

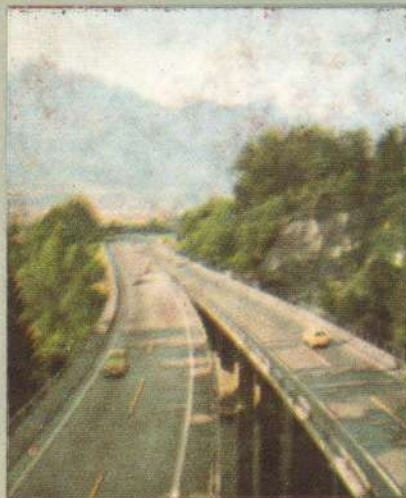
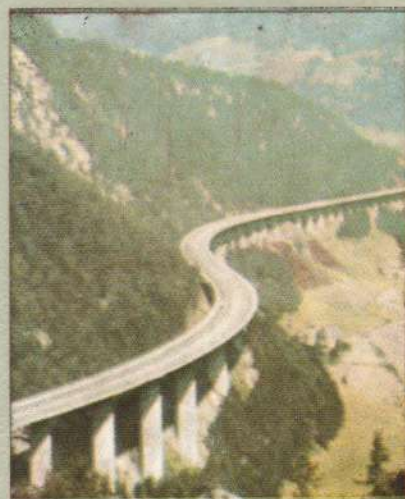
625.7

Пут и саобраћај

Др. 40

Мон. 1

Бр. 5-6. 1980. • Мај-Јуни • Год. XXVI







JOSIP BROZ TITO

1892-1980

**ПРЕДСЕДНИК ТИТО, ВИЗИОНАР И ТВОРАЦ МЕБУНАРОДНЕ
САРАДЊЕ У ОБЛАСТИ ПУТЕВА И САОБРАЋАЈА**

Четвртог маја, увече, када смо са стрепњом и надом очекивали вести о стању здравља председника Тита, тужно и болно у срцима свих наших грађана одјекнула је неочекивана вест да је заувек отишао најдражи човек и пријатељ кога је дала ова земља. Помисао да друг Тито није више међу нама и пред нама створила је бол у срцу, сузе у очима, али у исто време понос и гордост на лицу што смо живели у времену које ће историја регистровати Титовом епохом.

За трен ока ова вест је прострујала светом.

Петог маја ујутро стигао нам је из Женеve телеграм следећег садржаја: „Молимо вас примите искрено саучешће од стране Међународне путне федерације (ИРФ) због великог губитка за Југославију и за читав свет, поводом смрти маршала Тита. Вама и свим нашим пријатељима шаљемо најдубље саочешће у овом тешком моменту. Генерални директор.“

Од тог првог, најтужнијег дана у нашој историји, на адресу председника Савеза друштава за путеве Југославије почели су да пристижу телеграми сличног садржаја. Наводимо само неке:

„Примите искрено саучешће због великог губитка за народе Југославије и читав свет.“ (Председник ИРФ-а из Париза.)

„Ви не знате колико смо сви ми тужни откада смо чули за смрт маршала Тита. Он је био велики државник који никада неће бити заборављен у светској историји.“ (Председник Савета познате светске фирме „Goodyear“ из Америке.)

„У своје име и у име Шведске федерације за путеве изражавам најдубље жаљење који ми осећамо после вести о смрти председника Тита, који нас је заувек напустио. Ми смо, међутим, сигурни да ће путокази које је зацртао председник Тито, и за унутрашњи развој Југославије и за међународне односе и сарадњу, бити у dobrим рукама и у будућности.“ (Директор ШПФ, Стокхолм.)

Треба ли већег доказа од онога што смо чули и видели у данима туге да је вест о смрти нашег друга Тита болно одјекнула у читавом свету и у круговима које ми често називамо стручним, као што су они који заједно с нама раде на развоју путева и саобраћаја, за добробит и разумевање међу народима.

На изградњи „путева и мостова“ пријатељства радио је наш друг Тито читавог свог живота. Само „путеви и мостови“ које је он тако визионарски и људски дуготрајно градио за бољи и срећнији живот, разумевање, пријатељство и љубав међу народима и земљама читавог света су неупитиви и остаће заувек на „свакодневно коришћење“ за ове наше и за све генерације које долазе. Повезаност Титових „путева и мостова“ сарадње са саобраћајницама као грађевинским објектима, које је он иницирао и за чију се изградњу увек залагао, је нераскидива, јер и један и други значе живот за општи напредак, слободу и достојанство човека.

Када говоримо о месту и улози Југославије и сарадњи и повезивању међу суседима и свим другим земљама, можемо Југославију заменити именом друга Тита. Јер се Југославија и цео наш народ поистовећују с Титом и његовим делом, које је оставио нама и свим народима света.

Друг Тито је непосредно суделовао и доносио одлуке о концепцији развоја наших основних путева и других саобраћајница које су и од значаја за међународну сарадњу.

У времену када је читава наша земља била порушена и када је основно питање било како сачувати и осигурати живот нашег народа, Тито 1945. године поставља задатак пред одговорне руководиоце из свих република и покрајина о нужној изградњи ауто-пута „Братство-јединство“. Годину дана касније, када је пред собом имао пројекте, на најбољи начин долази до изражаја његово визионарство у следећем упозорењу: „Водите рачуна да ћемо послије градити и другу његову траку, а простор између те двије траке да озеленимо.“

Ову одлуку и савет, гледано из данашњег времена, могао је да донесе само човек који је гледао шире и даље од осталих. На сличан начин поступио је и при разради и доношењу одлука од историјској значаја за нашу земљу и за наш друштвени и економски развој, а које су често биле од интереса и значаја и за читав мирољубив свет.

Бурна и тешка историја наших народа на овој ветрометини Балкана одредила је да се у најсудбоносним годинама овога века појави

такав човек који ће својом личношћу и својим делом допринети да се премосте векови и да наша мала земља постане светска сила у међународним односима. Кроз оружану револуцију исковано је братство и јединство, кроз социјалистички развој рођено је самоуправљање и несврставање. Ово су основни чиниоци за наше место и углед у свету. Било је довољно само кратко време да се још више уверимо колики је углед и поштовање стекао друг Тито и наша земља под његовим руководством, у читавом свету, и колико су нам отворени видници и прокрчени путеви за наш будући развој и међународну сарадњу.

Јасно утврђени принципи нашег унутрашњег друштвено-економског развоја и наше спољне политике, чији је творац друг Тито, омогућили су свима нама да суделујемо и заступамо наше интересе у области путева равноправно са свима на међународним стручним скуповима, да наше залагање и предлози буду с пажњом и задовољством примани, а више пута и препоручавани другима. Наше суделовање није пасивног или посматрачког карактера, то је активно суделовање корисно за наше и за шире интересе. Све је ово, без сумње, резултат нашег укупног угледа у свету створено мукотрпним, дугогодишњим и визионарским напорима и акцијама друга Тита. Овога пута износимо само неке примере колико је друг Тито и наша земља под његовим вођством осигурала место и углед у међународним односима у области путева и саобраћаја.

Смрћу друга Тита осиромашен је свет и у нашем домену активности. За потврду може послужити и велики интерес свих учесника на Међународној конференцији за путеве у Најробију, јануара ове године, када је сваког јутра и при сваком сусрету са старим и новим познаницима из читавог света, разговор почињао питањем: „Да ли има вести о здрављу председника Тита, какво је стање и каква су предвиђања“, а разговор завршавао порукама и искреним жељама за брзо оздрављење и повратак у активан живот.

Исто ово поновило се и на годишњим седницама највиших органа ИРФ-а, априла месеца у Загребу, као и у свим другим контактима за време болести друга Тита. Све ово очигледно није било из куртоазних разлога (следећи примери то јасно показују) већ из разлога дубоког поштовања према личности и делу друга Тита, које далеко превазилази границе наше земље. Ово, исто тако, може да се потврди и на више конкретних примера које смо запамтили и неке од њих спомињемо:

На међународној конференцији, априла месеца 1978. године у Каиру, наша државна застава, мимо утврђеног протокола, вијорила се испред конгресне палате на највишем, централном јарболу, између више десетина застава из других земаља, па су неки познати амбасадори питали нашег амбасадора какву посебну улогу има Југославија на овој стручној конференцији да је заузела такво почасно место.

С говорнице исте конференције власник велике америчке консултантске фирме и високи функционер међународне организације (организаторска конференција), који је у исто време председавао, поручује свим осталим земљама ако желе искрену, конструктивну и пријатељску сарадњу, без икаквих предрасуда, и ако желе модел за развој и сарадњу у домену саобраћаја, посебно путева, нека се обрате за помоћ пријатељима из Југославије и следе њихов пример.

На Генералној скупштини ИРФ-а, одржаној у мају прошле године у Равени (Италија), навели смо у поднесеном извештају о раду Савеза и активностима на путевима у земљи и то је Савез за свој успешан дугогодишњи рад одликован у 1978. години од стране председника Тита орденом заслуга за народ, као и да смо, по његовој идеји и иницијативи, у наш статут уградили ставове о колективном руковођењу и одговорности. Након тога председавајући је са задовољством закључио следеће:

Скупштина треба да цени ово признање као своје, да то носи и обавезе за све нас јер долази од великог човека, познатог и признатог светског државника. Потребно је да и наша организација следи и при-

мењује у свом раду наведене идеје и принципе, јер они нису корисни само за Југославију већ и за све сличне националне и међународне организације које својом активношћу доприносе бољем разумевању и сарадњи међу народима и државама у данашњем свету.

Средином 1977. године предложено је да се Југославији повери место председавајућег у Комитету земаља чланица ИРФ-а и поред тога што по утврђеним правилима прво треба да се изабере за потпредседника, а потом, у наредном мандату, за председника. Овај предлог, искрен и сасвим добронамеран, образложен је тиме да ће бити корисно да у том периоду Југославија председава јер ће се разматрати питања која су од нарочитог значаја за будући рад и проширење организације новим чланицама. Били смо поносни на указано поверење. Обећали смо да ћемо са задовољством извршити све обавезе које предстоје и које су корисне за нашу и за остале земље, без обзира да ли вршимо улогу члана, потпредседника или председника Комитета. Прихватили смо, нормално, у почетку место потпредседника, а у следећем мандату, како је било по редоследу, и председника, јер смо желели да поштујемо утврђене дугогодишње принципе ове организације и тиме смо дали до знања да и сви остали треба да то исто увек чине. Овај случај још је више повећао углед и поверење према нашој земљи. И овде су дошли до пуног изражаја познати ставови и напори друга Тита о поштовању међународних принципа и усвојених правила на бази једнакости и равноправности свих народа и земаља, малих и великих.

Стечено поверење огледа се у добијеном овлашћењу да наша земља заступа интересе ИРФ-а на Међународној конференцији земаља југо-источне Европе, одржаној прошле године у Анкари, и на конференцији коју организују Уједињене нације у октобру ове године у Сплиту.

Исто тако може послужити и пример претходно споменуће конференције одржане у Загребу када је у централном делу програма Генералне скупштине осигурано посебно време да наши представници изнесу садашње стање, потребе и планове за будући развој наших путева и саобраћаја, као и наше ставове и предлоге за решавање постојећих проблема у домену међународне сарадње у овој значајној области. Ово је до сада јединствен пример у дугогодишњој активности Међународне путне федерације.

Овога пута смо навели само неколико примера из наше међународне сарадње из којих може да се види велика улога и углед друга Тита и наше земље, као и то како је примљена вест о његовој смрти и у стручним круговима у читавом свету.

Ми смо дужни да убудуће још више поштујемо његове познате, јасно дефинисане принципе у међународној сарадњи.

Из претходно изнетог може бар донекле да се закључи како и зашто је наша земља осигурала своје право и цењено место и у оним подручјима за која често мислимо да смо искувише мала земља да бисмо могли играти значајнију улогу у европским и светским размерама.

На крају, и у овој прилици, није сувишно потенцирати да је све више присутно убеђење да су Југословени најгордији народ на свету будући да су на прекрасан начин показали шта су дали свету, предвођени својим Титом, а при том не тражећи никакве противуслуге.

Излагање председника Савеза
друштава за путеве Југославије
Наума Манчевског на XIII скупштини

Часопис Друштва за путеве СР Србије,
Македоније, Црне Горе
и САН Војводине

5-6

ГОД. XXVI ★ МАЈ—ЈУН, 1980

ПУТ И САОБРАЋАЈ

■ XVI. WELTSTRASSENKONGRESS ■

■ XVI^e CONGRES MONDIAL DE LA ROUTE



A.I.P.C.R.
P.I.A.R.C.

■ XVIth WORLD ROAD CONGRESS ■

■ 16.- 21. SEPTEMBER 1979 WIEN ■

САДРЖАЈ

Проф. Живорад Букић, дипл. инж.

Осврт на XVI међународни конгрес за путеве од
16—21. септембра 1979. године у Бечу.

Група известилаца

Тема I — Класификација својства и испитивање
материјала за путеве

Група известилаца

Тема II — Земљани радови и израда коловоз-
них конструкција

Група известилаца

Тема III — Међуградски путеви и аутопутеви



Издавачки савет

Аскалић Зувдија, Бољевић Љубомир, Бурбах Герхард, Веселиновић Здравко, Гавриловић Никола, Даниловић Михајло, Дервишкадић Менсур, Борђевић Михаило, Борђевић Миодраг, Букић Живорад, Бурић Никола, Ивановић Момчило, Јовановић Миодраг, Карацова Биљана, Миладиновић Радомир, Миливојевић Милан, Радоман Радован, Раковић Златомир, Светел Душан, Тасић Драгутин, Филиповић Љубомир, Шевчик Владан, Шурбановић Бранко.

Уредништво—редакција

Вајда Војислав, Диманић Бранислав, Кузовић Љубиша, Маџура Драгољуб, Миловановић Владета, Наумовић Радослав, Обрадовић Миодраг, Ристић Никола, Терзић Милорад, Шутић Јован.

Главни и одговорни уредник

Др Здравко Јоксић, дипл. инж.
Београд, Бул. Војводе Мишића 43. тел. 650-322

Лектор:

Петар Кашић

Технички уредник

Тома Станковић, граф. инж.

Часопис издају:

Друштво за путеве СР Србије, Црне Горе,
Македоније и САП Војводине

Претплата за часопис:

60 дин. годишње за појединце а 600 дин. за установе и предузећа. Цена часописа по једном примерку 5 дин.

Оглашавање у часопису:

800 и 1600 дин. у једном броју, односно 5.000 и 10.000 дин. годишње, зависно од величине огласа (половина или цела страна) и његовог положаја у часопису. Претплату за часопис слати на текући рачун Друштва за путеве СРС код СДК — Београд. — 60816-678-4223, а огласе и остало на Друштво за путеве СР Србије, поштански фах. 452, Кумодрашка нова 257.

Штампа:

З.Р. „Вук Караџић“ ООУР „Графичар“
Ниш, Станка Пауновића 72.

Осврт на XVI међународни конгрес за путеве од 16 — 21. септембра 1979. године у Бечу

Проф. ЖИВОРАД БУКИЋ, дипл. инж.

У В О Д

XVI међународни конгрес за путеве је, у ствари, јубиларни, јер је од првог Конгреса (1909) протекло седамдесет година, што је у више махова истакнуто од стране бројних учесника. И овај конгрес је, као и сви досадашњи, показао колико је велико интересовање стручњака и научника са свих континената о разним питањима из области пројектовања, грађења и одржавања путева, ауто-путева, путних тунела и градских улица. Сем тога, поред унапређења науке и технике, Конгрес је несумњиво позитивно деловао на зближавање стручњака из целог света без обзира на боју, расу и политичку припадност.

На Конгресу је регистровано 2.170 делегата и 770 жена из 64 земље са свих континената, (25 из Европе, 14 из Африке, 15 из Азије, 8 из Северне и Јужне Америке и 2 из Аустралије) тј. укупно 2.940 учесника. Најбројнија делегација била је из Француске са 302 делегата „док је из Аустрије присуствовао 281 делегат, што је први пут био случај да земља домаћин није била заступљена са највећим бројем делегата.“) Бројне делегације биле су из Италије (228 делегата), Савезне Републике Немачке (159), Белгије (135), Велике Британије (109), Холандије (94 делегата) итд.

