovodioca, paniku i nervozu, pa su doneta razna brzopleta i nepromišljena rešenja.

Radi se ovde o cem. bet. kolovozu odmah posle nadvožnjaka kod Dobanovaca, oko 1 km ka Zagrebu. Danas se i svaki laik pogledom može uveriti da je to najbolji kilometar betonskog kolovoza od Beograda do Zagreba. Najmanje je naprskih ploča a i drugih oštećenja nema.

Šteta je što nismo izdržali pritisak i izborili se, da ne menjamo započeti način izrade bet. kolovoza!

Druga pojava bila je prskanje bet. ploča. Ovo je ing. B. Ristić prikazao u svojoj knjizi:

„I pored toga što su na betonskom kolovozu izrađeni poprečni i podužni sastavci, na njemu se ipak mogu videti naprsline. One se najčešće javljaju u poprečnom pravcu, ali mogu biti i podužne ili kose. Postoji mnogo raznih uticaja koji stvaraju ove naprsline. Izborom pogodne dužine polja i pravilnim izvođenjem radova, počev od izrade nasipa i posteljice, pa do dovršenja kolovoza, uključivši i njihovo negovanje (polivanje vodom), one se mogu otkloniti odnosno znatno smanjiti.

Pojava naprslina na betonskim kolovozima predmet su stalnog osmatranja i proučavanja kako u evropskim državama tako isto i u SAD. Na osnovu ovih studija donose se zaključci o načinu izrade poprečnih sastavaka i dužini polja, ali po ovom problemu ni do danas nije nađeno potpuno zadovoljavajuće rešenje.

Poznato je da betonski kolovozi u SAD imaju vrlo mnogo naprslina — pukotina, ali s obzirom na perfektno održavanje kolovoza, naprsline se brzo i brižljivo zatvaraju asfaltnom masom, čime se sprečava dalje oštećenje usled saobraćaja. Interesantno je da i na svima nemačkim autostradama, koje su rađene po svima savremenim tehničkim principima sa poznatom pedantnošću, ima naprslina. One postoje i na našim kolovozima koji su rađeni pre rata. Takođe se javljaju i na autoputu Beograd—Zagreb“.

Posle 2 godine izrade bet. kolovoza, tj. 1950. godine izbrojane su poprečne naprsline ploča i bilo je na:

— km 48+800— 60+850 kom. 7
 — km 63+890— 65+000 kom. 6
 — km 65+000— 66+000 kom. 35
 — km 66+000—102—954 kom. 6

ta na 9 ploča. Taj broj danas je daleko veći.

Kosih naprslina takođe nije bilo 1950. godine mnogo, svega na 100 km puta 10 ploča.

Podužnih naprslina 1950. god. nije bilo mnogo, svega na 100 km pu-

REZULTATI ISPITIVANJA BETONA IZ KOLOVOZA

Kilometraža	Čvrstoća na pritisak posle 60 dana	Upijanje vode %	Abanje u cm^3
13+227	314	4,30	11,02
14+397	306	3	9,68
18+083	227,8	4,95	13,10
19+326	178,5	5,57	14,42
20+326	343	4,09	11,64
28+500	288	3,40	5,67
29+175	272	3,91	6,96
30+450	238	3,25	5,92
31+600	279	5,09	10,50
32+500	244	5,39	8,90
33+200	115	4,64	6,33
34+200	248	4,61	8,70
35+300	122	3,78	6,41
36+050	189	4,84	12, 5
37+680	294	—	—
41+400	247	—	—
42+828	255	4,89	8,89
44+340	196	4,35	7,80
47+985	302	—	—
48+440	344	—	—
55+321	372	—	—
56+480	324	—	—
62+000	320	—	—

Čvrstoća na pritisak posle 60 dana betona iz kolovoza treba da iznosi 80% od tražene čvrstoće na pritisak posle 28 dana za probne betonske kocke, dakle $80\% \times 300 = 240 \text{ kg/cm}^2$.

ASFALTBETONSKI KOLOVOZ

Na sloju čistoće debljine 15 cm postavljena je kamena podloga de-

bljine 20 cm. Sloj čistoće je nabijen samo ručnim putem u nedostatku mehaničkih sredstava za nabijanje.

Tucanički sloj je valjan u sloju 6 do 8 cm, a asfaltbetonski u sloju od 6 cm.

Dakle, ukupna debljina kol. konstrukcije: $15+20+8+6=49 \text{ cm}$.

Nabavka kamenog materijala za asfalt beton bila je veoma teška i

morala se nabavljati u režiji i sa svih strana. O tom se kaže u knjizi B. Ristića:

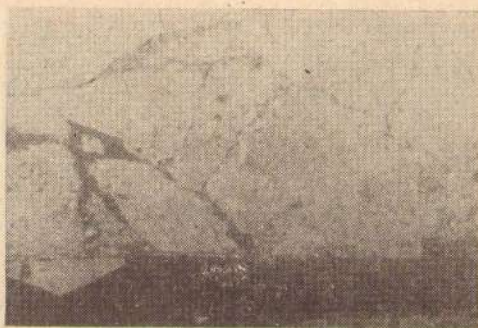
„Na asfaltnim bazama u Adaševcima (km 104) i Županji bilo je 1948. godine oko 25 vrsti materijala mesto 6—7. Pri normalnom snabdevanju potrebne su samo ove vrste materijala: filer, jedna do dve vrste peska i tri do četiri frakcije agregata po mogućstvu od istog materijala. Ovakva heterogenost materijala činila je velike teškoće u radu. Mešavine su se morale često menjati, pri čemu su pravljene razne kombinacije, da bi se ipak održale u graničnim linijama.

Na asfaltnim bazama bile su postavljene po dve drobilice sa po jednim „forbreherom“, koje su u 1948. godini proizvodile agregat od kamena iz Rakovca, Mominog Kamena i Vršca, a docnije (krajem 1948. godine i u 1949. godini) drobljen je kamen, tucanik, a ponekad i agregat 15 do 30 iz Orahovice i 15 do 30 iz Kokre, da bi se dobile frakcije: 0-2, 2-7, 7-15 i 15-25. Prema tome od kamena iz Orahovice i Kokre bilo je na gradilištu po dve iste frakcije i to: one koje su dolazile neposredno iz kamenoloma i druge, proizvedene na asfaltnim bazama“.

Upotrebljena je 1948. godine nafta albanskog porekla koja je prerađena u rafineriji na Rijeci. Bitumen je bio vrlo različit, imao je vrlo promenljivu tačku razmekšavanja i penetraciju. U 1949. godini dobijen je bitumen boljeg kvaliteta. Jednom, poznat stručnjak za bitumen, rekao je za onaj iz Albanije: „Posao rađen sa ovakvim bitumenom ne može biti kako treba“.

Asfalt beton je ugrađivan uz stalno prisustvo iskusnijih stručnjaka. Laboratorija je neprestano pratila rad i vršila potrebne intervencije.