Све социјалистичке земље биле су заступљене на овом Конгресу, а први пут су учествовали и делегати из Народне Републике Кине.

Из Југославије је, поред помоћника председника Комитета за саобраћај и везе другарице Кети Чамовске, регистровано 57 делегата,**)

Интересантни су следећи подаци о језичкој припадности делегата и жена, и то:

*) Верујемо да је стварно био већи број учесника на Конгресу него што је регистровано, јер је котиација била изузетно висока — 7.650 динара, односно 5.100 за аустријске делегате — тако да изврстан број делегата није био регистрован. То је случај са учесницима из Аустрије и из неких других земаља, међу којима је и наша земља, јер смо из Србије пријавили сваког другог делегата.

**) Стварно је учествовало 75 стручњака, и то из Србије 53, Хрватске 15, Словеније 5 и Босне и Херцеговине и Македоније по један делегат.

Француски	860 делегата	333 жене
Енглески	678 делегата	252 жене
Немачки	632 делегата	252 жене
Укупно	2.170 делегата	770 жена

Теме разматране на Конгресу

На Конгресу је разматрано пет тема, две дебатне и извештаји десет техничких комитета.

Тема I — Класификација, својства и испитивање материјала за грађење путева

Тема II — Земљани радови и грађење коловозних конструкција

Тема III — Путеве и ауто-путеве ван насеља

Тема IV — Путеве и улице у градској средини

Тема V — Јефтине путеве са малим саобраћајем

Дебатне теме

Прва тема Пут и околина у насељима и ван насеља

Друга тема Одржавање путева са техничког гледишта

Технички комитети

Комитет — За карактеристике површине коловоза

Комитет — За испитивање материјала за путеве

Комитет — За економичне путеве са малим саобраћајем

Комитет — За тунеле на путевима

Комитет — За међуградске путеве

Комитет — За путеве и улице у насељеним местима

Комитет — За зимску службу и одржавање путева

Комитет — За цементно-бетонске коловозне конструкције

Комитет — За флексибилне коловозне конструкције

Комитет — За економику и финансирање

Национални реферати

Националне реферате обрадиле су 32 земље, тј. 50% земаља које су учествовале на Конгресу. Укупно је израђено 119 реферата, и то:

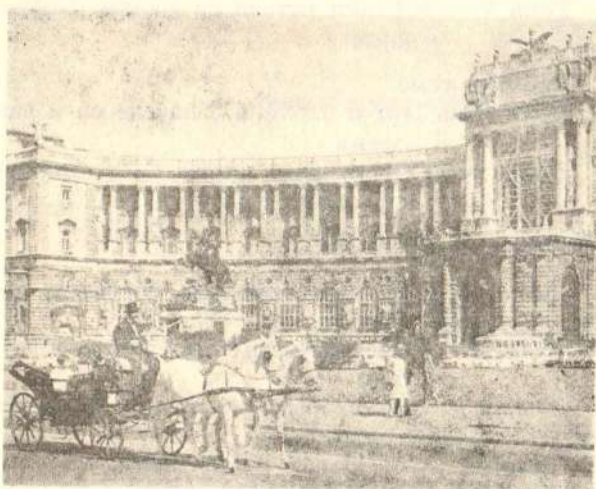
за I тему 26 реферата, за II тему 27, за III тему 28, за IV тему 20 и за V тему 18 реферата. Свих пет тема обрадило је 13 земаља (Демократска Република Немачка, Савезна Република Немачка, Аустрија, Белгија, Француска, Велика Британија, Индија, Италија, Јапан, Португалија, Чехословачка, Шведска и СССР), док су неке земље обрадиле две или три теме, а поједине само једну тему.

Наша земља, која други пут учествује са националним рефератима на Конгресу (први пут је била 1971. године у Прагу), обрадила је реферате по темама I, II и III. Поједина поглавља у тим темама обрадила су 24 референта из више републичких друштава, као што се види из приказа. Координатори су били З. Јоксић, Б. Бабић и Љ. Кузовић.

ТОК РАДА КОНГРЕСА

У недељу, 16. септембра, свечано је отворен Конгрес, о чему ћемо доцније говорити детаљније.

Рад Конгреса одвијао се у чувеној палати Хофбург (слика 1) у салама А, В и С, при чему је у салама А (свечана сала — око 1200 места) и В било организовано симултано преводње на три званична језика (француски, енглески, немачки). У сали С приказивани су филмови и одржаване неке конференције.



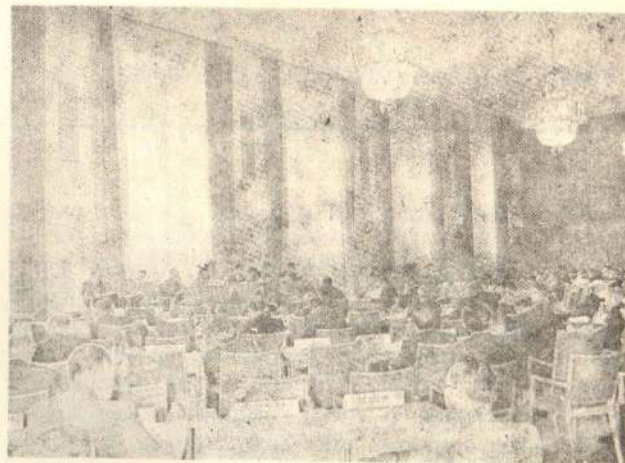
Сл. 1 — Изглед монументалне конгресне палате Hofburg у Бечу.

У понедељак, 17. септембра, поднети су генерални извештаји о темама: I (класификација тла и испитивање материјала за путеве) и IV (градске улице) и извештаји техничких комитета: за испитивање материјала на путевима, за тунеле на путевима и о градским улицама, као и конференција о унапређењу грађења тунела.

После излагања реферата развила се жива дискусија у којој је учествовало 70 дискусаната из разних земаља, при чему су најбројнији дискусанти били из Француске и Аустрије.

Уторак, 18. септембар, поднет је генерални извештај о теми II (земљани радови и грађење коловозних конструкција) и извештаји комитета о бетонским и асфалтним коловозима и у сали В (слика 2) о економици и финансирању.

У дискусији о овој теми и извештајима техничких комитета учествовало је 78 дискусаната*).



Сл. 2 — Сала у палати Hofburg.

У среду, 19. септембра, поднети су генерални извештаји о темама III (путеви и ауто-путеви ван насеља) и V (економични путеви са малим саобраћајем) и настављене су дискусије о темама II и III.

И овог, трећег дана Конгреса, учествовао је велики број дискусаната — 60.

Четвртак, 20. септембар, је био предвиђен за рад пре подне, од 9,30 до 13 часова, а поподне је било студијско путовање по Бечу и околини (о коме ћемо доцније детаљније говорити). Пре подне су поднети и разматрани извештаји техничких комитета: за карактеристике површине коловоза, зимску службу и за одржавање путева, настављена је дискусија о теми V, а у сали С приказивани су филмови.

У дискусији, која је трајала само преподне, учествовало је доста учесника (21), при чему су неки узимали реч више пута.

Петак, 21. септембар, од 9,30 до 13 часова биле су дебатне конференције: за одржавање коловоза и пут и његова околина.

У 14 часова одржан је пленарни састанак за доношење закључака, а у 17,30 часова било је свечано затварање Конгреса (о којима ћемо касније говорити).

* Податке о броју дискусаната истичем због тога да се види колико је било интересовање за разматрање тих проблема, као и ради упоређења са нашим конгресима на којима учествује свега 10 до 20 дискусаната, а на неким још и мање. Напомињем да те дискусије нису ради дискусија, већ се приказују сопствена искуства, указује на нова истраживања и достигнућа у науци и струци и др.

На дебатним састанцима такође су биле живе дискусије бројних учесника (50 дискус-таната).*

У току свих пет радних дана Конгреса издавани су билтени на три језика у којима је приказиван рад Конгреса и разне активности (пријем, посете и др.). Из ових билтена поједини дневни листови Беча регистровали су ток рада Конгреса.

Свака 3 до 4 делегата имали су свој преградак у којима су сваког дана стављани билтени, позиви, обавештења, закључци и др.)*

ЗАКЉУЧЦИ (ГЕНЕРАЛНИ)

Говорићемо само о генералним закључцима, којих има 15, и то укратко, док ће о закључцима по појединим темама и одговарајућим техничким комитетима, као и дебатним састанцима дати закључке одређене одговарајуће групе.

1. Истиче се изванредно залагање организације аустријских колега на припремању Конгреса, што је омогућило интензивну и корисну дискусију.

2. Осврт на закључке на Конгресу у Мексику, омогућује да се запази напредак у појединим проблемима грађења путева.

3. Конгрес у Мексику истакао је фундаментални значај инвестирања у изградњу путева за привреду земаља у развоју. Делегати констатирају потребу сталног информисања и упознавања о савременим техничким новинама изградње путева у индустријским земљама, уз одговарајућу примену у неразвијеним земљама.

4. Конгрес у Мексику указао је на потребу бриге о човековој околини при инвестирању грађења путева. И на овом Конгресу тај проблем је још јаче присутан, односно морају се обезбедити потребна средства за заштиту човекове средине и за смањивање саобраћајне буке.

5. Ипак, две препреке појавиле су се у току рада Конгреса: препрека која спречава побољшање познавања концепција које најбоље одговарају потребама и препрека у општењу између земаља.

6. У току протекле четири године показала се потреба побољшања односа између грађења путева и технике саобраћаја који су постали све више и више комплексни.

7. Потребно је да се нове методе примењују у већој мери, имајући у виду и евентуалне

*) На жалост, од наших учесника није нико дискутовао на овом конгресу, мада смо имали шта да кажемо, чак више него многи дискусанти. За наредни Конгрес и у овом погледу морамо наступати организованије јер у дискусијама се не износе лични ставови већ резултати и искуства земље и истраживачких институција.

**) на Конгресу у Мексику сваки делегат имао је свој преградак, што је несумњиво било повољније и практичније. Са мало труда ово се могло организовати у Бечу.

ризике и грешке које треба пажљиво испитивати.

8. Неопходно је да се убрза нормализација мера и димензија, као и увођење заједничких класификација и дефинисања у свим доменама. Ово је посебно потребно у недовољно развијеним земљама, у којима недостаје одговарајућа инфраструктура.

9. Истиче се да се коштање прикупљања и обраде података брзо смањује употребом — у широким размерама — технологије микроелектронике.

10. Проблеми одржавања путева заузели су значајно место у закључцима у Мексику и њихова важност је очигледна у свим земљама. Потребно је јаче информисање ради изналажења најбољих метода за организацију рада при одржавању путева. И овде је неопходно да се убрзају истраживања.

11. Међу разматраним темама на Конгресу се појавила и несташица нафте у свету. Од експерата се очекују препоруке за смањивање потрошње горива, што ће свакако бити разматрано на следећем Конгресу.

12. Срећна је околност што је повећана брига и контрола саобраћаја у насељима како због економије у погледу енергије и времена тако и ради смањења буке и заштите човекове средине. Брига о пешачком саобраћају и стварању пешачких зона у градовима је веома актуелна.

13. Несташница енергије и објективна брига о заштити човекове средине утицали су на размишљања у подручју избора материјала и начина грађења путева. Настоји се да се пронађу одговарајући бољи и нови индустријски материјали, о којима ће се више говорити на идущем конгресу.

14. Тунели су значајни не само као повољна техничка решења у грађењу путева и улица, већ и због тога што пружају знатне предности у заштити човекове средине у градским зонама. Неки примери изведених тунела показују како је успешно смањена саобраћајна бука.

15. Истиче се да на овом конгресу није довољно пажње поклоњено проблему економичног финансирања грађења путева, и да се о томе мора више говорити на следећем конгресу.

У току заседања Извршног одбора AICPR закључено је да XVII конгрес буде у Аустралији, у Сиднеју 1983. године.

СВЕЧАНОСТИ, ПРИЈЕМИ, ПРИРЕДБЕ И ПОСЕТЕ

1. Свечано отварање Конгреса било је у недељу 16. септембра у изванредној сали A palace Hofburg (слика 3), где су поред говорника, почетак најавиле званичне фанfare и филхармоничари града Беча.

Добродошлицу је пожелио председник Аустријског националног комитета AICPR О. Вр-



Сл. 3 — Учесници свечаног отварања Конгреса у сали А; у првом реду председник Савезне Републике Аустрије А. Kiršleger.

ukner, а затим су говорили М. Miln, председник AIPCR, I. Kloue, председник IRF L. Grac, председник града Беча и I. Mozer, министар грађевина Владе Аустрије.

Отварање Конгреса и дужи говор одржао је председник Савезне Републике Аустрије Рудолф Кишлегер.*) Тај говор није био уобичајени званични говор већ говор у коме је истакнут значај овог и свих досадашњих конгреса, на коме се расправљају како разни технички проблеми тако и унапређење науке и технике у грађењу и одржавању савремених путева. Сем тога, истакао је и значај у међусобном повезивању држава и људи, чему веома много доприносе путеви, односно стручњаци који граде те путеве.

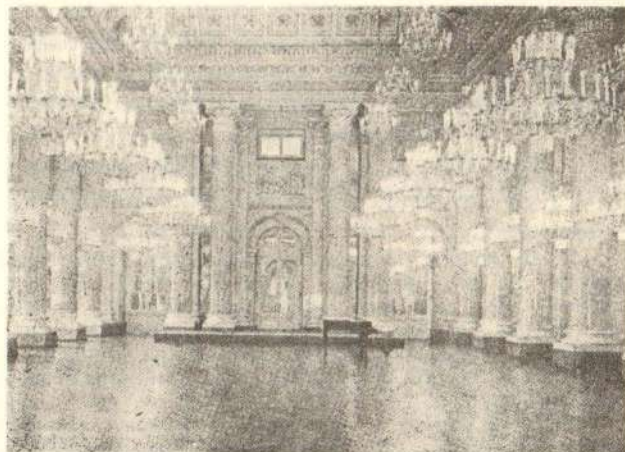
И затварање Конгреса је такође било свечано. Говорили су председник Аустријског националног комитета О. Brukner, у име групе француског говорног подручја Ж. Rajšer**), у име групе енглеског подручја Н. Autken и у име групе немачког подручја Н. Tul. Говорио је и председник Конгреса AIPCR М. Miln, а затим је В. Strom (Швеђанин) упутио позив за IX међународни конгрес IRF, који ће се одржати 1981. године у Штокхолму. Завршну реч је одржао и Конгрес затворио министар грађевина I. Mozer. У завршном програму такође су учес-

твовали и бечки филхармоничари, који су на опште одушевљење делегата одсвирали неколико познатих музичких дела.

Свечани пријем приредила је Влада Аустрије, 17. септембра, у познатом царском дворцу Шенбрун (слика 4), на коме је учествовало, због ограниченог простора, свега 1.400 званица.***)

Овај пријем омогућио је многим учесницима да прегледају и многе чувене сале у овом дворцу са познатим експонатима.*)

У среду, 19. септембра, председник града Беча приредио је коктел у неколико сала познате градске куће (слика 5) готског стила, и то за све учеснике Конгреса. Око 2.200 учесника осећали су се пријатно и весело уз два оркестра, који су, свирањем бечких валцера, привукли у игру и оне који нису нарочито љубитељи играња.



Сл. 4 — Изглед дворца Шенбрун у коме је приређен свечани пријем.

*) Интересантан је детаљ да господини Кишлегер није седео у председништву већ на посебној столици у првом реду (слика 3).

**) Ж. Рајшер је директор познатог научноистраживачког центра за путеве у Бриселу, иначе познати пријатељ наших стручњака.

***) Из наше земље учествовао је скоро сваки други делегат.

*) Свечани приједи у овом дворцу који су се први пут почели приређивати 1979. године, несумњиво остављају на учеснике незаборавне утиске.



Сл. 5 — Учесници на свечаном пријему у Градској кући у Бечу.

Представници нашег Савеза (Манчевски, Букић и Јоксич) састали су се са председником и генералним секретаром AIPCR M. Milnom и M. Nietom и са њима дискутовали о нашем активнијем учешћу у овој међународној путној организацији. Господа Niet и Miln су истакли задовољство што смо на Конгресу учествовали са националним рефератима и жељу да од сада наш Савез буде заступљен у разним техничким комитетима.

Бројна делегација представника из свих републичких друштава и другарице Кети и Павићевић из Савезног секретаријата за саобраћај посетили су нашег амбасадора у Аустрији др Новака Прибићевића и у дужем разговору обавестили га о нашем активном учешћу на овом конгресу, као и о раду наше друштвено-стручне организације. Прибићевић је са задовољством констатовао да нисмо „туристичке групе“, какве често долазе у Аустрију и путују по разним земљама као „стручно-научне делегације“.

На позив директора познате фабрике грабевинских машина за асфалтне путеве браће Marini из Италије, готово сви наши делегати били су гости на једној скромној вечери у Бечу.

У току Конгреса учествовали смо, како по програму организатора Конгреса тако и посебно, у прегледу — посети појединих крајева Беча, Шенбруна, Белведера, неких познатих музеја (Музеј историје уметности и др.), јавних грађевина, паркова, тргова и др.

Већа група наших учесника једно вече посетила је и чувене локале у Гринцигу, где је био пријатан провод уз познату бечку музику и песму.

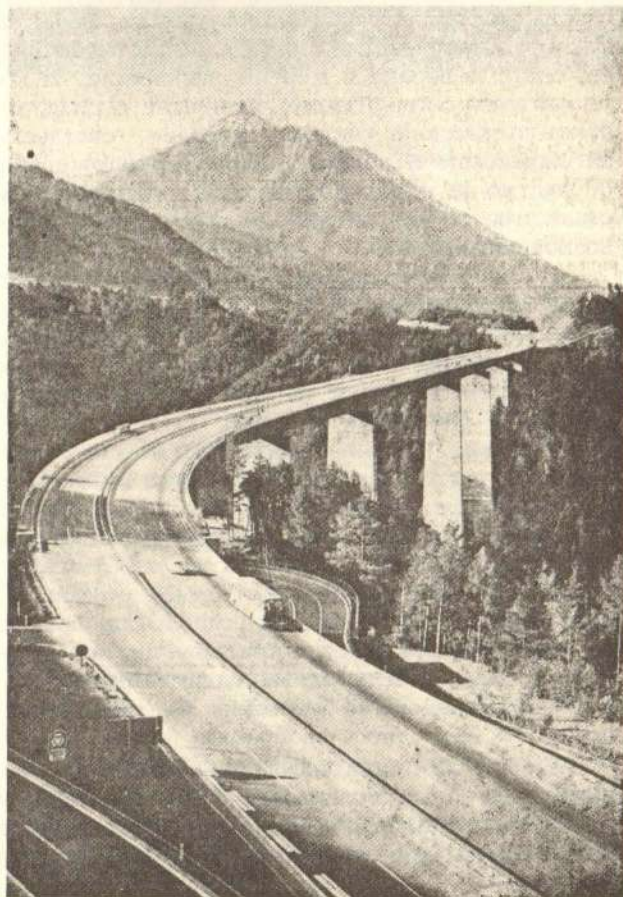
Представама у Бургтеатру и Државној бечкој опери нисмо присуствовали не само због високих цена улазница, већ и због тога што су све карте биле распродате пре почетка Конгреса.

ИЗЛОЖБЕ И ФИЛМОВИ

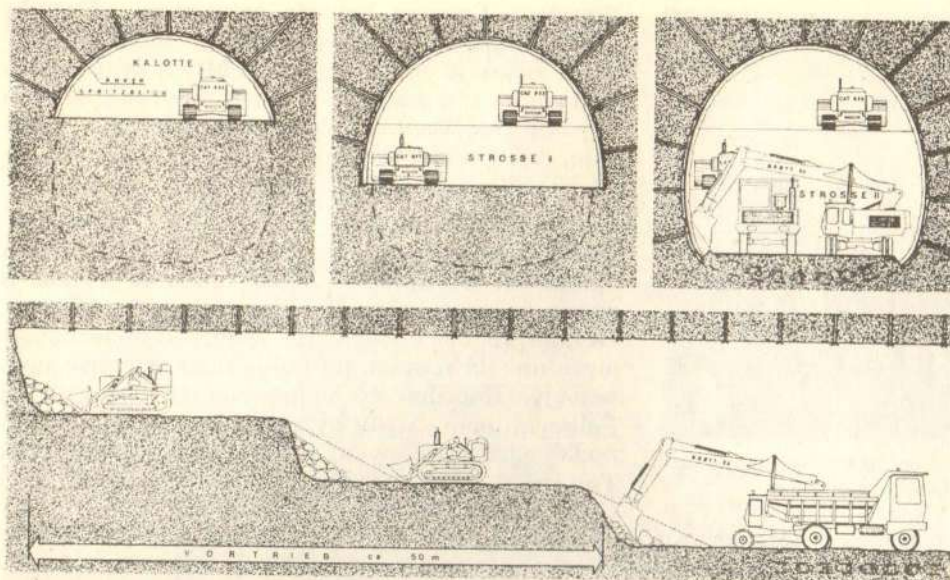
Изложбу „Путеви у Аустрији“, у конгресном центру Хофбург, која је била отворена за све време Конгреса, организовала је поводом

Конгреса Савезна служба за путеве. Учесће других земаља на изложби није било предвиђено, иако је на Конгресу у Мексику учествовало, поред домаћина, и више других земаља (Француска, Савезна Република Немачка, Белгија, Аустрија, Румунија и др.).

Експонати су изложени у три сале (укупне површине 1.200 м²) на изванредно укусним панорамама, при чему су на великим сликама у боји приказане поједине деонице савезних путева и ауто-путева, затим мостови, вијадукти и тунели. Истакнуте су концепције грабења првог ауто-пута пре 25 година, од којих неке и данас примењују. Посебно су приказани Grostlochner и Felbertauerin, затим ауто-пут Brenner, мост „Европа“ код Инсбрука (слика 6), ауто-путеви Tauern и у долини Pinn, као и тунел Arlberg (чија је дужина 14,9 км). На изложби је приказан развој грабења ауто-путева до 1979. године у укупној дужини 865 км, од којих су најзначајнији „Западни ауто-пут“ и „Tauern ауто-пут“ као саставни делови ауто-путева у Европи. Сем тога, изложено је и више макета разних петљи на ауто-путевима, прилаза дугачким тунелима, једна станица за наплату путарине на ауто-путу (са 13 улаза) и др. На изложби је за грабење тунела приказана тзв. „Аустријска метода“ (слика 7) коју у ми примењујемо.



Сл. 6 — Деоница Brennerskog ауто-пута са мостом „Европа“, висине 190 м.



Сл. 7 — Шематски приказ нове „Аустријске методе“ за грађење тунела.

Интернационални сајам под називом „Путеви 79“ организован је поводом XVI конгреса у предграђу Беча — Оберла, и то у сајамској хали и на отвореном простору.

Сајамска изложба је била подељена на три сектора: грађење, опрема и одржавање путева. Сектор грађења обухватио је земљане радове, дренаже, израду коловозних застора, цементни бетон, асфалтни бетон и грађевинске објекте. Сектор опреме: технику саобраћајне безбедности, системе израде и мерења, вертикалну и хоризонталну сигнализацију, заштитне ограде, телекомуникационе системе, системе светлосне сигнализације и осветљење. Сектор одржавања обухватио је одржавање путева и њихових инсталација, зимску службу и обнављање коловозног застора.

На слободном простору, машине и разну опрему изложило је 30 фирми, а у хали 55 фирми из више земаља (Аустрије, Француске, Белгије, Немачке, Швајцарске, Италије, Велике Британије и из Финске), при чему су најбројније биле фирме из Аустрије.

Изложба је била отворена од 15. до 21. септембра, тј. за све време Конгреса и највећи број делегата прегледао је ову веома интересантну изложбу на коју се одлазило специјалним аутобусима.*)

У току Конгреса (17, 18, 19. и 20. септембра) приказано је у сали више филмова и предавања уз помоћ дијапозитива о грађењу путева, аутопутева, тунела и мостова, затим о извођењу асфалних и цементно-бетонских радова, о средствима за безбедност саобраћаја и др.

Укупно је приказано 17 филмова и 24 предавања са дијапозитивима у боји. Филмови и предавања трајали су 10 до 30 минута, такође на једном од три званична језика. Најбројнији

филмови и предавања били су на немачком, затим на француском и енглеском језику.**)

И на овим приказима увек је било доста учесника Конгреса.

СТРУЧНА ЕКСКУРЗИЈА У ПОДРУЧЈУ БЕЧА

Ова техничка екскурзија била је 20. септембра. Том приликом око 1.700 учесника (подељених према службена три језика у 34 аутобуса) прегледало је 24 објекта. Укратко ћемо приказати прегледане објекте.

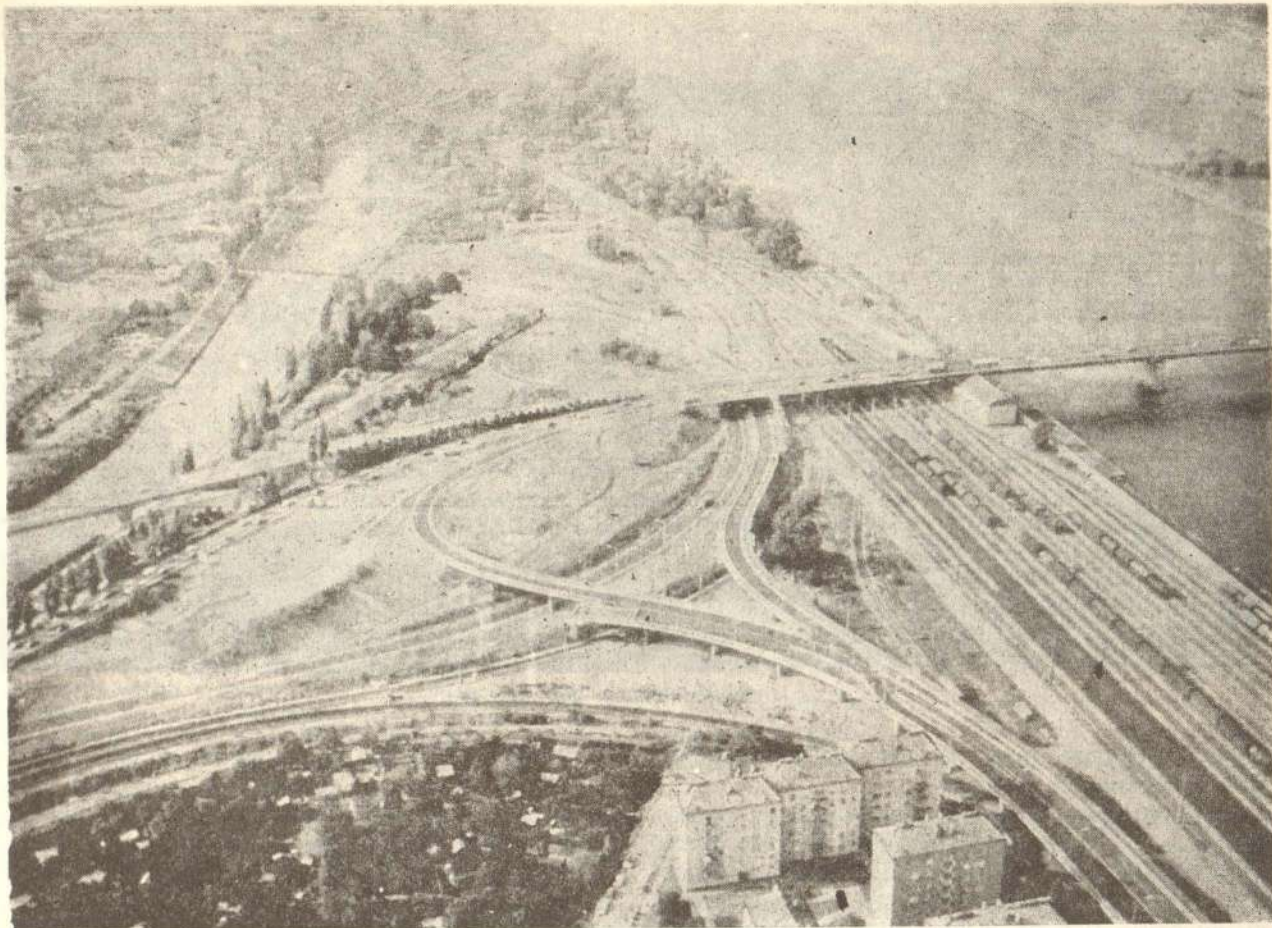
1. Раскрсница и подземни пролаз »Šoten-tur« представљала је велики проблем у одвијању нормалног саобраћаја, која је израдом подземног пролаза добила савремено саобраћајно решење. Пешачки саобраћај потпуно је одвојен од аутомобилског, повољно су решени терминуси трамвајских линија, као и веза са станицом метроа линије 2, која ће се завршити 1980. године. Подземни пролаз омогућио је да се са свих тротоара и трамвајских станица лако силази и излази у подручју раскрснице са 6 широких покретних степеница у оба смера.

2. Централа за грејање »Špitelau« је део мреже у Бечу за даљинско загревање и допрему топле воде за јавне зграде и за бројне станове (око 40.000 станова и више јавних зграда у центру града). Укупна дужина цевовода је 204 километара.

3. У подручју станице »Franc Jozef« у изградњи је суперструктура новог градског насеља у коме су, поред јавних зграда (Економски факултет, Зоолошки институт и др.) и трговинске и административне зграде у којима је запослено око 5.000 службеника и студентски

*) Скоро сви наши учесници Конгреса посетили су ову изложбу и присуствовали демонстрацијама неких наших машина и опреме.

*) Неки филмови су веома интересантни и постоји могућност да их прикажемо у нашим друштвима за путеве.



Сл. 8 — Петља за прилаз „Северном мосту“ преко Дунава

дом са 1.000 лежаја, затим око 350 апартмана, једна школа, дечији врт, бројне радње, затворен базен и др. Две линије метроа и неколико трамвајских линија и мрежа нових улица омогућиће laku везу са овим новим урбанистичким центром, који ће се изградити у етапама до 1985. године.

4. Приступна петља за „Северни мост“ за прилаз Дунавском мосту (слика 8) састоји се од једног пута са јаким саобраћајем и два национална пута тако да омогућују брзо повезивање двеју зона.

5. „Северни мост“ преко Дунава, дужине 920 м, састоји се од два коловоза и тротоара на обе стране. Представља северни улаз у Беч и део мреже ауто-путева са врло интензивним саобраћајем. Сем тога, представља значајну везу новог насеља на левој обали Дунава са старим градом.

6. Мере за заштиту земљишта у инундацији Дунава поред канала, дужине 21 км, омогућиће правилан ток Дунава и стварање једног рекреационог острва у средини метрополе. Јужни део острва дужине 4,5 км на којем је мрежа бицикличких и пешачких стаза, већ је завршен, а у средишту острва биће станице метроа. Мере за заштиту од Дунава, канал за растерећење „Новог Дунава“ и рекреационо острво биће завршени 1985. године.*)

7. Будући ауто-пут поред Дунава (A22), дужине 12 км, имаће два коловоза са по три саобраћајне траке, који ће представљати главну подужну саобраћајницу у подручју рекреације у зони Дунава (слика 11).