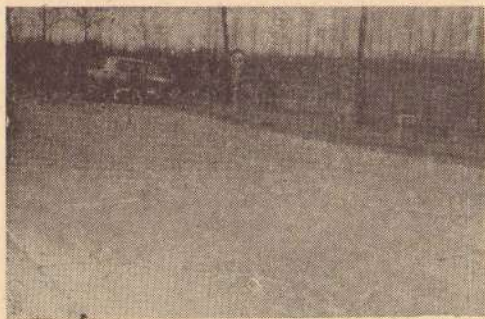
Evo kako je ing. B. Ristić posle izvršenja svih asfaltnih radova opi-



Sl. 13. — ima dosta ploča sašvim isprskanih na km. 24—26.

sao već tada uočene nedostatke:

„Mada su se radovi na gradilištu pravilno odvijali, ipak u pogledu ravnosti kolovoza oni nisu svuda uspešno izvedeni i na nekim potezima primećuju se veći talasi. Poznato je da je obrazovanje talasa na asfaltnim kolovozima redovna pojava i jedna od njegovih glavnih mana. Oni se stvaraju u toku građenja, jer pri valjanju plastične asfaltne mase deluju ne samo vertikalne već i horizontalne sile — valjak pri kretanju potiskuje asfaltnu masu i usled toga nastaju talasi. Prethodnim nabijanjem sa finišerima mogućnost stvaranja talasa znatno je smanjena, ali ova sredstva na Autoputu su nedostajala. Međutim, i sa raspoloživim sredstvima tj. pri upotrebi samih valjaka, oni se mogu osetno smanjiti i svesti u dozvoljnim granicama, ako se u toku rada bude obratila potrebna pažnja. Ovde ne dolazi u obzir isključivo izrada asfalta, već je u pitanju izrada podloge. Prema tome, pojava većih talasa i neravnina posledica je nepravilno (netačno) izvedene površine uvaljanog tucaničkog zastora. Ovde je potrebno osvrnuti se na ono, o čemu je ranije bilo reči, a to je da se podloga za asfaltni kolovoz mora solidno i pravilno izraditi, da bi se dobila ravna-površina kolovoza i da



Sl. 14. — ploče na km. 47.

bi potrošnja asfaltne mase bila u granicama normi. Pada u oči da ima većih talasa na V Sekciji, na delu između Babine Grede i Sikičevaca. Na ovom delu valjanje razasrtog tucanika nije moglo biti potpuno završeno do kraja sezone u 1949. godini. Voda koja je za vreme zime prolazila kroz ovaj nedovoljno uvaljani sloj, skupljala se u posteljici i istu raskvasila. Pri dovršavanju valjanja u 1950. godini nastale su poznate pojave gibanja, što je izazvalo prilično teškoća, dok se ovaj deo dovršio. Prema tome, valjanje tucaničkog zastora nije moglo biti uspešno izvršeno, što se sasvim razumljivo, nepovoljno odrazilo u pogledu ravnosti kolovoza i potrošnji asfaltne mase.

Sa leve (u pravcu Zagreba) strane kolovoza primećene su pored ivičnja ka tanke naprsline na asfaltnom kolovozu. One se javljaju u podužnom i poprečnom pravcu, a prostiru se do 0,50 m od ivice kolovoza. Na samim ivičnjacima kod ovakvih mesta nisu primećene nikakve vidljive deformacije. Ova pojava je primećena samo sa one strane, sa koje je bio postavljen normalni industrijski kolosek. Međutim, sa suprotne (desne) strane ovo se nije primećivalo. Pretpostavlja se da su ove naprsline nastale iz razloga, što kosine nasipa i bankine sa te

strane nisu bile izrađene, jer je smetao kolosek. Zbog toga je postojala mogućnost da se usled eventualnog prodiranja vode izazovu izvesna sleganja, što je dovelo i do stvaranja naprslina“.

KOLOVOZ OD KAMENE KOCKE

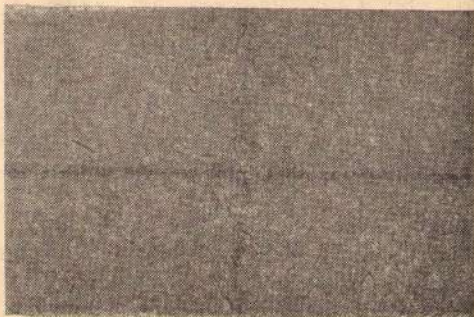
Kocka je izrađena kod Tošinog Bunara u dužini 4.482 km i smatralo se da je ovo privremeno rešenje. Naime onda se diskutovalo o kružnom putu oko Beograda, pa pošto nisu bila rasčišćena urbanistička rešenja, nije se mogao rešiti ni ulaz u Beograd.

Kocka je rađena na navozima kod nadvožnjaka i kod Busutskog mosta.

Izvori materijala, način izrade i dr. opisano je u pomenutoj knjizi B. Ristića.

Najveći objekat

Preko reke Bosut podignut je most po odobrenom projektu užeg konkursa u Sav. Min. građevina. Ing. Branko Žeželj opisao je projekat i građenje u jednom članku u časopisu „Naše građevinarstvo“, 1949. godine, sv. br. 3.



Sl. 15. — fuge.

U članku se daju podaci:

„Po svom sistemu most je rešen u vidu Gerberovog nosača sa obešenim nosačem u srednjem rasponu, zato što je zemljište, prema sondažnim podacima, bilo dosta slabo. Most ima tri otvora, srednji od 65 m. i dva bočna po 38 m. Širina mosta iznosi ukupno 12 m, sa kolovozom od 9 m i dve pešačke staze po 1,5 m. Dužina kolovozne table iznosi 141,5 m, a ukupna dužina mosta zajedno sa krilima 167,4 m. Niveleta je izrađena u blagom podužnom zaobljenju poluprečnika $R = 12.000$ m. S obzirom na neosteljivost konstrukcije na manju neravnomernost u sleganju stubova, predviđeno je oslanjanje obalnih stubova običnom temeljnom stopom, dok je oslanjanje rečnih stubova izvršeno na duboko pobijenim drvenim šipovima. Nepokretna ležišta predviđena su iznad rečnih stubova u vidu armirano-betonskih blokova, a oslanjanje je izvršeno preko olovnih ploča. Sva ostala ležišta, za oslanjanje na obalnim stubovima i kod srednjeg obešenog nosača, izrađena su u vidu čeličnih valjkastih ležišta od ostatka limova od konstrukcije bivšeg zemunskog mosta“.

Na kraju članka se kaže:

„Uspešno izvršenje ovako velikih i teških radova, koji spadaju u red najosetljivijih radova u armiranom betonu, u rekordno kratkom roku od manje nego četiri meseca, uključivši i mesece oktobar i novembar — kada se rad znatno usporava — predstavlja najveći uspeh naše tehnike armiranog betona koja ovim objektom još jednom dokazuje da može na sebe primiti i rešiti i najteže tehničke probleme. Posebno priznanje treba dati radu omladine koja je svojom mladošću i oduševljenjem pobedila i najteže prepreke i časno izvršila svoj zadatak.

Organizacija i izvođenje radova sprovedeni su pod tehničkim ruko-

vodstvom projektanta autora ovog članka, inženjera Simića, šefa Sekcije telničara Vlašskog, inženjera: Podnara i Jeftića i tehničara: Rajića i Praše“.

Most je završen 1949. godine i već je 15 godina u eksploataciji. Za ovo vreme nisu se pokazale nikakve mane i nedostaci na mostu.

Pošumljavanje autoputa

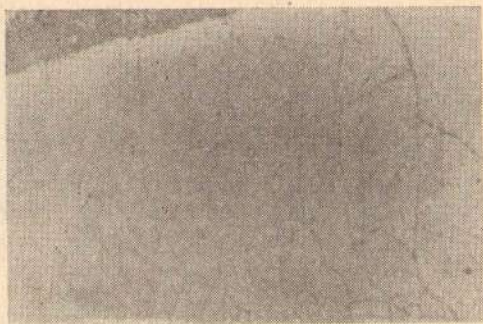
Na celom potezu u SR Srbiji, kroz Srem, autoput je izrađen kroz predeo skoro bez drveća, a naročito deo od Zemuna do Šida.