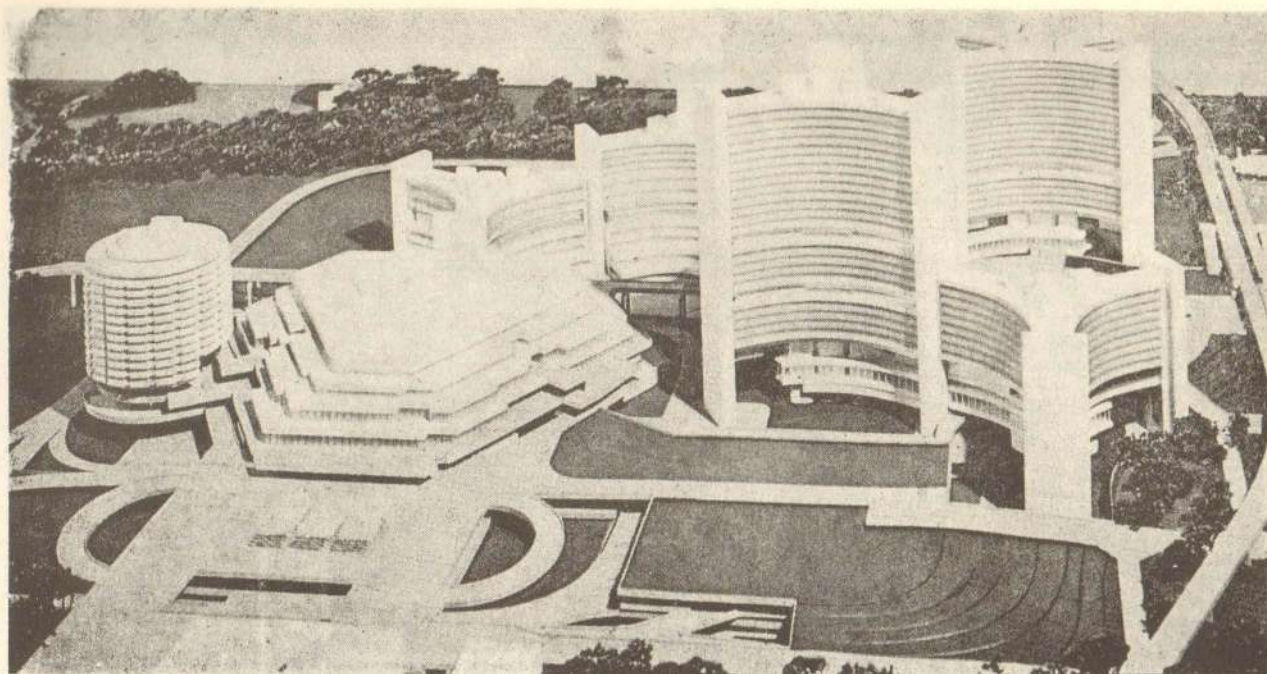
8. Продужење пута са јаким саобраћајем поред Дунавског канала изнад националног пута број 3 „Prager улица“ у првој фази у виду „високе улице“ прелази преко „Prager улице“, при чему су пројектом предвиђени сви радови који ће се уклопити у последњу етапу.

9. Заштитне мере против буке у насељу »Jozef Votav« на површини од око 18,5 ha, која се састоји од око 1.650 станова, основном школом, два дечја вртића, радњама, једним рестораном, трима двоспратним гаражама за 826 аутомобила и др.

Зграде су постављене у виду „лопатица“ које истовремено служе као зид против саобраћајне буке из једне улице са јаким саобраћајем.

10. Административни и трговачки „Дунавски центар“ (на површини од око 45.000 m²) изграђене су две велике робне куће и друге мање индивидуалне радње, као и остали објекти

*) Реализација овог пројекта, као и неких других које смо прегледали јасно показује планско етапно грађење, што често код нас није случај.



Сл. 9 — Интернационални центар у Бечу.

инфраструктуре, што све омогућује нормалан живот оближњих насеља.

11. Интернационални центар у Бечу са аустријским конференцијским центром Организације уједињених нација за индустријски развој (Onudi) и Интернационалне агенције за атомску енергију у Бечу (Слика 9). Ова репрезентативна палата је у облику »У«, у којој је 90% просторија са природним осветљењем, и то за 4.700 службеника, а конференцијска сала је кружног облика са 1.600 седишта. У згради су одговарајуће просторије за разне службе, ресторани и др. У троспратној гаражи може да се паркира 2.500 аутомобила. Изграђене су потребне улице, а веза са метроом реализована се 1982. године.

12. Грађењу новог »Rajhs моста« уместо старог моста, који није одговарао новој регулацији Дунава, приступило се 1978. године. Овај мост гради се на два спрата од пренапрегнутог бетона. Горњи мост преко реке има дужину 530 м, а доњи преко инундације и канала дужине је 336 м. Предвиђена су два коловоза са по три саобраћајне траке у горњем нивоу и коловози за метро у доњем, а на конзолама ширине 3,35 м су обострани тротоари и бицикличке стазе (слика 10).

13. Мост »Brigittenay« на коме ће се одвијати веома интензиван саобраћај за повезивање делова града на северу и југу Дунава. Мост ће имати четири саобраћајне траке.

14. Центар ислама је у изградњи, са великом џамијом и минаретом висине 32 м*), а у њему су предвиђене библиотеке, административне просторије и др.

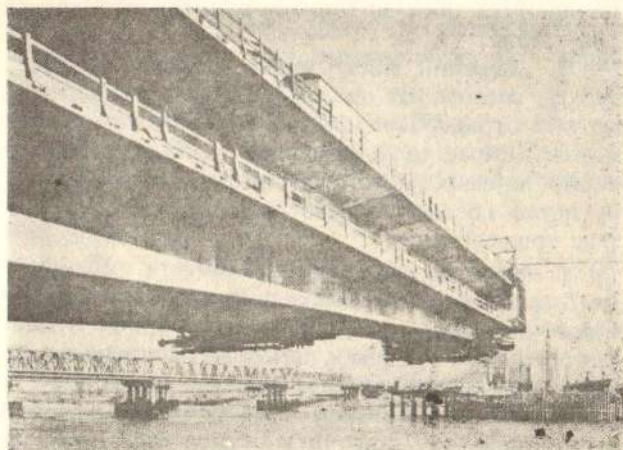
*) У Бечу има око 50.000 муслимана а грађење се врши уз помоћ Саудијске Арабије.

15. Нови »Florisdorfer мост«, укупне је дужине 332,5 м, са два коловоза и омогућује ефикасну везу преко Дунава. На њему су на засебном делу трамвајски колосеци (од челичне је конструкције — 215 м и од пренапрегнутог бетона).

16. После рушења старог »Rajhs моста« морао се изградити привремени мост преко Дунава за аутомобилски и трамвајски саобраћај. Мост је ширине свега 7 м, тј. по једна саобраћајна трака за сваки смер, а изграђен је од префабрикованих елемената.

17. Заштитне мере против саобраћајне буке.

У новом насељу поред улице »Handelskai« од око 1.200 станова са одговарајућом инфраструктуром, за заштиту од саобраћајне буке из-



Сл. 10 — Нови двоспратни »Rajhs« мост преко Дунава, за метро и аутомобилски саобраћај, са конзолама за пешачки и бициклички саобраћај.

грађена је дуж улице Handelskai једна гаража за 391 аутомобил.

18. Нови покривени стадион и пливачки базен за омогућавање спортског живота изграђен је у слободном простору. Капацитет стадиона, који је кружног облика (пречника 100 м и висине 25 м) износи 8.880 места. Писта за бицикле је дужине 250 м и ширине 7 м.

19. Ауто-пут „Јужно-северна тангента“, дужине 17 км, повезује југ и исток као и север Беча са осталим саобраћајницама (слике 11 и 12). По својој концепцији то је један од најсавременијих ауто-путева у градском подручју јер пружа најбоље услове за становнике милионског града Беча.*)

Једна деоница састоји се од мостовске конструкције дужине 5.500 м, што је у ствари, најдужи мост у Аустрији. Мост је изграђен на 270 стубова, чија фундација иду на дубину до 18 м. Изграђен је и један тунел дужине 270 м.

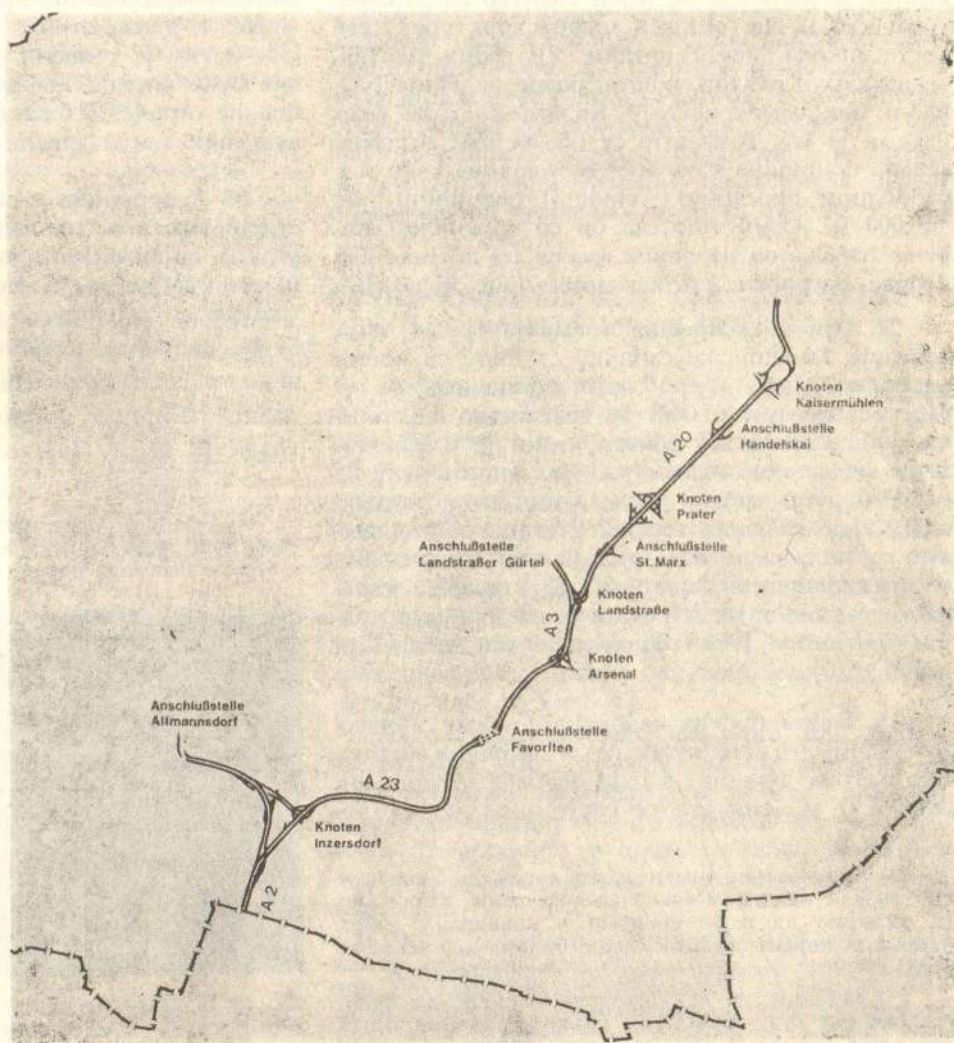
* Планирање и пројектовање овог ауто-пута било је извршено после исцрпног испитивања саобраћајне студије посебно у квартовима 3, 4, 10 и 11. које је обављено под руководством проф. др Вурдера. Овај ауто-пут коштао је 3 милијарде динара.

Нивелета ауто-пута је изнад терена 7 до 15 м, а изузетно чак и 21 м. Оба коловоза су са по три саобраћајне траке, а неки делови и са по четири траке ширине 3,5 м.

20. Центар надзорништва у Инзерсдорфу у близини ауто-пута A₂ изграђен је за 3 године на површини око 30.000 м². У приземљу двоспратне административне зграде налазе се канцеларије надзорника, шефова контроле на мостовима и команде централе. У овој централи су сви уређаји почев од телефона, радио апарата па до светлосних уређаја и апарата за обавештења о појави поледице на ауто-путу.

На спрату су станови за службенике и раднике овог Центра. Уз административну зграду изграђене су радионице за бојење сигнала и ограда (ручно и пиштољем), браварска, столарска и механичарска радионица за оправку возила. Затим гараже за 9 камиона, магацини за материјале за зимску службу, за покретне сигнале и др. Једном речју овај центар представља угледни пример савремене службе за одржавање ауто-путева.

21. Велико насеље у »Alt-Erla« са 1.900 становна пројектовано је и изграђено на најсавре-



Сл. 11 — Ситуација ауто-пута „Јужно-северна тангента“



Сл. 12 — Петља на „Јужно-северној тангенти“ код Ландштрассе

менији начин и као такво показује се званичним гостима Беча. Састоји се од три блока у којима је изграђен по један солитер са 26 спратова, као и сви објекти инфраструктуре (све врсте школа, дечји вртићи, културни центар, медицински центар, пошта, разне услужне радње и две самопослуге.*) Карактеристика овог насеља је и у томе што су обезбеђене огромне зелене површине како између блокова тако и у слободном простору у укупној површини од 110.000 м². Осим тога, да би се спречило загађење насеља од издувних гасова од аутомобила и буке, изграђене су подземне улице за возила.

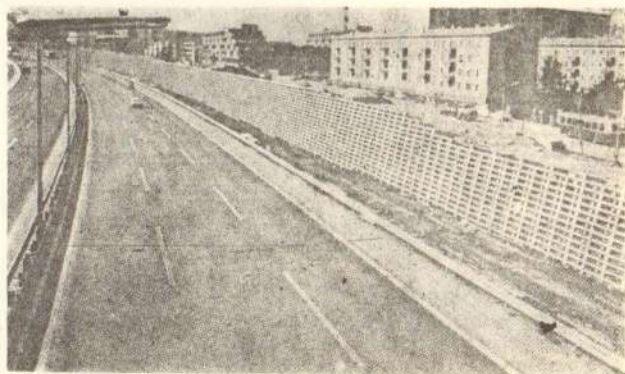
22. Пруга експресног трамваја бр. 64, који повезује Западну железничку станицу са новим насељем »Alt-Erla«, по својој концепцији је веома интересантна. Она је делимично на терену, а на мостовској конструкцији је у дужини више од једног километра. На једном делу је и за будући метро № 6. Станица у насељу »Alt Erla« је изнад терена. Станица и степениште су покривени. Ова линија има и неке друге специфичности, као што је смањење саобраћајне буке и др. Предата је саобраћају крајем септембра 1979. године (грађена је две године).**

23. Бедем против саобраћајне буке у насељу »Seepferk« најдужи је и највиши (слика 13): његова дужина је око 700 м а укупна висина 8,91 м. Заштита се састоји од једног зи-

да и једног земљаног насипа. Поред ауто-пута изграђен је бедем од тридимензионалне ограде из префабрикованих армираних елемената у нагибу 5:1, а иза ограде изграђен је земљани насип. Затим је у насип уграђен други бедем против буке висине 1,65 м, такође од тродимензионалне ограде. Земљани бедем озелењен је травом, шибљем и дрвећем.***

24. Раскрсница и мост »Filadelfija« уместо старог моста за правац југоисток у Бечу представља најзначајнији објекат за индивидуални и јавни сабраћај. У средини профила моста изграђене су три пруге: две за трамваје бр. 62 и 64 и једна за железничку пругу, док су са стране изграђени коловози за аутомобилски саобраћај. Ширина коловоза за смер ка центру града је 12 м (4x3) а у супротном смеру је

***) Свакако би се требало детаљније упознати са овом заштитом од буке која би се могла применити у Новом Београду поред ауто-пута.



Сл. 13 — Једна од девет заштитних мера против саобраћајне буке дуж ауто-пута „Јужно-северне тангенте“

*) Приказујући ово и друга насеља у Бечу које смо видели приликом техничке екскурзије, хтели смо да укажемо на наше пропусте у планирању нових насеља у којима и после више година од усељења станара нису изграђени објекти инфраструктуре.

**) Мислим да би било врло корисно да наши грађевински стручњаци који граде трамвајске пруге детаљније погледају ову савремену трамвајску пругу.

6,5 м (2х3,25). Осим тога, са обе стране су тро-
тоари ширине по 4 м. Укупна ширина новог
моста је 37 м, док је стари био ширине 15,5 м.

НЕКОЛИКО РЕЧИ О АУСТРИЈИ И БЕЧУ

Аустрија, неутрална савезна република, са својим централним положајем у Европи, несумњиво је једна од најинтересантнијих земаља у сваком погледу. Она је савезна држава састављена од девет савезних земаља, укупне површине 84.000 км² са 7.500.000 становника. То је привредно јако развијена земља чији је национални доходак у 1978. години износио 5.620 долара по становнику*).

Аустрија је индустријско-пољопривредна земља, која располаже са доста рудног богатства (гвоздена руда, магнезит, олово, угља и др.). Позната је по индустрији гвожђа и челика, машинској, електротехничкој, научним инструментима и др. Поред производње ражи, шећерне репе, кромпира и др. располаже великим комплексима шума. Има велики број хидро и термо централа (годишње производи 33,5 милијарди KWh).

Аустрија располаже великим бројем културних, просветних и научних установа, почев од позоришта, музеја, библиотека, универзитета (Универзитет у Бечу основан 1365. године) па до разних истраживачких института.

Туризам у Аустрији је значајна привредна грана, како због познатих планинских и шумских подручја тако и због бројних језера (88 језера). Последњих година број туриста износио је преко 12 милиона годишње.**)

Сви видови саобраћаја у Аустрији су јако развијени а посебно друмски, јер је врло густа путна мрежа. У почетку 1979. године Аустрија је имала:

— ауто-путева	865 ***)
— савезних путева	11.435 км
— земаљских путева	22.080 км
— општинских путева	49.300 км
	83.600 км

Аустрија, као планинска земља, позната је и по томе што на ауто-путевима и другим путевима има више од 100 тунела укупне дужине око 300 км.

Број моторних возила у Аустрији је такође врло велики. У 1976. години у Аустрији је било у саобраћају 2.919.324 моторних возила, тј, једно моторно возило на сваких 2,57 становника.

*) У Југославији национални доходак 1978. године био је 1.750 долара по становнику.

**) У 1976. години у Аустрији је било 21.649 хотела и пансиона и 71.443 коначишта у домаћој радиности, са укупно 1.122.245 лежаја.

***)) По дужини ауто-пута Аустрија је међу првима у Европи, упркос тешке топографије. Планом је предвиђено да мрежа ауто-путева износи 1.880 км.

Б Е Ч, један од најлепших градова Европе, културни и политички је центар Аустрије; има 1,76 милиона становника (површина 278 км²). У њему је велики број старих уметничких и историјских споменика, много музеја, уметничких академија, затим има чувену оперу, више позоришта и велики број дивних старих и нових паркова. Беч има универзитет и много других виших и високих школа, био је чувени музички центар (Моцарт, Хајдн, Бетовен, Шуберт и Штраус и др.).

Сем тога, Беч је уједно и највиши индустријски и трговачки центар Аустрије, са развијеном индустријом машина, научних и хемијских инструмената, обуће, намештаја, електроиндустрија, текстилна, хемијска, фармацеутска, кожарска и др.

Саобраћај у Бечу је веома развијен. Познат је железнички чвор и има неколико железничких станица, затим има велико пристаниште на Дунаву и један од највећих аеродрома у Европи.

Градски саобраћај, како индивидуални тако и јавни, веома је интензиван, одвија се постојећим улицама, новим булеварима и ауто-путевима односно на реконструисаним раскрсницама, о којима је говорено у поглављу VI. Поред јаког трамвајског, аутобуског и такси саобраћаја (има неколико хиљада такси аутомобила), приступило се грађењу и метроа, при чему је већ неколико километара у саобраћају. Сваке године се повећава број подземних пешачких пролаза а испод раскрсница и тргова су познати дивно уређени простори за одмор и разноврсни трговачки и други локали.

ПУТНИ ОБЈЕКТИ КОЈЕ СМО ПРЕГЛЕДАЛИ ПРИ ПУТОВАЊУ У БЕЧ И НАТРАГ

Друштво за путеве Србије организовало је путовања аутобусом за Беч преко Мађарске и кроз Аустрију. То путовање је искоришћено да се у одласку и повратку виде неки значајнији путни објекти. За ово смо се одлучили тим пре што је у оквиру XVI конгреса био предвиђен обилазак неких објеката, али су трошкови путовања били веома високи. Од Будимпеште****) прегледали смо неколико километара ауто-пута ка Балатонском језеру, на коме је стање коловоза врло добро, као и неколико деоница ауто-пута у грађењу ка Бечу.

Ауто-пут од Беча до Салцбурга, тзв. „Западни ауто-пут“ (А₁), дужине 292 км, иако су за њега пројекти израђени пре другог светског рата, има веома добре елементе, а бетонски коловоз је углавном у добром стању. Неколико мостова и вијадуката по својој концепцији пре-

****) У Будимпешти, поред неких нових петљи и подzemних пешачких пролаза, наставља се грађење метроа. Неколико километара је већ у саобраћају. Нови хотел у Будиму, укомпонован у постојећу цркву, представља веома успело архитектонско решење, које је предмет дивљења многобројних туриста.

достављају веома интересантна инжењерска решења. На овом ауто-путу има 17 мотела, ресторана и експрес кафеа, као 16 бензинских станица, тј, у просеку једна на сваких 18 километара.**)

Нови ауто-пут Tauern (A10) од Салцбурга ка Шпиталу (E55), дужине 127 км, највећим делом је завршен, а сада се гради неколико дужих вијадуката углавном на падинама. Посебно су интересантна четири изграђена тунела: Ofen-tauer (4,8 км), Helbertauern (5,2 км), Tauern (6,4 км) и Kaßberg (5,4 км). Портали су са нагнутим лицем, унутрашња обрада је изванредна, а такође и комплетно осветљење. Вентилације у тунелима су по систему обешених вентилатора, коловоз у тунелима и на целом овом ауто-путу је углавном цементно-бетонски. Изграђен је веома квалитетно (просторне спојнице су, по новој техници, на великом растојању, тако да нема познатих удара који постоје на старим бетонским коловозима).

**) У овом погледу морали бисмо да се угледамо на Аустријанце.
Институт за испитивање материјала СР Србије,
Београд

Од Шпитала преко Филаха и Клагенфурта до Граца, дужине 222 км, неке деонице ауто-пута E55 и E68 су завршене, док је највећи део још у грађењу. Од Граца до наше границе у дужини 64 км, неке деонице ауто-пута (A9) изграђене су, а остале су у грађењу.

ЗАКЉУЧАК

И овај XVI међународни конгрес за путеве AIPCR у Бечу успео је у сваком погледу. Бројни реферати из области пројектовања и грађењу путева, ауто-путева, градских улица и тунела, као и о одржавању путева представљају најновија достигнућа науке и технике. Посебно је корисно што су узајамни контакти научника омогућили како расправљање о разним економским, саобраћајним и техничким проблемима тако и њихово међусобно упознавање и зближавање, што је веома битно.

За наредни конгрес морамо бити још активнији у писању националног реферата, тј. да обрадимо све теме а не само неке, јер располажемо бројним научницима и стручњацима који поседују велика практична и теоријска знања и искуства.



ГРАЂЕВИНСКО ПРЕДУЗЕЋЕ

БЕОГРАД, Косте Главинића 8 — Пошт. факс 757

Тел. 650-522 — Телекс: 11649 — Телеграми: РАМИТ — БЕОГРАД

Текући рачун 60802-601-4767

Грађевинско предузеће „Ратко Митровић“ бави се изградњом свих објеката високоградње и нискоградње са одговарајућим инсталацијама, пројектовањем грађевинских објеката, производњом опеке, полиуретана, креча и камена, ремонтом машина, транспортом и др.

За непуне три деценије пословања предузеће „Ратко Митровић“ саградило је десетина фабрика, неколико хиљада комфорних станова, бројне здравствене, културне и друштвене објекте, стотине километара путева са савременим коловозима, железничке пруге, платформе и бране.

Изграђени објекти спадају у најзначајнија југословенска достигнућа у грађевинарству.

Добра техничка база, модерна технологија и стручан кадар омогућавају да предузеће послује на најсавременији начин у свим видовима своје делатности на из године у годину увећава обим свога пословања.

ООУР — БЕОГРАД-ГРАДЊЕ: „НОВИ БЕОГРАД“, „БУЛЕВАР“, „ДЕДЊЕ“, „ЗЕМУН“, „НИСКОГРАДЊА“; ЗАНАТСКИ РАДОВИ, МЕХАНИЗАЦИЈА И ТРАНСПОРТ, ПРОЈЕКТНИ БИРО, ПОГОН ДРУШТВЕНОГ СТАНДАРДА, ЗАЈЕДНИЧКИ ПОСЛОВОИ — ЧАЧАК: ГРАДЊА, ЦИГЛАНА — КРАГУЈЕВАЦ: ГРАДЊА — СКОПЈЕ-ГРАДЊА — ПОЖЕГА: ГРАДЊА, ФАБРИКА ОПЕКЕ И ПОЛИУРЕТАНА „РАДНИК“ — ЈЕЛЕН ДО-ФАБРИКА КРЕЧА И КАМЕНА

Тема I — Класификација, својства и испитивање материјала за путеве

Главни извештач

Мр Б. БАБИЋ, дипл. инж., Загреб

Извештачи

Н. БИЛБИЈА, дипл. инж., Београд

Б. ЦРНКОВИЋ, дипл. инж., Загреб

Мр. Б. ФУЧИЋ, дипл. инж., Загреб

М. ГРАНЖАН, дипл. инж., Београд

М. КОЗОМАРА, дипл. инж., Сарајево

Б. СКУБИЋ, дипл. инж., Љубљана

Ј. ШУТИЋ, дипл. инж., Београд

Х. ТРКМИЋ, дипл. инж., Загреб

Ж. ВОЈНИЋ, дипл. инж., Загреб

Ј. ЖМАВЦ, дипл. инж., Љубљана

РЕЗИМЕ

1. За израду постељице се употребљавају бириани, бољи материјали или се постојећи слабији материјали обрађују или стабилизују како би постељица имала динамички модул већи од $Ed_{in} 50 \text{ MN/m}^2$. Материјали се најчешће класификују према А класификацији или описно. Слаби материјали се искључују. За стабилизацију тла у постељници највише се употребљава креч а мање друга везива.

За контролу квалитета користи се стандардни Прокторов поступак и опит плочом. За одређивање постигнуте збијености тла све чешће се примењују и апарати с радиоактивним изотопима.

2. Невезани земљани материјали, најчешће природни зрнасти камени материјали, употребљавају се већином за израду доњих носећих слојева. Они морају задовољити одређене услове о квалитету, али се уводе и директнија претходна испитивања носећих карактеристика на спруветама од збијеног неvezаног материјала. Контрола квалитета уграђеног материјала слична је контроли која се примењује за постељницу.

Носећи слојеви од неvezаних материјала имају одређене недостатке: нестабилни су под градилишним саобраћајем а и водопропустљиви (за кишу) што ствара знатне тешкоће приликом грађења.

3. За израду носећих слојева коловозне конструкције се од везаних материјала најчешће примењују грануларни (зрнасти) материјали стабилизирани хидрауличним везивима, најчешће цементом, и битуминизирани материјали.

Цементом стабилизирани грануларни (зрнасти) материјали морају имати притисну чврстоћу (после 7 дана) у границама 2,1 до $4,2 \text{ MN/m}^2$ и морају бити отпорни према смрзавању.

Новим стандардом је, због опасности од пластичних деформација, код битуминизираних слојева прописана употреба тврђих битумена и веће учешће дробљених зрна у минералној мешавини.

6. Синтетски текстил, који се уграђује испод насипа на слабоносивом тлу, све више се

примењује при изградњи путева у Југославији за дренажање тла испод насипа.

Приказана су два случаја обимније примене тих материјала, и то на ауто-путу код Љубљане између Београда и Загреба. На ауто-путу код Љубљане примењен је синтетски текстил испод насипа и синтетске дренаже, док је на ауто-путу између Београда и Загреба само текстил испод насипа.

У оба случаја примењени су домаћи материјали, а примењени системи су се показали врло успешним.

На основу страних искустава и карактеристика употребљених домаћих материјала одређени су критеријуми за оцену квалитета и начин употребе, а предузете су мере и за доношење одговарајућих стандарда за те материјале.

МАТЕРИЈАЛИ ЗА ИЗРАДУ ПОСТЕЉИЦЕ

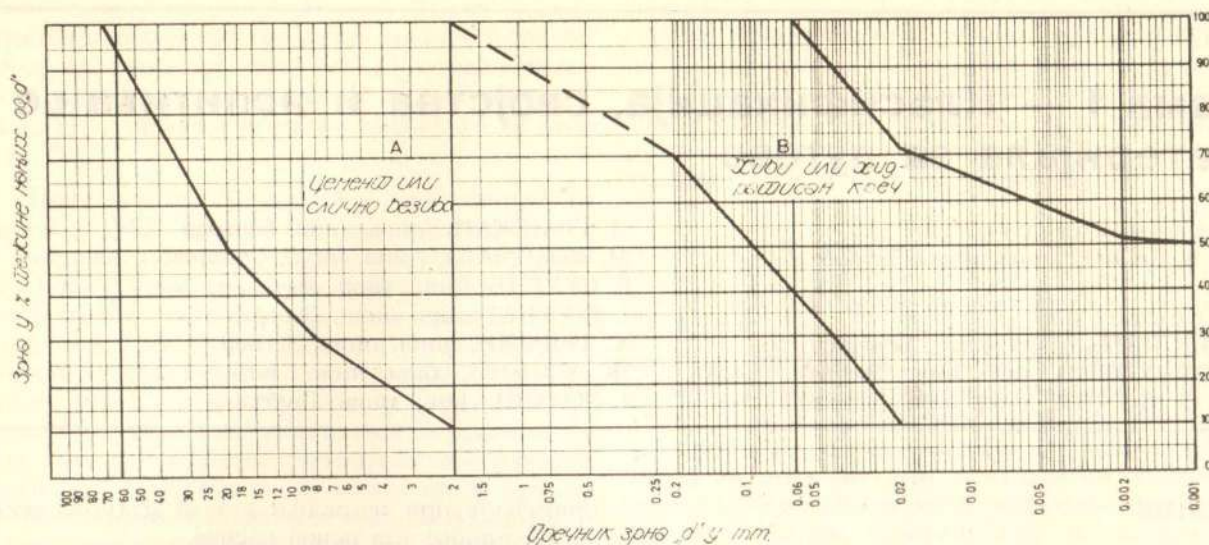
Подручје и услови коришћења

Завршни слој доњег строја тј. горњи слој насипа или слој тла одређене дебљине у усеку (постељница) ради се од природног материјала, који у одређеним случајевима може бити бириани бољи материјал, или од материјала стабилизованог неким везивом (побољшана постељница).

Где год је могуће и потребно, у завршни слој насипа уграђује се бољи материјал, или се слабији материјал стабилизује јер се дошло до искуства да слаби материјали са $Ed_{in} 50 \text{ MN/m}^2$ ($CBR < 5$) захтевају несразмерно јаче коловозне конструкције него материјали с већим вредностима динамичког модула еластичности. Слаби материјали причињавају и знатне потешкоће приликом грађења због осетљивости према киши.

Опис и класификација

За опис радова и класификацију материјала постоје технички прописи који се нешто разликују у појединим републикама.



Сл. 1 — Дијаграм 1

Природни материјали

Када је реч о природним материјалима онда се у појединим републичким прописима за њихово дефинисање већином употребљавају УСЦС класификација, А-класификација и АЦ-класификација. У СР Хрватској примењује се једна описна класификација по којој се материјали деле у три групе, и то на „земљане материјале“, „мешане материјале“ и „камене материјале“, при чему су у свакој групи набројани и описани материјали који су у њу сврстани.

На основу истражних радова и пројекта одређује се и условљава који материјали треба да буду уграђени у постељицу. У лабораторији се одређују њихове карактеристике и зависно од тога димензионира коловозна конструкција.

Стабилизовани материјали

У постељици се стабилизују углавном ситнозрнасти и кохезивни материјали (песак, прашина и глина). Њихова погодност за стабилизацију одређеном врстом везива некада се оцењује оријентационо из гранулометријског састава (слика 1).

Стварна погодност одређује се лабораторијским испитивањем мешавина тла и везива.

Примењује се углавном стабилизација кречом (хидратисаним и живим) и стабилизација цементом, а ређе другим хидрауличним везивима (летећи пепео, згура из високих пећи) или битуменским везивима.