Pravilnim pošumljavanjem računalo se da će se mnogo dobiti u oblikovanju autoputa, u estetici. Pre petnaest godina, 1959. godine pisao je arh. Zdenko Sila u Našem građevinarstvu sv. br. 2 i ukazao kako valja pravilno rešiti ovo pitanje, izrađeni su bili i projekti.

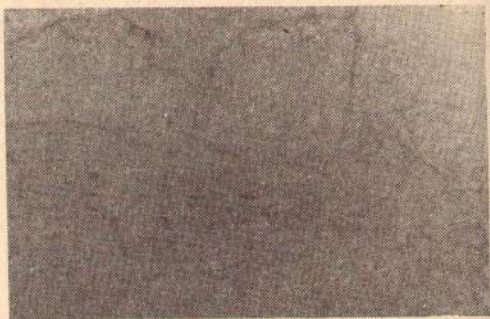
Arh. Sila između ostalog pisao je:

„Estetskom kvalitetu našeg autoputa Beograd—Zagreb mnogo doprinosi dobro vođena trasa, skoro bez prekida u sinusoidalnoj liniji velikih poluprečnika, $R = 10.000$ m, 15.000 m i 20.000 m; sa izuzecima pri ulazima na nadvožnjake preko železničke pruge gde su najmanji poluprečnici krivina od 3.500 m do 5.500 m. U visinskom pogledu trasa ide uglavnom na niskom nasipu, dobro je prilagođena neznatno valovitom terenu inače ravnog Srema i Slavonije. Nasip je sa blagim travom pokrivenim kosinama dobro spojen sa prirodnim terenom.

Nepovoljne uslove u pogledu iskorišćavanja prirodnih lepota predela pružala je projektantima trase našeg autoputa oblast bogatih poljoprivrednih ravnica u Sremu. Na ovim beskrajnim ravnicama često ne vidimo nijednog stabla koje bi oživljavalo pejzaž. Krajnjim iskorišćava-



Sl. 16. Ispucali asf. betonski kolovoz

Sl. 17. Ponovo izrađeni asf. bet. kolovoz
opet je ispucao.

njem zemlje crnice za poljoprivredu bile su u prošlosti iskrčene sve šume i šumarci do poslednjeg stabla.

Kako puste i tmurne su ove ravnice u zimsko doba bez snega, u blatu ili prašini jesenjih dana i ranog proleća!

Osnivaće se i pored samog autoputa, u izvesnim otstojanjima, nove šumske površine od oko 5 hektara, kao odmarališta putnika, i prostori za parkiranje kola u vrućim letnjim danima. Ovim zelenim ostrvima mnogo će doprineti podizanje bunara sa pitkom vodom, negde i blizina reke ili potoka.

Naročita požnja biće posvećena spomenicima i spomen pločama omladinskih brigada, graditelja autoputa. Ovi spomenici potsećaću putnike na velike napore koje je dala naša Narodna odladina za izvršenje prvog Petogodišnjeg plana. Istovremeno pružaju ovi spomenici zahvalan motiv u oživljavanju pejzaža.

Zasađivanje drvoredu uz autoput potpuno je odbačeno iz više razloga. Osim psihičkog delovanja drvoredu na vozača svojom monotonijom uporedne pratnje i neugodnim naglim izmenama sene i svetla, gusti drvoredu potpuno zatvaraju vidik sa ceste i time je odvajaju od prirode“.

Referent, Savezne Uprave za građenje autoputa Beograd—Zagreb, za oblikovanje arh. A. Urlih napisao je članak u Našem građevinstvu 1947. godine (sv. 3—4) o oblikovanju i pošumljavanju koji je tada važio kao obavezni propis, u kome su takođe bili isključeni drvoredu pored puta a naročito pored autoputa.

Na žalost po ovom nije postupljeno.

Kad je autoput završen i predat na održavanje, našli su se nazovi stručnjaci, koji su posadili duž celog puta drvoredu sa obe starne. To je bilo 1952 do 1953 i to su danas već odrasla stabla, koja su često i potpomogla gubljenju ljudskih života, a da se i ne govori o saobraćaju, estetici i dr.

Sa istim brojem sadnica i sa istim troškovima mogli su se dobiti vanredno dobra rešenja.

Moramo sad računati sa ovim što imamo. U drvoredu ima oko 30.000 stabala i ako bi se poseklo 20.000 komada i prodalo za dobijeni novac skoro bi se mogla platiti dopuna preostalih stabljika stvarajući šumarke i dr. kako to treba raditi na ovom putu.

Preporučljivo bi bilo kao najbolje rešenje: da se odmah izradi projekat pošumljavanja, koji bi predvideo no-



Sl. 18. Kocka na Bežanijskoj kosi

va sadenja i uklanjanje postojećih nepotrebnih stabala. Potom izvršiti sadenje u prvom narednom periodu sadenja. Postojeća stabla a koje bi po projektu trebalo ukloniti, ostaviti još nekoliko godina da bi drvena masa narasla i da bi nove sadnice nešto više odrasle.

SAOBRAĆAJ 1955—1963. GODINE

Iz tabele na str. 164 vidi se brzi porast saobraćaja na autoputu. Pada u oči da je najveći porast bio u 1963. godini. Tendencija porasta saobraćaja postoji i dalje.

Za 8 godina saobraćaj je porastao skoro devet puta.

STANJE POSLE 17 GODINA

I. Betonski kolovoz

Može se konstatovati da se cement betonski kolovoz nije održao kako bi trebalo i kako se očekivalo. Ima deonica koje se drže dobro, ali ima i jako propalih deonica. Najveća je dužina kolovoza čije je stanje srednje tj. na tim deonicama ima dosta prepuklih ploča, ali koje su ostale visinski nepomerene i koje su sasvim sposobne za saobraćaj.

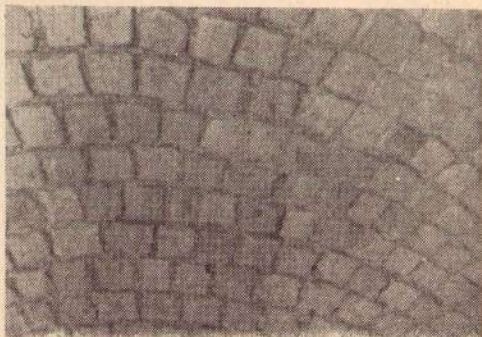
Čitav je niz uzroka za ovakvo stanje uočenih bez nekog detaljnijeg ispitivanja i laboratoriskog rada. Ovde se navode:

— nenabijanje (neježiranje) tla ni u useku ni ispod nasipa. Ustanovljeno je da je nasip nabijeniji od tla. U toku građenja nije bio uočen ovaj problem. Ovaj se sloj u toku eksploatacije slegao, što je dalje izazvalo sleganje nasipa i konstrukcije a time prskanje i negde sleganje kolovoza.

— Neravnomerno i nedovoljno nabijanje materijala u nasipima prouzrokovalo je naknadno sleganje — posle izrade kolovoza — a time prskanje i sleganje kolovoza. Ovo nepravilno ugrađivanje je posledica oskudice u sredstvima za nabijanje zemlje.

— Odmah posle rata cement nije kvalitetno proizveden, naročito f-ka Beočin, i to je razlog lošijeg kvaliteta betonskog kolovoza odnosno betona u kolovozu.