Основна својства материјала и прописи за израду постељице

Природни материјали

Материјали морају задовољавати ове захтеве:

а) земљани материјали

Максимална сува просторна тежина по стандардном Проктору $\min 1,65 \text{ t/m}^3$

Граница течења (LL) $\max 40\%$

Индекс пластичности (IP) $\max 20\%$

Коефицијент неравномерности $U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$

CBR $\min 3\%$

б) мешани и камени материјали

Коефицијент неравномерности

$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} \cdot \min 9(8)$

Максимална величина зрна 60 mm

Висинске коте планума израђене постељице могу локално одступати за највише $\pm 3 \text{ cm}$ код земљаних материјала, а код камених за највише $\pm 5 \text{ cm}$.

Код земљаних постељица прописује се збијање уз оптималну влажност $\pm 2\%$.

Повољне услове влажности треба постићи првенствено природним начином (растресање, просушивање или влажење). Веома је важно да буде осигурано привремено одводњавање постељице. Ако није могуће постићи повољне услове за збијање, примењује се стабилизација или замена материјала.

Камените постељице у насипу израђују се од ситнијег камена (до 70 mm), а у каменитом усеку ископ треба продубити толико да се плануом може изравнати уситњеним каменом крупноће до 70 mm .

Стабилизовани материјали

За стабилизоване материјале у постељици не постоје јединствени стандарди него је постављање захтева препуштено овлашћеној истраживачкој институцији и пројекту. Ипак, постоје одређене узансе и технички прописи у неким републикама (Хрватска).

Тако се тражи:

Чврстоћа на притисак после 7 дана (материјал збијен на збијеност 100% стандардног Проктора)

- за стабилизацију кречом $0,4 \text{ MN/m}^2$
- за стабилизацију цементом $1,4 \text{ MN/m}^2$

У зависности од намене стабилизације (побољшање тла или трајни носећи елементи) захтева се и одређена отпорност према води и смрзавању, нарочито приликом стабилизације цементом.

Метода испитивања и критеријуми

Природни материјали

На израђеној постељици од природних материјала испитује се постигнута збијеност одређивањем густине (суве запреминске тежине) и њеним упоређивањем са сувом запреминском тежином одређеном по стандардном Прокторовом поступку и/или одређивање модула стишљивости M помоћу кружне плоче $\varnothing 30 \text{ cm}$ по југословенском стандарду ЈУС У.Бл.046 (поступак је идентичан швајцарском стандарду). У СР Словенији се примењује немачки начин испитивања кружном плочом (модули деформбилности EV_2).

Уопштено се тражи да влажност при испитивању плочом буде блиска оптималној.

Ако се збијеност постељице испитује и оцењује према Проктору, онда се тражи да она износи 100%.

Захтеви модула стишљивости (деформације) разликују се у појединим деловима земље, а зависе и од врсте материјала уграђеног у постељицу.

Тако се у СР Хрватској тражи за:

- земљане материјале $M_E \geq 30 \text{ MN/m}^2$
- мешане материјале $M_E \geq 35 \text{ MN/m}^2$
- камене материјале $M_E \geq 40 \text{ MN/m}^2$

У СР Србији и БиХ важе ови захтеви:

- земљани материјали са 20—35% камена $M_E \geq 25 \text{ do } 30 \text{ MN/m}^2$
- земљани материјали са 30—50% камена $M_E \geq 30 \text{ do } 35 \text{ MN/m}^2$
- земљани материјали са више од 50% камена $M_E \geq 40 \text{ MN/m}^2$

У СР Словенији:

- за некохерентан материјал $E_2 \geq 60 \text{ MN/m}^2$
- за кохерентан материјал (у усецима) $E_2 \geq 45 \text{ MN/m}^2$

Густина или модул стишљивости (деформације) испитује се поменутим методама обично у просеку на сваких 500 m^2 постељице. У Југославији постоји више нуклеарних апарата за испитивање густине и влажности који се постепено укључују за испитивање збијености. Поједини прописи дозвољавају примену тих апа-

рата под условом да се у сваком конкретном случају установе поуздане корелације са класичним начинима испитивања.

Стабилизовани материјали

Контрола квалитета код стабилизованих материјала своди се највише на контролу технолошког процеса у току рада и контролу збијености и механичких карактеристика стабилизације.

Углавном код свих врста стабилизације тла у постељици тражи се збијеност од 100% у односу на запреминску тежину мешавине збијене на стандардну Прокторову збијеност.

Механичке карактеристике (чврстоћа) испитује се обично на цилиндричним спруветама после 7 и 28 дана неге у влажној средини.

2. НЕВЕЗАНИ МАТЕРИЈАЛИ ЗА ИЗРАДУ НОСЕЋИХ СЛОЈЕВА КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

1. Подручје и услови коришћења

Зрнасти камени материјали се у Југославији често употребљавају за израду незезаних (механички збијених) носећих слојева коловозне конструкције. Један од разлога за то свакако су и знатне расположиве количине природних зрнастих материјала, као и богатство камена у неким деловима земље.

Незезани се материјали претежно примењују за доње носеће слојеве, док се за горње носеће слојеве флексибилних коловозних конструкција чешће употребљавају зрнасти материјали везани неким везивом (битумен, цемент).

2.2. Опис и класификација материјала за израду незезаних носећих слојева

За израду незезаних носећих слојева коловозних конструкција користе се камени материјали из различитих изворишта као што су фосилне шљункаре, водотоци река и камено-ломи.

Према пореклу, својствима и степену прераде разликују се ови камени материјали:

— Несепарисани шљунак, као незезани седимент у коме око 80% масе чине обла зрна величине преко 2 мм. По саставу може бити мономиктан и полимиктан.

— Сепарисани шљунак, издвојен на фракције одређеног гранулометријског састава.

— Дробљени шљунак који мора садржавати најмање 90% масе дробљеног зрна. Под дробљеним зрном подразумевају се зрна са преко 50% ломљене површине. По гранулометријском саставу може бити несепарисан и сепарисан на фракције.

— Природна дробина, као природно уситњени камени материјал са зрнима угластог

облика. Експлоатише се из лежишта без пре-
дробљавања.

— Дробљени каменни материјал (дробље-
нац) произведен једноструким дробљењем. Мо-
же бити несепарисан, гранулометријског саста-
ва 0/30, 0/35 или 0/60 мм, или сепарисан на две
или више фракција које се комбинују у пот-
ребним сразмерама.

Својства каменних материјала морају задо-
вољавати одређене прописе, а то су југословен-
ски стандарди или технички услови појединих
република. Ради прегледности у табели 1 дати
су најважнији прописи и критеријуми за зрна-
сти каменни материјал прописан ЈУС-ом У.Е9.020.
и републичким прописима.

2.3. Основна својства и прописи

Југословенски стандард из 1966. године ЈУС
У.Е9.020 разликује горње носеће слојеве и до-
ње носеће слојеве које назива још и тампон-
ским слојевима.

У пракси, односно у техничким условима
појединих република, за доње и за горње но-
сеће слојеве већином се примењују одредбе из
тог стандарда које се односе на горње носеће
слојеве — бар када се ради о условима за ква-
литет самог зрнастог материјала.

Носивост (MS) појединих слојева различи-
та је (горњих или доњих) а одређује се пројек-
том (димензионисањем) коловозне конструк-
ције.

Нека важнија физичко-механичка својства
природних и дробљених зрнастих каменних ма-
теријала наведена су у табели 1. Код дробље-
них зрнастих материјала траже се још и од-
ређена својства за камен од кога се производи
(дробљени) зрнасти материјал.

За гранулометријски састав прописане су
одређене границе приказане на дијаграму —
слика 2.

Табела 1.

Физичко-механичка својства	ЈУС У.Е 9.020	Прописи у појединим републикама
	max.	max.
Упијање масе (% масе)	—	1,0—1,6
Трошна зрна (% масе)	7,0	7,0
Хабање по Los Angelesu	—	30—50%
Отпорност на Na_2SO_4 губитак на 5 циклуса	—	12%
Облик зрна (1:3)	—	30—50%
Честице до 0,02 мм	—	3—5%
Честице до 0,06 мм	—	5—8%

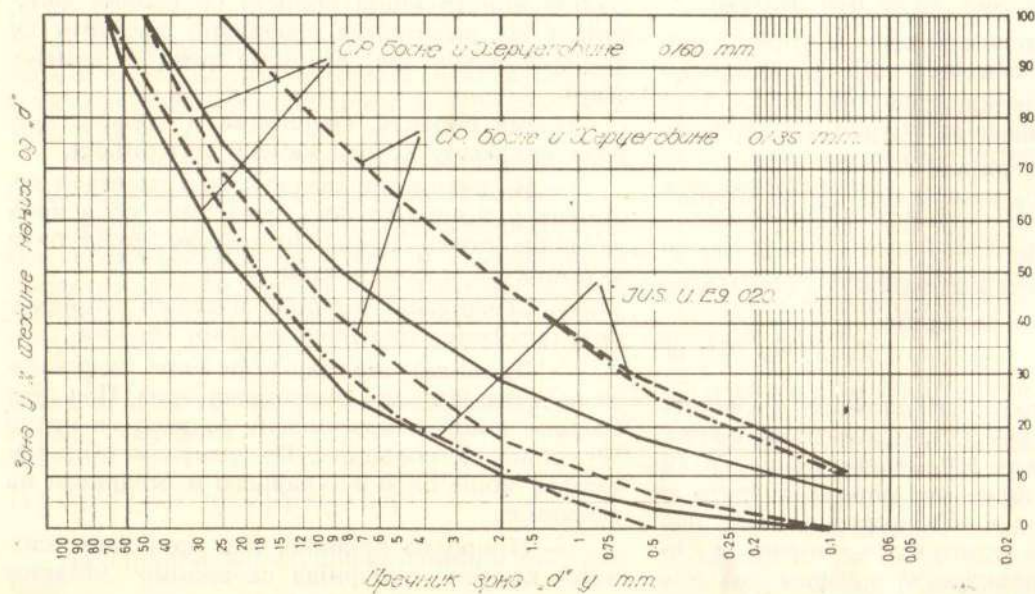
Искуство показује да се може десити да не-
ки материјали који задовољавају све ове кри-
теријуме у пракси ипак нису добро уградљиви
и не дају тражену носивост.

Због тога је потребно да се у претходна ис-
питивања уведу и испитивања неких карактери-
стика на епруветама од збијеног материјала с-
лично као што се то ради код везаних материја-
ла (Marshall код асфалта, чврстоћа код стаби-
лизације и бетона).

У неким републичким прописима (Хрват-
ска) то је и уведено путем CBR: тражи се
CBR мин 40 за обложне материјале, а мин 80
за дробљене материјале.

Као што је већ речено, модул стишљивости
MS носећих слојева од неvezаног зрнастог ка-
меног материјала одређује се у току поступка
димензионисања коловозне конструкције или
на основу смерница (СР Хрватска) у зависно-
сти од дебљине и врсте слојева који долазе из-
над слоја од неvezаног материјала као што је
показано у табели 2.

Носећи слој од неvezаног зрнастог матери-
јала мора у збијеном стању имати одређену
густину. Тражи се збијеност 95 до 100% од оне
по модифицираном поступку, што зависи од
пројекта коловозне конструкције.



Сл. 2 — Дијаграм 2

Табела 2.

Слојеви који долазе изнад носећег слоја од незезаног зрнастиг материјала	Минимални захтеви (испитивање плочом Ø 30 цм)
Асфалтни застор, битуминизирани носећи слојеви и носећи стабилизовани хидрауличним везивима дебљине веће од 40 цм.	50
Асфалтни застор и битуминизирани носећи слојеви укупне дебљине веће од 15 цм или Асфалтни застор битуминизирани носећи слојеви и носећи слој стабилизован хидрауличним везивима дебљине од 30 до 40 цм.	80
Асфалтни застор и битуменизирани носећи слојеви укупне дебљине мање од 15 цм	100

2.5 Методе испитивања

Методe за испитивање својстава и квалитета шљунка природне дробине и дробљеног каменог материјала прописане су слећедим стандардима:

- Испитивање облика зрна обавља се на зрнима преко 5 (или 4) мм мерењем односа максималне према минималној димензији зрна (ДИН 31—115).
- ЈУС Б.Б8.031. Одређивање запреминске тежине и упијање воде шљунка. Испитује се на лабораторијски исејаним фракцијама преко 5 мм до засићења водом под атмосферским притиском.
- ЈУС Б.Б8.037. Испитивање меких зрна шљунка. Према прописаној методи испитују се мека зрна засецањем месинганом иглом по површини.
- Испитивање петрографског састава шљунка. Петрографском класификацијом издвајају се некавалитетна, трошна и штетна зрна у испитаном узорку (АСТМ Ц-295-65).
- ЈУС Б.Б8.044. Испитивање постојаности природног агрегата употребом натријум-сулфата. Укупни узорак се лабораторијски просеје на фракције које се потом потапају у засићен раствор натријум-сулфата. Наизменичним потапањем и сушењем, после одређеног броја циклуса одређује се губитак у појединим фракцијама и у укупном узорку. Као меродаван узима се губитак на пет циклуса.
- ЈУС Б.Б8.045. Испитивање машином Los Angeles. Испитују се лабораторијски просејане градације. У бубањ машине ставља се припремљена градација заједно са челичним куглама и ротира одређени број окретаја. Губитак после ротирања даје коефицијент хабања у % масе.

— ЈУС У.Б1.018. Одређивање гранулометријског састава. Крупније фракције ($>0,10$ мм) одређују се просејавањем на ситима 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0; 20,0; 50,0 и 100,0 мм, а ситније се одређују ареометрисањем. Методе за испитивање квалитета уграбеног слоја прописане су стандардима:

— ЈУС У.Б1.046. Одређивање модула стишљивости методом кружне плоче. Употреба се плоча Ø 30 цм. Поступак је идентичан швајцарском методу за одређивање MS — SNV 670 317.

— ЈУС Б.Б1.016. Одређивање запреминске тежине тла. Просторна тежина одређује се „in situ“ помоћу денситометра са мембраном или песком.

— ЈУС У.Б1.038 Одређивање оптималног садржаја воде. (Оригинални Прокторов поступак — АСТМ Д 15570—70).

Пре примене сваки зрнасти материјал се мора комплетно испитати (атестирати) ради доказивања да одговара траженој сврси.

У току рада обавља се контрола квалитета, тако да се обично на сваких 500 м² испита једно место (густина и/или MS).

Равност слоја треба да буде у границама + 2 цм, мерено летвом дужине 4 метра.

2.6 Недостаци уочени код носећих слојева од незезаних материјала.

Један од значајнијих недостатака ове врсте слојева јесте њихова нестабилност под градилишним саобраћајем, што често изискује да се површина пре израде горњих носећих слојева од незезаног материјала мора поправљати и поново испитивати.

Други недостатак који може бити значајан када је постељица од нестабилизованог земљаног материјала јесте порозност незезаног слоја. Јаке кише могу лако продрети кроз незезани слој и размекшати постељицу, а пошто је могућност сушења испод слоја мала, долази до трајнијег губитка носивости система постељице — незезани носећи слој.

Све то наводи на већу примену везаних слојева, нарочито хидрауличним везаним средствима, код којих такви проблеми не могу настати.

3. ВЕЗАНИ МАТЕРИЈАЛИ ЗА ГОРЊЕ И ДОЊЕ НОСЕЋЕ СЛОЈЕВЕ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

3.1 Носећи слојеви стабилизовани хидрауличним везивима

3.1.1. Подручје и услови коришћења

Зрнасти материјали стабилизовани хидрауличним везивима раде се на доњем носећем слоју од незезаног материјала, ретко на самој

постелици. Пошто се на стабилизованом носећем слоју редовно раде битуминизирани носећи слојеви, тај слој се сматра доњим носећим слојем, односно неком врстом пролазног слоја између доњег невезаног и горњих битуминизираних слојева.

Квалитет стабилизованог материјала за носећи слој углавном је исти (осим ако се не ради о два слоја), док је дебљина слоја променљива и зависи од величине саобраћаја, а одређује се при димензионисању коловозне конструкције. Обично се креће од 15—20 цм.

3.1.2 Опис и класификација материјала

Према југословенском стандарду за носеће слојеве од цементом стабилизованог тла, за класификацију основног материјала примењује се А-класификација, којом су обухваћени сви материјали.