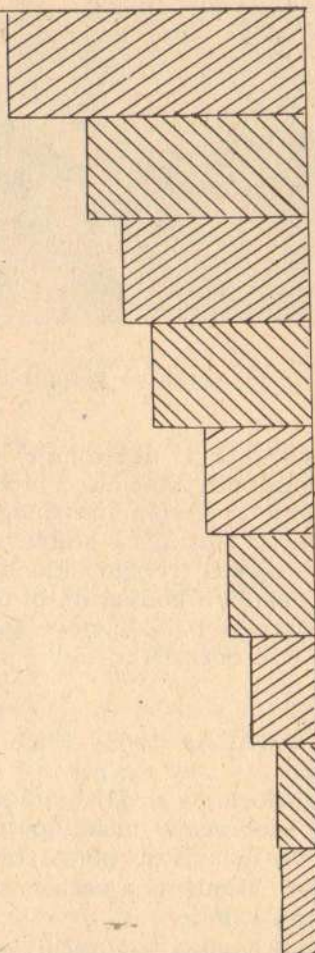
— Dužina polja od 9 m' za one uslove građenja nepravilno je određena. Sasvim je sigurno da je polje radeno 6 m', da bi bilo mnogo manje pukotina. Jedni kažu, a Amerikanci i rade, da je najbolje raditi dugačka polja 50 i 100 m, pa gde puca, fuga



Sl. 19. Detalj kocke

РАЗВОЈ САОБРАЋАЈА НА АУТОПУТУ БЕОГРАД-ЗАГРЕБ
(НА ДЕЛУ У СР СРБИЈИ)

	Г О Д И Н Е									
	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	
ДЕОНИЦА	бруто тона на дан	бруто тона на дан	бруто тона на дан	бруто тона на дан	бруто тона на дан	бруто тона на дан	бруто тона на дан	бруто тона на дан	бруто тона на дан	
	1311	1463	2210	2632	3748	5272	6058	6945	9613	
ЗЕМУН-РУМА (36 КМ)	1183	1205	2042	2727	3030	4797	5904	6978	8671	
	319	417	561	684	738	996	1200	1379	1584	
СРЕМСКА МИТРОВИЦА - ГРАНИЦА СРХ (41 КМ)	955	1022	1852	2103	2861	4347	5100	5925	8854	
	236	280	436	505	714	824	1000	1102	1406	
ПРОСЕК БРУТО ТОНА /24 ЧАС.	3457	3580	6113	7462	9639	14416	17082	19848	27138	
	1135	1200	2030	2430	3220	4780	6040	6430	9100	



treba zalivati jednom od za to proizvedenih smesa.

— Spravljanje betona je bilo nepravilno, kada je doziranje vode prekorraćeno, naime dodavano je više vode u mešavinu ili kad je već razastrt kolovoz dodavana je voda, u oba slučaja radi lakšeg ugrađivanja i lepšeg izgleda betona u kolovozu, čime se smanjivala čvrstoća betona.

— Nepravilno je ponegde ugrađivan gornji sloj betona u odnosu na vreme izrade donjeg sloja. Donji sloj je u periodu vezivanja dolazio pod dejstvo vibratora, a gornji nije vezivao za donji sloj, pa se pod saobraćajem lomio u sitne komade.

— Negovanje betona nije uvek bilo pravilno i dovoljno, nekad zbog nemarnosti a nekad zbog oskudice u sredstvima.

— Održavanje betonskog kolovoza nije vršeno kako treba, naročito ne prvih godina eksploatacije. Nisu zalivane fuge na vreme, a isto tako nisu zalivane nastale pukotine u pločama, pa je voda prodirala u tampon i posteljicu, što je prouzrokovalo sleganje i dalje pucanje betonske ploče kolovoza.

Deonice od Bežaniske kose do nadvožnjaka kod Dobanovaca

Ova deonica dužine 7,4 km rađena je 1947. godine. Betonski kolovoz radilo je građ. pred. „Autoput“ iz republike Srbije. Radili su mali finišeri, širine 3,75 m. Ovde je bila stabilna mešalica a vozio se spravljen beton u vagonetima po dekoviljskom kolovozu.

Poslednje ploče kod nadvožnjaka u Dobanovcima betonirane su 10 januara 1948. godine, kada su bile niske temperature i beton je zaštićivan šatorima i slamom.

Cela ova deonica ocenjuje se da se betonski kolovoz drži odlično.



Sl. 20. Asf. bet. kolovoz kroz šumu

Ova deonica je opterećena saobraćajem od 9613 bruto tona za 24 sata.

Deonica od nadvožnjaka u Dobanovcima do km 28

Ova deonica dužine 10 km rađena je 1947. godine. Radove je izvodilo Savezno preduzeće „Jugoput“, i fuzionisano preduzeće „Autoput“ Srbije. Kolovoz je rađen velikim finišerom 7,5 m širine.

Od km 24 (Most preko kanala Jarčine) pa do km 26 kolovoz je znatno propao. Ovde je vrlo nizak nasip, a nije sigurno ni da je tampon dobro nabijen, te je usled sleganja isprskao kolovoz.

Na ovom delu visoka je podzemna voda i ona je doprinela propadanju kolovoza.

Održavanje, naročito prvih godina, bilo je ispod svakog minimuma; pukotine nisu po godinu dana zatvarane, te je voda raskvašavala tampon i posteljicu.

Deonica od kl 28—62 (kraj I sekcije)

Ova deonica izrađena je 1948. godine od strane građ. omladinskog preduzeća „Autoput“. Radila su tri finišera i to od 28—42 km veliki finišer,

koji je 1947. godine počeo rad na km 18; od 42—51 km drugi finišeš širine 7,5 m i od 52—62 mali finišeš širine 3,75 m. Ove oodine radila je omladinska organizacija. Ova deonica je izrađena za vanredno kratko vreme. Radovi su počeli 1 aprila (kad je počela omladinska akcija) i završeni avgusta 1948. godine, dakle 34 km za 4 meseca.

Kolovoz na ovoj deonici se različito održao. Ima vanredno dobrih deonica, srednjih pa i deonica sasvim propalih. Razlozi za deonice, koje su se rđavo održale, su uglavnom kao i za prethodne deonice. Npr. kod sela Pećinaca km 42, km 47, km 49 naročito je kolovoz propao. Ovde je uglavnom tampon bio nedovoljno nabijen.

Pred samim nadvožnjakom, km 51 kolovoz je izrazito propao. Razlog je ovome prvenstveno nizak nasip, visoka podzemna voda i dejstvo mraza.

Deonica km 62 — km 103

Stanje kolovoza na ovoj deonici je u proseku kao i na predhodnoj. Razaranje betonskih ploča je nastalo iz sličnih i istih razloga kao na predhodnoj deonici.



Sl. 21. Kocka na Bežaniji i podignuta šumica.

Karakteristika je da je kolovoz ravan i moguće su veće brzine vozila.

II. ASFALT BETONSKI KOLOVOZ

Na teritoriji Srbije ima 7,028 km asf. kolovoza. Kad se radio autoput nije vođeno računa o granici republike, pa je ovako mala dužina izrađena, a mogla je i ova deonica biti izrađena od cement betonskog kolovoza, što bi bilo jednostavnije za održavanje, jer i mala dužina asf. kolovoza zahteva posebnu organizaciju.

Na celoj dužini kolovoz se nije održao, ispucao je mrežasto, ali tako je abajući sloj ostao i nije mnogo nepodesan za saobraćaj.

Vršene su analize i traženi uzroci ovako lošeg stanja kolovoza. Prednje dve slike su karakteristika deonice. Nađeno je da je ukupno kolovozna konstrukcija debljine 49 cm uključivo tampon nedovoljna. Debljina tamponskog sloja 15 cm takođe je nedovoljna.

Ovde su nasipi niski, a tlo nije ježirano, pa je nastalo naknadno sleganje i abajući sloj je isprskao.

Usled vode nasipi su se raskvasili i pod saobraćajem stvorili su se manji i veći talasi na autoputu.

III. KAMENA KOCKA

Izrađena 1947. godine kamena kocka od Tošinog bunara do početka cement betonskog kolovoza (km 9 + 810) je u eksploataciji već 18 godina i može se oceniti njeno stanje kao vrlo dobro.

Prvih godina eksploatacije morale su se vršiti popravke nešto u većem obimu, naime na više mesta pojavljivali su se talasi, svakako zbog debljeg sloja peska ispod kocke nego što je propisano i potrebno.

Bilo je još ulegnuća kocke kod objekata, ali za ovo je bio drugi razlog, naime sleganje klinova pored objekata povlačilo je uleganje kolovoza od kamene kocke.

Danas se može konstatovati da od pre nekoliko godina niti su se javljali talasi ni ulegnuća kod objekata.

Kocka na navozima kod nadvožnja ka i kod mosta preko Bosuta nije bila ni izrađena onakvog kvaliteta kao ona od Tošinog Bunara. Ovo i iz razloga što je 1947. godine bilo manje gradilište pa se moglo naći stručnih radnika „kockara“ za polaganje kocke, dok je to sledećih godina bilo teže za veoma veliko gradilište. Na ovim delovima bilo je u toku proteklih godina i većih opravki, pa ipak nije danas stanje kao ono kod Tošinog bunara, iako je zadovoljavajuće.

PREPORUKE

Na osnovu stečenog iskustva za vreme i posle građenja autoputa Beograd — Zagreb

Podvučeno je, kako nije bilo dovoljno iskustva kad se gradio ovaj put i da je zbog toga činjen niz grešaka zbog čega je današnje stanje kolovoza rđavo. S obzirom da tu i tamo i danas na sličnim putevima dobijamo ne sasvim kvalitetne puteve, iako su uslovi daleko povoljniji danas nego pre petnaestak godina mogu se razumeti nedostaci na ovom putu.

Mnogih ondašnjih problema danas nema na gradilištu.

Preporuke će izostaviti takve stvari, ali će morati ipak neke napomenuti iako su to notorne stvari za današnjeg graditelja.

I. Zemljani radovi

— Pri projektovanju vršiti sva potrebna geomehanička ispitivanja i za ovo se ne smeju štedeti novčana sredstva.

— Nabijanje nasipa vršiti po svim propisima uz permanentnu laboratorijsku kontrolu, koja mora biti obimna i stoga.

— Tlo mora biti ispitano i preduzete mere za njegovo poboljšanje.

II. Betonski kolovoz

— Svi materijali moraju zadovoljavati tehničke propise.

— Tamponski sloj mora biti ravno merno nabijen i u svemu po propisu. On ne sme biti razastiran na veću dužinu.

— Preko propisane količine vode ne sme se dozvoliti dodavanje vode, kako za vreme spravljanja betona tako ni za vreme ugrađivanja.

— Dužina polja mora biti prostudirana i određena na bazi laboratorijskih podataka.

— Fuge svih vrsta treba najpažljivije raditi; težiti za mašinskim radom fuga.

— Ugrađivanje betona poveriti iskusnim i isprobanim radnicima.

— Negovati beton po tehničkim propisima, kako po dužini vremena tako i po kvalitetu nege.

— Fuge i naprsline na vreme zalivati i održavati.

— Betoniranje treba permanentno pratiti laboratorijskim ispitivanjem.

III. Asfalt betonski kolovoz

— Kolovozna konstrukcija mora se određivati tako da zadovolji svima propisima.

— Materijali se moraju ispitivati i upotrebljavati samo oni koji zadovoljavaju traženi zahtevi! Na bitumen obratiti najveću pažnju.

— Ugrađivanju posvetiti posebnu pažnju.

— Radovima treba da rukovode veoma iskusni radnici.



Sl. 22. Drvored.

— Laboratorije moraju neprestano raditi.

— Nastale defekte u kolovozu odmah otkloniti, kako se ne bi šteta širila.

— Na ravnost kolovoza obratiti najveću pažnju.

IV. Kolovoz od kamene kocke

Ova vrsta kolovoza se relativno najbolje drži. Na njemu su u početku vršene opravke.

S obzirom da ovo nije zatvoren kolovoz i da mogu usled vode i mraza nastati velike neravnine, kao i da je ovaj kolovoz nesavremen ne treba ga ubuduće raditi.

Kolobrani

Na prilazima kod nadvožnjaka postavljeni su kameni kolobrani veoma gusto, na rastojanju 2 m. Tada ograde nisu se radile, bar kod nas ne, druge sem kolobrana, zida ili neke čvrste ograde.

U svetu je dokazano da su ovakve ograde često bile uzrok teških udesa i žrtava, pa je i to utvrđeno da napr. nije bilo kolobrana, nebi se kola preturala, već bi skliznula niz na-

sip i tako bi često bili spaseni ljudski životi.

Preporučljivo bi bilo da se skinu svi postavljeni kolobrani i da se mesto njih izrade elastične čelične ograde, koja se već uspešno kod nas izrađuju i na putevima postavljaju. To su ograde već ispitane ne samo kao opitne nego i u praksi i pokazale su se kao veoma efikasna zaštita.

Drvoredi

Danas je i prosečnom stručnjaku jasno da ne treba pored puteva, koji se projektuju i grade za velike brzine, saditi drvorede, jer su velika opasnost za saobraćaj, a naročito za vozila, koja iz bilo koga razloga skliznu sa kolovoza i planuma puta.

Učinjena je greška na autoputu Beograd — Zagreb, na teritoriji SR Srbije.

Trebalo bi što pre pristupiti planskom vadenju stabala i presađivanju ukoliko je to moguće i tako stvarati šumarke; ukoliko pak nije moguće onda po dobro razrađenom planu iskrčiti veliki broj i posaditi nove sadnice, tj. postojeća stabla koristiti ukoliko je to moguće zbog njihovog položaja i odstojanja od kolovoza a sve potrebno dopuniti novim sadnicama.



Sl. 23. Šumica i drvored

ZAKLJUČCI

Sa X redovne Godišnje skupštine Društva za puteve Srbije, održane 28. marta 1965. godine, u Beogradu

I.

Zaključeno je da se Društvo u daljem radu u okviru redovnih zadataka predviđenih Statutom Društva angažuje naročito na sledećim zadacima:

1) Da proučava sva pitanja koja su od važnosti za razvitak putne mreže u SR Srbiji;

2) Da propagira i dokazuje potrebu i korisnost dobrih puteva i uređenog putnog saobraćaja;

3) Da u širokim narodnim slojevima u selu, gradu, rudarsko-industrijskim i drugim naseljima, širi svest o kulturnom odnosu prema putevima i putnim objektima;

4) Da radi na razvitku odnosnih grana tehničkih nauka i na usavršavanju tehnike i metode rada u oblasti projektovanja, građenja i održavanja puteva i mostova;

5) Da pruža stručnu pomoć organima uprave društveno-političkih zajednica u svim pitanjima u vezi sa putnom mrežom SR Srbije i putnim saobraćajem;

6) Da u pitanjima koja čine zadatak Društva sarađuje sa odgovarajućim društvenim organizacijama u zemlji i u inostranstvu;

7) Da organizuje prenošenje iskustava iz zemlje i inostranstva na što

širi krug stručnjaka i zainteresovanih lica;

8) Da koordinira rad svih svojih članova na ostvarivanju ciljeva Društva i da rukovodi zajedničkim akcijama;