У пракси, односно по техничким условима појединих република за ову сврху се примењују готово искључиво зрнасти материјали групе А-1, тј. песковити шљунак (природни), а у одређеним случајевима дробљени камени материјал.

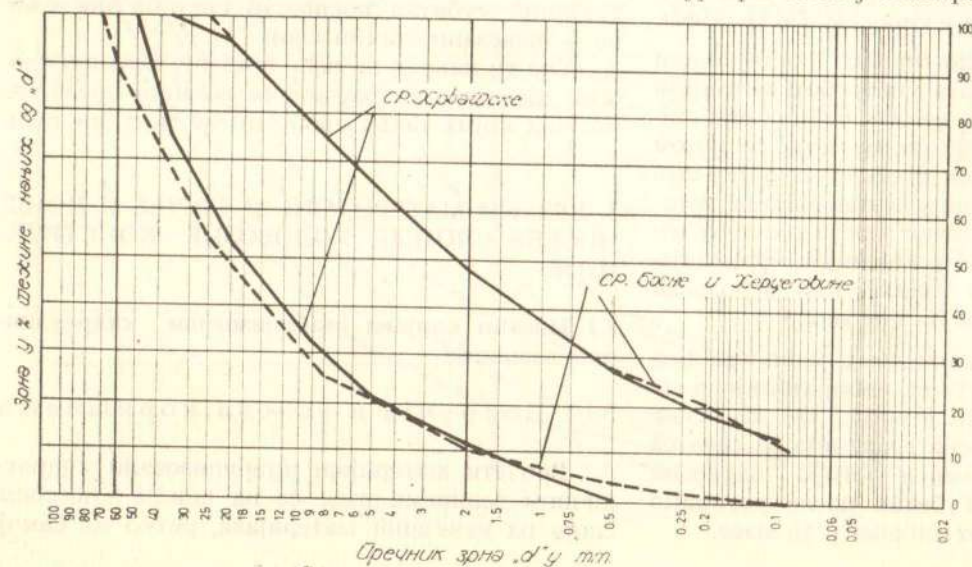
Стандардом је, као везиво, прописан портланд цемент. Препоручује се да цемент буде нижих чврстоћа.

Допуштена је и примена других хидрауличних везива: летећег пепела, млевене троске и сличних везива под условом да се детаљним лабораторијским испитивањима докаже њихова погодност.

3.1.3. Основна својства и прописи

Обично се тражи да зрнасти материјал поседује иста физичко-механичка својства каква се траже за доњи невезани носећи слој.

Гранулометријски састав материјала може бити у нешто ширим границама него код слоја од невезаног материјала (слика 3).



Сл. 3 — Дијаграм 3

Чврстоћа одређена на ваљкастим епруветама према југословенском стандарду (ЈУС У.Е9.021) мора се налазити у одређеним границама (означеним у табели 3). Те границе се у појединим републикама нешто разликују.

Табела 3.

Чврстоћа (MN/m ²) након	
7 дана 2,1 до 4,2	28 дана 2,8 до 7,0

Тражи се и да стабилизвана мешавина буде отпорна према смрзавању (14 циклуса до —15°C, индекс смањења чврстоће у односу на смрзавањем нетретирани материјал —0,80.).

3.1.4 Методе испитивања

Пре производње стабилизоване мешавине у лабораторији се одређује рецептура за рад.

Квалитет при уграђивању се контролише одређивањем степена збијености помоћу дензиметра (тражи се збијеност 98% од модификованог Проктора) и одређивањем притисне чврстоће на узорцима израђеним од свеже цементом стабилизоване мешавине.

Основне карактеристике неких важнијих метода за испитивање стабилизоване мешавине:

ЈУС У.Б1.030. „Одређивање притисне чврстоће тла“. Реч је о испитивању моноаксијалне чврстоће с неспреченим бочним ширењем. Епрувете су димензија Ø 15,2 цм, висине 15,2 цм или Ø 10,0 цм и висине 11,68 цм.

ЈУС У.Б1.050. „Испитивање отпорности цементом стабилизованог тла према мразу“. Стандард предвиђа два поступка. Први поступак — испитивање методом одређивања промене запремине масе. Епрувете се након 7 дана стајања у влажном простору смрзавају у хладњаку 16 сати на температури до —15°C, а затим одмрзавају при собној температури 8 сати. Након 14

таквих циклуса мери се промена запремине и масе. Критеријум отпорности према смрзавању је задовољен ако је промена запремине мања од 2%, и ако је промена тежине мања од 140%.

Други поступак: испитивање методом одређивања смањења чврстоће на притисак.

Епрувете се након 7 дана смрзавају на сличан начин као у првој методи, само су при томе у водозасићеном стању у посебној боци. Након третирања испитује се чврстоћа и упоређује са чврстоћом епрувете која је за то време стајала у води. Да би се материјал сматрао отпорним према смрзавању однос тих чврстоћа мора бити већи од 0,80.

3.1.5 Најчешће уочени недостаци

Пракса је показала да је врло важно да чврстоћа материјала буде у прописаним границама. При већим чврстоћама (преко 10 MN/m²) јављају се пукотине већ у фази грабења а при малим чврстоћама материјал нема довољну отпорност према смрзавању.

Показало се, генерално посматрано, да носећи слој од цемента стабилизваног шљунка треба пре зиме прекрити асфалтним слојем, јер иначе на њему могу настати оштећења (већином по површини).

Најбољи начин неге готовог слоја је његово влажење водом. Заштита битуменском емулзијом против испаравања је добра само ако је површина потпуно прекривена битуменом, јер иначе по врућем времену долази до губитка влаге из слоја. Примећено је да лети на битуменом прекривеним површинама често долази до површинских оштећења стабилизваног слоја због јачег загревања танке површине.

3.2 Битуминизирани носећи слојеви

3.2.1 Подручје и услови коришћења

Битуминизирани материјали уграђују се као горњи носећи слојеви коловозне конструк-

ције између застора и доњег носећег слоја. Производе се по врућем поступку и користе на путевима свих категорија и интензитета саобраћајног оптерећења.

У зависности од разрада саобраћајног оптерећења коловоза крупноће минералне мешавине и учешћа дробљених зрна крупнијих од 2 мм у мешавини прописани су услови коришћења битуминизираних материјала у горњим носећим слојевима (табела 4.).

Табела 4.

Врста минералне мешавине	Разред саобраћајног оптерећења коловоза				
	1	2	3	4	5
Крупнозрна	С	ВС	АВС	АВС	АВС
Средњезрна	С	ВС	АВС	АВС	АВС
Ситнозрна	—	—	—	АВС	АВС

Напомена: За дефинисање крупноће минералне мешавине и значење слова А, В и С види поглавље 3.2.2.

3.2.2 Опис и класификација

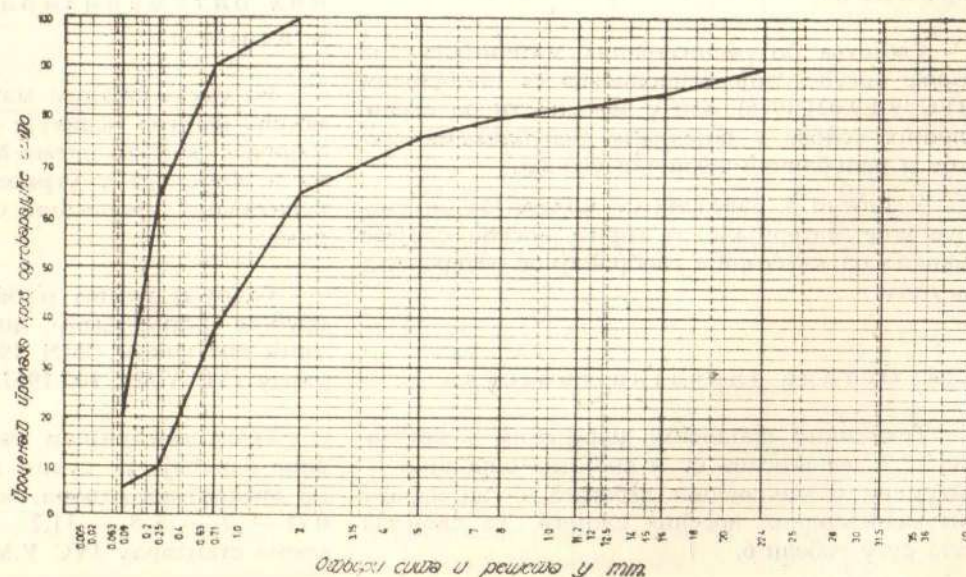
Битуминизирани материјали за носеће слојеве класификују се према крупноћи минералне мешавине и учешћу дробљеног зрна крупнијег од 2 мм у минералној мешавини.

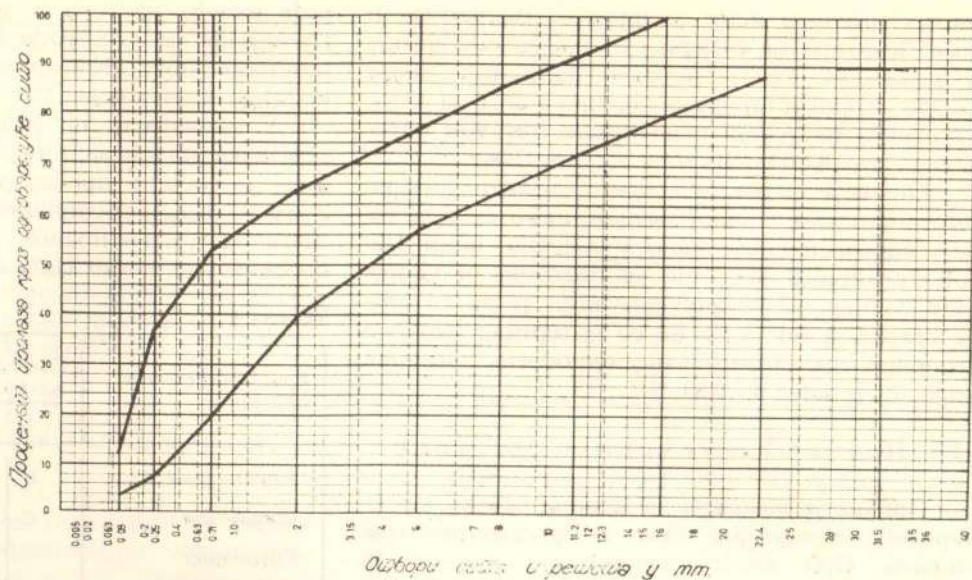
Према крупноћи минералне мешавине разликују се:

- ситнозрни BNS (битуминизирани носећи слојеви)
- средњезрни BNS
- крупнозрни BNS (слике 4, 5 и 6; граничне кривуље)

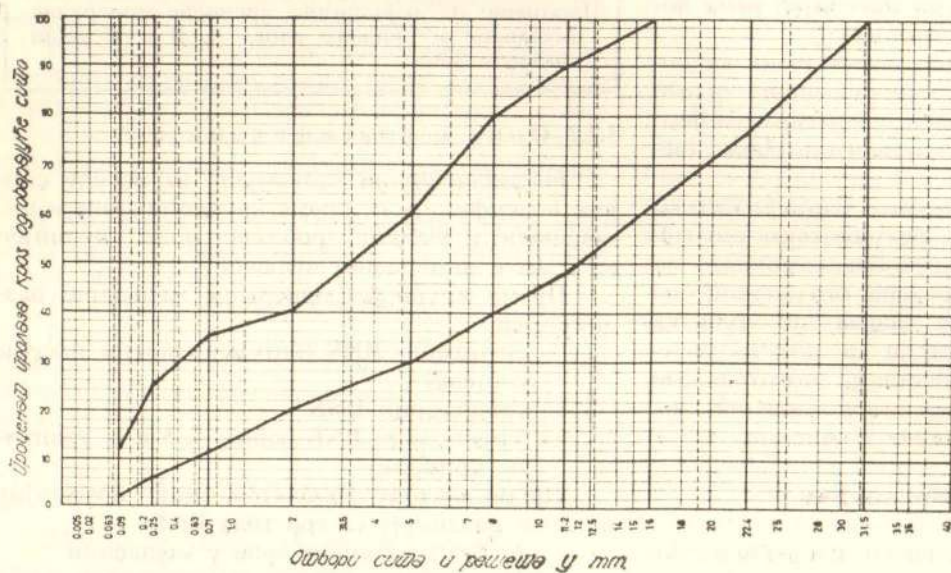
Према учешћу дробљених зрна крупнијих од 2 мм разликују се три типа BNS:

- А: без дробљених зрна у мешавини
- В: с најмање 30 мас. % дробљених зрна у мешавини и
- С: са 100% дробљених зрна у мешавини.





Сл. 5 — Дијаграм 5



Сл. 6 — Дијаграм 6

3.2.3 Битна својства и одговарајући прописи

Својства битуменизираних материјала за горње носеће слојеве прописана су стандардом (ЈУС У.Е9.021/1976), али у зависности од специфичних услова у појединим републикама постоје и републички технички услови.

У табели 5. наведени су захтеви за битуменизиране материјале за горње носеће слојеве зависно од категорије саобраћајног оптерећења на путу.

3.2.4. Остала значајна својства

Техничким прописима наведеним у поглављу 3.2.2 дефинисана су и својства сировина — битумена и минералног агрегата — за израду битуменизираних носећих слојева. Та својства дата су у табели 6.

3.3.5. Методе испитивања (обрабених битуменизираних материјала и везива)

Битуменизираним материјалима за горње носеће слојеве испитује се састав, физичко-механичка својства према Marshall-у, удео шупљина и збијеност у уграђеном слоју. Поступци испитивања прописани су следећим стандардима:

Садржај везива одређује се хладном или врућом екстракцијом, директним или индиректним поступком (DIN 1966 — Blatt 6) по стандарду ЈУС У.М8. 100/1967.

Гранулометријски састав минералне мешавине одређује се сувим просејавањем на ситима квадратних отвора, величине 0,09 — 0,25 — 0,71 — 2 — 5 — 8 — 11,2 — 16 — 22,4 — 31,5 мм према стандарду ЈУС У.М8 102/1967.

Табела 5. Битна својства битуменизираних материјала за горње носеће слојеве

С в о ј с т в а	Јединица	ЈУС У. Е. 9.021/76, односно од- говарајући ре- публички прописи*
Удео битумена	мас. %	мин 3,0
Гранулометријски састав минералне мешавине		Видети сли- ке 4, 5 и 6
Стабилитет на 60°C (најмање) — ситнозрни BNS (4. и 5. разред) — средњезрни и крупно- зрни BNS 1. и 2. разред 3. и 5. разред (кла- се А, В, С) — тип В — 1. разред — 2. разред — тип С — 1. разред — 2. разред	кр	250 450 300 (550) (450) (600) (500)
Деформације на 60°C	mm	1 — 4
Модул укочености (нај- мање) — 3. и 5. разред — 1. и 2. разред — тип С — 1. разред 2. разред	кр/cm ²	200 (А, В, С) 300 (В) 350 (С) 300 (С)
Удео шупљина — ситнозрни BNS (4. и 5. разред) — средњезрни BNS 1. разред 2. разред 3. — 5. разред	вол. %	max 14 4 — 9 4 — 9 3 — 10
Удео шупљина — крупнозрни BNS 1. разред 2. разред 3. — 5. разред	вол. %	4 — 8 (5—9 В) (4—9 С) 4 — 8 (4—9 ВиС) 3 — 9 (3—9 А) (3—10 ВиС)
Шупљине у минералној мешавини — средњезрни и крупнозрни BNS за 1. и 2. разред.	вол. %	(14—16 В, 14—17 С)
Испуњеност шупљина у минералној мешавини (1. и 2. разред)	%	(50—70 ВиС)
Степен збијености ас- фалног слоја (мин) — ситнозрни BNS — средње и крупнозрни BNS 1. и 2 разред 3. и 5. разред	%	95 98 97
Удео шупљина у збијеном слоју — ситнозрни BNS — 3. и 5. разред — средњезрни 1. разред 2. разред — крупнозрни 1. разред 2. разред	вол. %	max 19 2—10 3—9 (4—9 В) 3—9 3—8 (4—9 ВиС) 3—8 (3—9 В, 4—9 С)

* Вредности наведене у загради предвиђају републички прописи

* Вредности наведене у загради предвиђају републички прописи

Табела 6. Остала значајна својства битуменизираних материјала односно сировина за битуменизиране материјале за горње носеће слојеве према прописима цитираним у поглављу 3.2.3.