9) Da obezbedi materijalna sredstva za rad Društva u vidu prikupljanja članskih uloga redovnih i kolektivnih članova; prihoda od izdavačke delatnosti; priloga, materijalne pomoći, dotacija i sl.;

10) Časopis „Put i saobraćaj“ treba da predstavlja sliku života i rada našeg Društva i drugih organizacija koje se bave putnom problematikom. Svi članovi Društva treba aktivno da sarađuju u časopisu. Ova saradnja treba da se ogleda u pisanju stručnih članaka u cilju unapređenja javnih puteva, organizacije i produktivnosti rada, unapređenja samoupravljanja, boljeg korišćenja kapaciteta, stručnog obrazovanja kadrova, i sl.;

11) Radi proučavanja pojedinih pitanja i u cilju uspešnijeg rada Upravni odbor Društva obrazovaće komisije;

12) Radi što uspešnijeg rada na ostvarivanju ciljeva Društva organizaciono učvrstiti Upravni odbor Društva odnosno njene sekcije. Održavati stalnu vezu između Upravnog odbora Društva i sekcija. Pružati stalnu pomoć sekcijama i voditi bri-

gu o unapređenju njihovog rada. Organizovati posete, razgovore, predavanja i druge forme i kontakte sa članovima na terenu;

13) Pružati stalnu pomoć preduzećima za puteve na usavršavanju organizacije putne službe;

14) Aktivno učestvovati u izradi i donošenju tehničkih propisa i drugih normativa iz oblasti puteva.

Pored ovih opštih zadataka, doneti su konkretni zaključci:

II.

1) Radi zajedničkog izdavanja časopisa Društvo će pozvati na saradnju Društva za puteve BiH, Makedonije i Crne Gore;

2) Organizovati stručno predavanje o 30-to godišnjem iskustvu na građenju i modernizaciji puteva u SR Srbiji;

3) Organizovati savetovanje po temi: „Putna regulativa“;

4) Nastojati da se pravilno i uredno održavaju putevi, putna signalizacija i zasadi pored puteva i time učinimo da je saobraćaj na putevima bezbedan;

5) Izneti mišljenje o stanju mreže u SR Subiji i problemima finansiranja, kao i predložiti novu organizaciju službe javnih puteva;

6) Nastojati da se pri ograničenoj nadležnosti za puteve tj. Republičkom sekretarijatu za saobraćaj i veze ili pri Republičkom fondu za puteve obrazuje komisija koja bi imala zadatak da vrši reviziju investicione tehničke dokumentacije.

Zaključci sa Godišnje skupštine i sednica Upravnog odbora Društva za puteve treba da dobiju svoje mesto i u praksi i u daljem radu našeg Društva. Sve zaključke treba posebno razmotriti i učiniti potrebno da oni dođu do izražaja kod odgovarajućih organa i organizacija zainteresovanih za stanje i organizaciju službe javnih puteva u našoj Republici.

Z a k l j u č c i

sa Savetovanja o održavanju puteva, održanog 27. III 1965.
godine u Beogradu.

Prema oceni većine učesnika Savetovanje je uspelo zahvaljujući do broj organizaciji i dobro pripremljenim i blagovremeno objavljenim materijalima koji su koristili kao baze za diskusiju i zauzimanje stavova po najvažnijim problemima savremenog održavanja puteva. Posle iscrpne i konstruktivne diskusije zaključeno je sledeće:

1) Da je stanje putne mreže na teritoriji SR Srbije vrlo loše kako u pogledu kvaliteta kolovoza i elementa puta, tako i po razvijenosti iste, o čemu svedoči podatak da od ukupne mreže javnih puteva I i II reda na teritoriji SR Srbije koja iznosi 8897 km ima puteva sa savremenim kolovozom svega 3434 km, odnosno oko 38% pri čemu je i kod ovih puteva oko 30% u takvom stanju da zahtevaju hitnu obnovu kolovoznog zastora.

Pored ovako niskog procenta savremenih puteva naročito je istaknuto da debljina kolovoznih konstrukcija, naročito na putevima sa tucaničkim kolovozima, ne zadovoljavaju s obzirom na veliki saobraćaj vozila sa teškim osovinskim opterećenjem.

Loše stanje puteva još više pogoršava vrlo kritično stanje kod mase privremenih i polustalnih mostova nosivosti 3—5 tona.

Opšti je zaključak da je stanje puteva takvo da zahteva hitne intervencije svih zainteresovanih, a i nalezni organa.

2) Da su sredstva koja se obezbeđuju za održavanje, rekonstrukciju i izgradnju puteva daleko ispod stvarnih potreba što dovodi do naglog propadanja naročito puteva sa tucaničkim kolovozom.

S druge strane, konstatuje se da će samo gubici na našoj putnoj mreži zbog većih direktnih troškova transporta u 1965. godini iznositi oko 22 milijarde dinara.

O gubicima u turizmu i ostaloj proizvodnji zbog nedovoljne razvijenosti i lošeg stanja putne mreže, kao i šteti koju trpi privreda nema podataka, no sigurno je da su i ove štete vrlo velike.

Materijali i diskusija su ukazali na mogućnosti finansiranja pri čemu se naročito ističe zahvatanje dela poreza na promet od prodaje benzina i plinskog ulja kao i drugi izvori prihoda, te je potrebno usmeriti sve napore na ostvarivanju ovih predloga.

3) Nedostatak dugoročnijeg čvrstog plana stvara probleme kako kod gradjenja, tako i kod održavanja puteva. Potrebno je propisima regulisati izvore prihoda tako da se, prema tako čvrstim prihodima, može postaviti i siguran dugoročnji plan. Ovo bi o-

mogućilo da se sredstva za puteve, mada bila i nedovoljna, najracionalnije koriste.

4) Po pitanju organizacije putne službe konstatovane su izvesne slabosti, koje su delom proistekle i zbog nedovoljno razjašnjenog statusa preduzeća za puteve, pri čemu se naročito ističe nesklad između Osnovnog zakona o preduzećima za puteve, koji obavezuje preduzeća da održavaju puteve u dobrom stanju i, s druge strane, neregulisanje pitanja finansiranja ovih radova, što dovodi preduzeća u vrlo tešku situaciju.

Teritorijalna podela i prilična rascepanost i veliki broj preduzeća (na teritoriji uže Srbije) otežavaju koncentraciju i efikasnost službe održavanja, te je potrebno problem organizacije posebno izučiti.

5) Nagli porast saobraćajnog opterećenja, kako po intenzitetu, tako i po veličini osovinskog opterećenja, dovodi do naglog propadanja kolovozne konstrukcije na našim putevima. Najnovija saznanja (AASMOO — opiti) ukazuju na presudni uticaj vozila sa velikim osovinskim opterećenjem na propadanje kolovoza, a naročito kolovoza neprilagođenih teškom saobraćaju, što je kod nas najčešći slučaj. Naši kolovozi su uglavnom sa malom debljinom; bez tampovskog sloja, izuzev posle rata novoizgrađene puteve; sa slabim sistemom odvodnjavanja; sa velikim procentom tucaničkih kolovoza, itd.

S obzirom da osposobljavanje ovakvih naših puteva zahteva duži vremenski period i ogromna finansijska sredstva izlaz iz ove situacije treba tražiti u ograničavanju osovinskog opterećenja na takvim putevima u toku cele godine, ili bar u periodu odmržnjavanja.

6) Nastojati da se rad na održavanju puteva uprosti i do maksimuma mehanizuje kako bi se brže i ekonomičnije vršile intervencije na pute-

vima. Grupni rad se pokazao u praksi dobar ukoliko su ekipe opremljene potrebnom opremom.

7) Potrebno je nastojati da se rad na održavanju puteva uprosti i do maksimuma mehanizuje kako bi se što više smanjilo vreme opravki i održavanja saobraćaja.

Nastojati da se u zavisnosti od stepena oštećenja i vrsti potrebnih opravki odaberu najbolje i najracionalnije metode rada, kao i da se do maksimuma koristi grupni rad.

Potrebno je odabrati optimalnu i neophodnu mehanizaciju i opremu za nesmetan rad jedne pokretne grupe za održavanje puteva i usaglasiti broj radnika i mašinista.

8) Nedostatak potrebnog broja stručnog osoblja i nivo stručnog znanja predstavljaju ozbiljnu prepreku boljem održavanju i bržoj modernizaciji naše putne mreže, jer se događa da se zbog toga, čak, i mala sredstva za održavanje neracionalno koriste.

9) Konstatovan je problem puštanja u saobraćaj nedovršenih puteva. Radi toga, potrebno je preduzeti mere da se posle puštanja u saobraćaj putevi odmah održavaju od strane preduzeća za puteve i da im se za ovo održavanje obezbedi odgovarajuća naknada. Naime, iako putevi nisu tehnički primljeni treba da je obaveza preduzeća za puteve da ih odmah održavaju.

10) Problem održavanja saobraćaja pri svim vremenskim uslovima iziskuje od preduzeća ogromna sredstva, kako finansijska, tako i materijalna (specijalizovana mehanizacija i ljudstvo), sa kojima ista najčešće ne raspolažu. Problem zimske službe i borba protiv snega i poledice kod nas nije rešen na zadovoljavajući način, obzirom da se ne raspolaže potrebnom mehanizacijom i specijalno organizovanom služбом za obezbeđenje i obaveštavanje učesnika u saobraćaju.

braćaju. Zbog toga je potrebno nabaviti odgovarajuću mehanizaciju za čišćenje snega i odobriti najbolje rešenje za njenu raspodelu pri postojećim preduzećima za puteve.

Da bi se omogućilo korišćenje opreme u toku cele godine nabavljati mašine koje se uz manje modifikacije mogu koristiti za razne vrste radova, što je najčešće i slučaj kod savremenih mašina za čišćenje snega i borbu protiv poledice.

11) Da bi se iskoristili postojeći kapaciteti naše mašinske industrije, smanjile potrebe za uvozom, potrebno je dati specifikaciju najneophodnije opreme i potreban broj iste kako bi naše fabrike mogle uskladiti svoje proizvođačke planove sa našim potrebama. Pri tome ići na laku i srednju mehanizaciju koja bi bila dobro prilagođena za razne vrste intervencija na putevima.

Pre prelaska na serijsku proizvodnju, ili uvoz mašina iz inostranstva, izvršiti temeljna ispitivanja mašina u različitim uslovima, pa tek onda izvršiti nabavku opreme koja bi na taj način postala standardna i obavezna za sva preduzeća. Ovom ulo-

gom bi specijalno trebalo da se pozabavi neko od većih preduzeća za puteve, ili institut.

12) Pozitivno su ocenjena nastojanja preduzeća za usavršavanja sistema nagrađivanja radnika na održavanju puteva, koje je uvek predstavljalo veliki problem, s obzirom na veliki broj teško merljivih operacija. S obzirom da se još nisu dobili neki konkretni načini nagrađivanja, to treba i dalje raditi na pronalaženju najboljeg rešenja ovog pitanja.

13) U diskusiji kao i materijalima je istaknuta kao pozitivna politika u oblasti održavanja puteva koja se bazira na forsiranju modernizacije puteva tj. obnove dotrajalih tucaničkih kolovoza uz izradu odgovarajućih savremenih kolovoznih zastora sa odgovarajućim pojačanjem podloge koja se u protekle tri godine pokazala zadovoljavajuća i efikasna.

Takođe se ističe i ukazuje na potrebu i daljeg nastojanja putne službe da što više u ovim poslovima angažuje učešće političko-teritorijalnih jedinica i privrednih organizacija.

STATUT

Društva za puteve SR Srbije

Zadaci Društva

Član 1.

Zadatak Društva za puteve SR Srbije jeste:

a) da propagira i dokazuje potrebu i korisnost dobrih puteva i uređenog putnog saobraćaja i da u širokim narodnim slojevima u selu, gradu, rudarsko-industriskom i drugim naseljima, širi svet o kulturnom odnosu prema putevima i putnim objektima;

b) da proučava sva pitanja koja su od važnosti za razvitak putne mreže u SR Srbiji;

c) da radi na razvitku odnosnih grana tehničkih nauka i na usavršavanju tehnike i metode rada u oblasti projektovanja, građenja i održavanja puteva i mostova, kao i u oblasti organizacije na njima;

d) da pruža stručnu pomoć organima narodne vlasti u svim pitanjima u vezi sa putnom mrežom SR Srbije i putnim saobraćaju;

e) da u pitanjima koja čine zadatak Društva saradnje sa odgovarajućim društvenim organizacijama u zemlji i u inostranstvu;

f) da organizuje prenošenje iskustava iz zemlje i inostranstva na što širi krug stručnjaka i zainteresovanih lica i

g) da koordinira rad svih svojih članova na ostvarenju ciljeva Društva i da rukovodi zajedničkim akcijama.

Sedište i pečat Društva.

Član 2.

Sedište Društva za puteve SR Srbije je u Beogradu, a područje rada je teritoriji SR Srbije.

Pečat Društva je okrugao, sa natpisom „Društvo za puteve SR Srbije, Beograd“, a u sredini „Via — Vita“.

Sredstva Društva

Član 3.

Materijalna sredstva Društva su:

- a) članski ulogi redovnih članova;
- b) prihodi izdavačke delatnosti, izložbi, priredaba i sl.;
- c) prilozi, materijalna pomoć, pokloni, dotacije i sl.

Članovi Društva

Član 4.

Članovi Društva mogu biti redovni, pomažući i počasni i to:

Redovni članovi mogu biti:

a) svaki pojedinac koji se interesuje radom Društva i želi da doprinese ostvarenju iznetih ciljeva Društva;

b) preduzeća, ustanove, društvene organizacije, profesionalna društva itd. ako su saglasni sa ciljevima društva i ukoliko žele da pomognu Društvo svojom saradnjom.

Počasni članovi mogu biti samo pojedinci koji imaju naročite zasluge za rad i ostvarenje ciljeva Društva.

Pomažući članovi mogu biti svi oni koji po članu 4. tačka a) i b) mogu biti i redovni članovi Društva.

Član 5.

Visina članarine za članove pojedinca određuje skupština. Najmanji iznos godišnje kolektivne članarine za preduzeća je 100.000.— dinara, a za ustanove, društvene i slične organizacije 10.000.— dinara i uplaćuje se odjednom.

Pomažući članovi uplaćuju godišnje članarinu sa najmanjim iznosom od 10.000.— dinara i to odjednom.

Počasni članovi ne plaćaju članarinu.

Prava i dužnosti članova

Član 6.

Redovni članovi imaju pravo da učestvuju u celokupnom radu Društva; oni mogu stavljati usmene ili pismene predloge, birati i biti birani za sve funkcije u Društvu; mogu koristiti sve ustanove i povlastice Društva.

Počasni i pomažući članovi imaju sva prava redovnih članova.

Dužnosti redovnih članova su:

a) da rade na ostvarenju zadataka Društva;

b) da redovno uplaćuju svoj članski ulog;

c) da izvršuju odluke Društva i da se staraju o njihovom sprovođenju u život.

Prijem članova i prestanak članstva

Član 7.

Prijave za prijem u članstvo Društva se podnose pismeno Upravnom odboru Društva na propisanom formularu. Odluku o prijemu redovnih i pomažućih članova donosi Upravni odbor Društva.

Počasne članove bira redovna skupština Društva na predlog Upravnog odbora Društva i oni ne plaćaju članarinu.

Članstvo u Društvu prestaje:

- a) pismenim zahtevom člana;
- b) prestankom rada preduzeća, ustanove, organizacije i sl.;
- c) neplaćanjem članarine za više od godine dana;
- d) isključenjem od strane Skupštine na obrazloženi predlog Upravnog odbora Društva.

Organi Društva

Član 8.

Organi Društva su:

- a) Skupština Društva
- b) Upravni odbor Društva i
- c) Nadzorni odbor.

Skupština Društva

Član 9.

Najviši organ Društva za puteve SR Srbije je Skupština Društva, koja može biti redovna ili vanredna.

Skupštinu sačinjavaju svi članovi pojedinci i po jedan predstavnik kolektivnih članova.

Dnevni red skupštine utvrđuju Upravni odbor Društva i saopštava ga svima članovima najkasnije na 15 dana pre skupštine. Izmene dnevnog reda mogu se predlagati do 5 dana pre skupštine, a o njima se rešava na skupštini.

U dnevni red vanrednih skupština mogu ući samo pitanja zbog kojih je vanredna skupština i sazvana.

Redovna skupština se sastaje jedanput godišnje, a mesto i vreme skupštine utvrđuje se na prethodnoj godišnjoj skupštini.

Vanredne skupštine sazivaju se prema potrebi od strane Upravnog odbora Društva, Nadzornog odbora ili na pismeni i obrazloženi zahtev najmanje 50 članova.

Član 10.

Odluke Skupštine se donose većinom glasova prisutnih članova, a obavezne su za sve članove Društva.

Član 11.

U delokrug rada skupštine ulazi:

- a) donošenje i izmene Statuta Društva;
- b) utvrđivanje opštih smernica i zadataka Društva;
- c) izbor počasnih članova Društva;
- d) razrešenje i izbor Upravnog odbora i Nadzornog odbora Društva a poimenično predsednika Društva; o načinu izbora rešava skupština;
- e) rešavanje o prestanku članstva;
- f) rešavanje po žalbama članova protivu odluke Upravnog odbora;
- g) donošenje budžeta i odobravanje izdataka učinjenih van budžeta;
- h) rešavanje o prestanku rada Društva;
- i) rešavanje o učlanjivanju Društva u druga društva ili savez društava u zemlji i u inostranstvu.

Upravni odbor Društva

Član 12.

Poslove Društva vodi Upravni odbor Društva koji se sastoji od predsednika, 3 potpredsednika, 2 sekretara i 10—15 članova.

Članove Upravnog odbora bira Skupština na godinu dana, iz redova članova Društva.

Član 13.

Društvo za puteve zastupaju predsednik i jedan od sekretara.

Član 14.

Upravni odbor Društva može poveriti obavljanje izvesnih određenih poslova Predsedništvu Društva, koje sačinjavaju predsednik i potpredsednici, oba sekretara i blagajnik.

O odlukama Upravnog odbora vodi se zapisnik uz potpis predsednika i sekretara. O važnijim odlukama Upravni odbor je dužan da obaveštava članove Društva.

Član 15.

Radi izvršenja svojih zadataka Društvo izdaje svoj časopis „Put u saobraćaj“, koji obuhvata, po svojoj sadržini, sva pitanja u cilju unapređenja javnih puteva i sprovođenju smernica društvenih planova u oblasti javnih puteva, pitanja unapređenja organizacije i produktivnosti rada, stimulativnijeg nagrađivanja radnika, unapređenja samoupravljanja, boljeg kapaciteta (mehanizacije), stručnog obrazovanja kadrova, i dr.

Član 16.

Radi proučavanja pojedinih pitanja i u cilju uspešnijeg rada može Upravni odbor obrazovati stalne ili privremene komisije ili organizovati i stručna savetovanja. Stručna savetovanja održaće se istovremeno sa godišnjim skupštinama, ali se mogu po potrebi sazivati i vanredna stručna savetovanja pod uslovima iznetim u članu 9. za saziv vanrednih skupština.

Član 17.

Poslovna godina Društva poklapa se sa kalendarskom godinom.

Član 18.

Upravni odbor Društva može sazivati i šire sastanke stručnjaka za pojedina pitanja u vezi sa radom i zadacima Društva, na kojima mogu učestvovati i lica koja nisu članovi Društva.

Član 19.

Delegate - predstavnike Društva za pojedine kongrese, stručna savetovanja i slično u zemlji određuje Upravni odbor Društva, a za kongrese u inostranstvu Skupština ili po njenom ovlašćenju Upravni odbor Društva.

Nadzorni odbor

Član 20.

Nadzorni odbor se sastoji od tri člana. Članove nadzornih odbora bira Skupština koja istovremeno određuje i predsednika Nadzornog odbora.

Dužnost nadzornog odbora je da kontroliše finansijsko - materijalno poslovanje Upravnog odbora.

Nadzorni odbor podnosi izveštaj Skupštini.

Članovi Nadzornog odbora imaju pravo da prisustvuju sednicama Upravnog odbora sa savetodavnim pravom.

Sekcije Društva

Član 21.

Članovi Društva u pojedinim mestima SR Srbije mogu obrazovati sekcije Društva, radi što uspešnijeg rada na ostvarivanju ciljeva Društva.

Prihodi od članskih uloga članova sekcije pripadaju samoj sekciji. Od ostvarenih prihoda sekcije su dužne da dostavljaju društvu 20% na ime svoga doprinosa.

Prelazne i završne odredbe

Član 22.

Odluku o prestanku Društva može doneti samo Skupština. Za odluku o prestanku rada Društva potrebna je većina od dve trećine prisutnih članova.

U slučaju prestanka rada Društva celokupna imovina i arhiva Društva predaje se na čuvanje Društvu građevinskih inženjera i tehničara SR Srbije.

Član 23.

Ovaj Statut, izmenjen i dopunjen, donet je na Skupštini Društva za puteve SR Srbije, održanoj 28. marta 1965. godine.

Predsednik,
Ing. R. Jauković

Redakcijski odbor

Ing. Miladinka Milosavljević, ing. Jovan Šutić, ing. Ljubomir Filipović,
ing. Predrag Braunović, ing. Mihailo Danilović, ing. Živorad Đukić, ing.
Branislav Todorović, ing. Dragoljub Ivanović, ing. Radojica Jauković, ing.
Dobrivoje Stevanović, ing. Slobodan Đorđević i ing. Miodrag Đenisijević

Glavni i odgovorni urednik:

Ing. Miodrag Đenisijević, Beograd, Nušićeva 4, tel. 334-688
Rukopise slati uredništvu na poštanskih fah 543
Knez Mihailova 2—4

Pretplatu slati na tekući račun Društva za puteve kod Narodne
banke 101-18-608-49

Oglasi i ostalo slati na Društvo za puteve SR Srbije, poštanski
fah 543 Nušićeva 4, tel. 334-688

Pretplata za pojedince 100 dinara za jedan broj. Pretplata za usta-
nove i preduzeća godišnje 10.000 din., tarifa za oglase: cena strana u
tekstu 30.000 dinara; pola strane 20.000 dinara, na koricama cela strana
spolja 50.000 dinara, unutra 35.000 dinara.

Cena 100 dinara

Tarifa za oglase koji se štampaju cele godine manja je za 50%

Izdavač:

Društvo za puteve SR Srbije
Časopis izlazi mesečno