Својства	Јединица	ЈУС У.Е9.021/76, односно републички прописи*
Тип битумен (пенетрација)		
— 1. разред		Bit 60—45 (60—45,6)
— 2. разред		Bit 90—60—45 (60—45,6)
— 3. разред		Bit 90—60—45 (90—60)
— 4. разред		Bit 200—90—60— (90—60)
— 5. разред		Bit 200—90—60— (90—60)
Квалитет каменог материјала		
— облик зрна (3:1)	мас. %	40 (30)
1. и 2. разред (max)		40
3. — 5. разред		
— Упијање воде (max)	мас. %	1,6
— Трошна зрна (max)	мас. %	— (6)
— Отпорност према	мас. %	12 (6)
Na ₂ SO ₄ (max)	мас. %	
— Отпорност према		
Los Angelesu (max)	мас. %	
1. и 2. разред		30(25)
3. разред		35(0)
4. разред		40(30)
5. разред		40(35)
— Чистоћа несепарисаног материјала		
— удео честица до 0,02 мм (највише)		5

* Вредности које прописују републички прописи дате су у заградама.

* Вредности које прописују републички прописи дате су у заградама.

Асфалтне мешавине за коловозе испитују се по Marshallovom поступку (идентичан оном у DIN 1966, Blatt 4 и 11) по стандарду ЈУС У.М8.090/1966.

Одређивање запреминске масе узорака из коловозног застора и носећих слојева обавља се по поступку дефинисаном стандардом ЈУС У.М8.092/1966.

Угљоводоничне мешавине за засторе. Одрђивање привредне запреминске масе минералних и асфалтних мешавина обавља се према стандарду ЈУС У.М8.082/1967.

Битуменско везиво испитује се према захтевима ЈУС У.М3.010/1975. (Битумен за коловозе — услови квалитета), методама прописаним у ЈУС У.М8.010/1965.

3.3.6 Недостаци

Технички прописи цитирани у поглављу 3.2.3 новијег су датума, па се о недостацима још не може говорити. Ти прописи су измењени у односу на стари пропис за битуменизирање носеће слојеве (ЈУС У.Е9.020/1966 Класичне и савремене подлоге за путеве, технички услови за израду) углавном због следећих недостатака:

- трајних деформација коловоза проузрокованих меканим типовима битумена и применом материјала само са облим зрнима за коловозе 1. разреда саобраћајног оптерећења,
- великих осцилација у саставу минералне мешавине, као и сегрегације и пуцања површине битуменизованог слоја због примене несепарисаног материјала.

Међутим, показало се да ће вероватно бити потребне још неке измене у погледу:

- увођења још већег удела дробљене камене ситнежи у мешавине нарочито за најтеже саобраћајно оптерећење,
- бољег дефинисања погодне врсте битумена с још већом оријентацијом на тврђе битумене.

6. ПРИМЕНА ТЕКСТИЛА ОД СИНТЕТСКИХ ВЛАКАНА ПРИ ИЗГРАДЊИ АУТО-ПУТЕВА У ЈУГОСЛАВИЈИ

У Југославији је у току реализација више великих пројеката ауто-путева. На два су се ауто-пута појавили специфични проблеми у вези са slabим темељним тлом, који су успешно решени применом синтетских текстила, дренажама од синтетског материјала и неким другим додатним мерама.

Ради се о ауто-путу Љубљана — Врхника, деоница Долги Мост — Врхника и ауто-пут Загреб — Београд, деоница Загреб — Окучаји.

6.1 Ауто-пут Љубљана — Врхника

На том делу траса ауто-пута пролази кроз изванредно тежак терен познат под називом Љубљанско барје.

Укупна дужина тог лошег терена износи око 5,5 км. Терен се састоји од:

- нетипичног барског земљишта које се састоји од лако гњечиве до житке глине и муља са тањим површинским слојем

органичних материјала (хумуса и тресета) и

- типичног барског земљишта које има знатно дебљи површински слој од органичних материјала (до 3 метра). Испод њега налази се водом засићена лако гњечива или житка неконсолидована високопластична глина до дубине 22 м, а испод ње консолидована глина досеже до тврде подлоге која се налази на дубини и до 55 метара.

Зависно од теренских околности предвиђено је више начина израде доњег строја. Најтипичнији су били:

1. Израда насипа од лаког материјала на постојећем земљишту (слика 7.).

Ово решење укључује израду вертикалних дренажа, бочних насипа и насипа за предоптерећење. Главни насип израђен је од електрофилтерског пепела и камене ситнежи и по „сендвич-систему“ (30 цм пепела, 10 цм ситнежи). У неким случајевима замењен је и део органског тла.

2. Израда насипа од каменитог материјала преко синтетског текстила положеног на површину терена, с бочним насипима, а без вертикалних дренажа и предоптерећења (слика 8.).

Оваква решења омогућила су релативно брзу консолидацију тла, а тиме и његово оспособљавање за ношење насипа, коловозне конструкције и саобраћајног оптерећења.

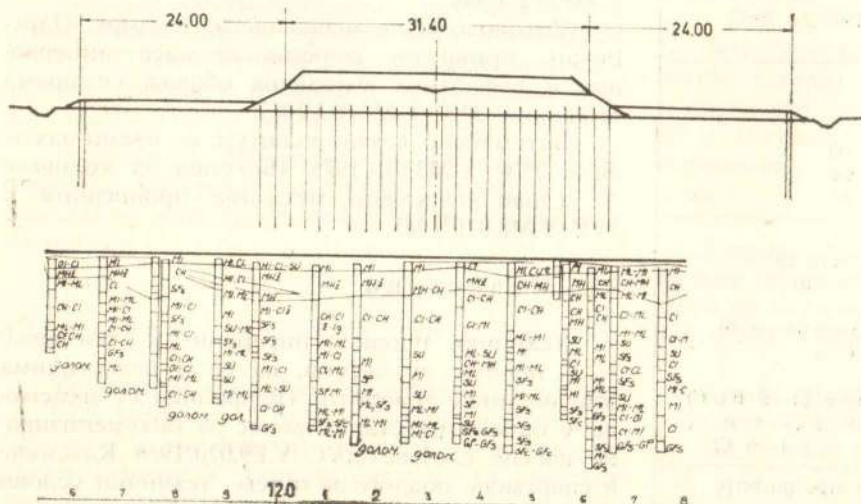
Одређене мере (изградња у фазама) предвиђају се и при изградњи коловозне конструкције ради веће сигурности.

У наставку се дају основни подаци о примењеном синтетском текстилу и дренажама.

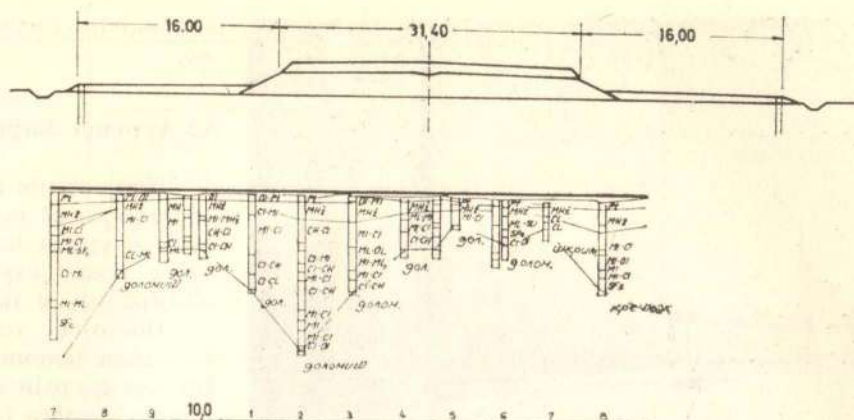
Уграђено је до сада 450.000 м² синтетског текстила преко барског земљишта и око 590.000 м дренажних трака.

Текстил од синтетских влакана.

Основну сировину за производњу овог текстила чине синтетска влакна (полипропилен, полиестер, полиамид), која се посебним поступком

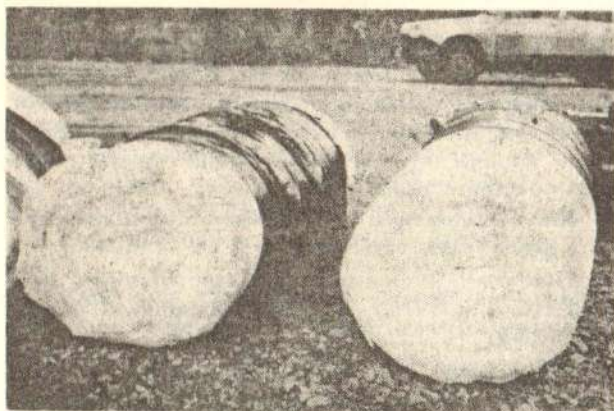


Сл. 7.— Дијаграм 7



ком прерађују у слој, односно траке одређених димензија (обично ширине 2 или 4 м).

На тржишту је познато више врста текстила од синтетичких влакана (Colbond, Sodospun, Bidim, Polyfelt, Trevira). Приликом грађења деонице ауто-пута преко баровитог земљишта на основу понуђених узорака, односно установљених особина производа домаћих произвођача, изабран је полипропиленски текстил „Politlak“, који производи „Товарна филца Mengeš“ (слика 9).



Сл. 9

Захтеване карактеристике за основне особине текстила били су постављене на основу страних искустава, техничких услова и техничких података страних произвођача пре избора домаћег произвођача. Као што се види из табеле 7. просечне вредности испитиваних особина узетих узорака у време грађења у задовољавајућој се мери налазе у границама постављених захтева.

Траке текстила могуће је састављати:

- преклапањем (у ширини приближно 50 цм)
- заваривањем (преклоп у ширини 15—20 цм) и
- шивењем (преклоп у ширини приближно 10 цм).

Најекономичније је шивење, које је било претежно и употребљено на деоници ауто-пута Долги Мост — Врхника.

Табела 7.

Врста испитивања	Јединица	Захтевана вредност	Установљена просечна вредност
— маса текстила	g/m ²	(400)	445
— дебелина текстила	mm	—	4,2
— затезна сила	kp/5 cm	59—80	66
— сила цепања	kp	17—23	15
— затезна сила споја	kp/5 cm	—	93

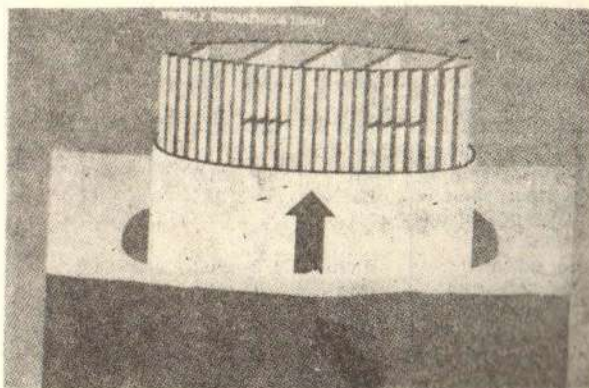
Траке текстила полагане су директно на површину терена, а на њих је уграђен слој каменог материјала дебелине 50 до 60 цм.

Текстил је спречио утискивање каменог материјала у тло и омогућио дренажање воде из тла под притиском насипа. Слој каменог материјала сачувао је унутрашње трење и могао је све време да служи као превозни плато за градилишни саобраћај.

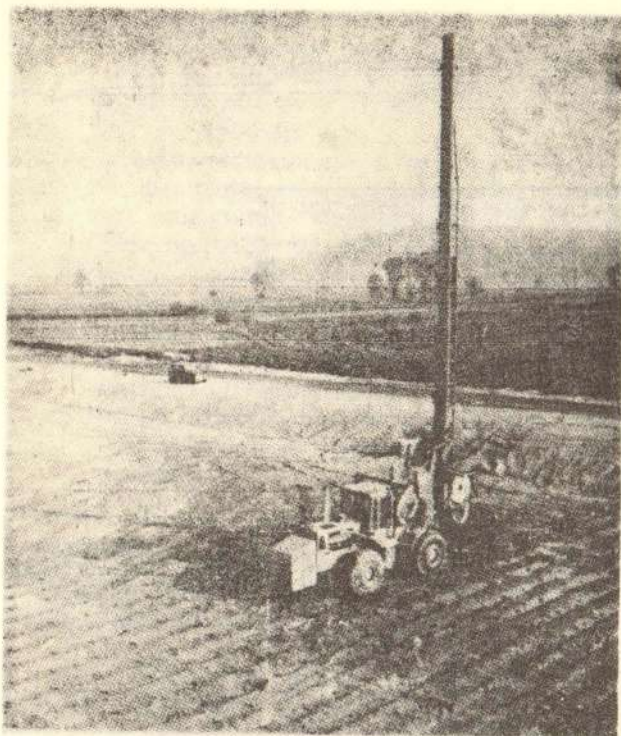
Пластичне дренажне траке

Пластичне дренажне траке састоје се од:

- полиетиленског језгра и
- полипропиленског текстила као обавијајућег слоја.



Сл. 10



Сл. 11

Пресек пластичне дренажне траке, каква је углавном била уграђивана на ауто-путу Долги Мост — Врхника, приказан је на слици 10, а њено уграђивање на слици 11.

За обављање дренажног језгра употребљен је полипропиленски текстил с побољшаним механичким својствима (апретуром) што осигурава трајније функционисање дренажних трака, особито трака са шупљим двоструким језгром, код којих је осигурано и брзо отицање воде из дренажне траке.

Постављени захтеви квалитета и својства установљена контролним испитивањима шупљих дренажних трака приказани су у табели 8 а статистичка обрада резултата контролних испитивања узорака уграђених трака указује на задо-

Табела 8.

Врста испитивања	Јединица	Захтевана вредност	Установљена просечна вредност
1. Политиленска језгра			
— маса	g/m	225—275	264
— ширина	mm	83—87	82
— дебљина (укупна)	mm	10—10,5	10,4
— сила затезања (укупна)	kp	500—800	814
— растезање	%	> 25	34
2. Пропиленски текстил			
— маса	g/cm ²	378—462	413
— дебљина	mm	3—4	3,2
— садржај апретуре	%	10—20	12,7
— сила затезања	kp/5 c	> 50	115
— сила затезања споја	kp	> 30	37

вољавајући квалитет и уједначеност производње.

6.2 Ауто-пут Загреб — Београд

Пројект предвиђа да се овај ауто-пут изгради тако да се постојећи пут реконструише (појача) и уреди као једна трака ауто-пута, а до ње, с јужне стране, изгради друга трака као новоградња, у насипу висине 1,5 — 2 м.

Постојеће темељно тло на траси дуж готово читаве деонице од Загреба до Окучана (сва 100 км) састоји се од 1,5 до 4 м дебелих квартарних наслага (алувија) претежно састављених од глине средње до високе пластичности.

Дебљина хумуса је око 30 цм.

Карактеристике тла испод труп пута су такве да је оно у повољним хидролошким приликама погодно и може се уредити као темељно тло на којем ће се изградити насип.

Међутим, на траси је таква ситуација једино у летњим месецима (јул, август) док је у пролећном и јесењем периоду висока подземна вода која допире до 20 односно 30 цм од површине.

Због хитности радова грађевинску је сезону требало продужити.

Разматрано је више решења и то:

- замена постојећег тла у основи
- стабилизација постојећег тла у основи
- надградња темељног тла слојем шљунка
- израда слоја од цемента стабилизованог шљунка преко темељног тла у основи
- израда ишљунчаног насипа преко синтетског текстила.

Као најповољније одабрано је решење помоћу синтетског текстила.

Поступак је испитан на више пробних деоница (1977. и 1978.), а затим се ушло у редовну примену.

Примењена је оваква технологија.

С темељног тла уклоњени су хумус, шибље и друго растиње и обезбеђен пад према одводном каналу.

Влажност тла била је врло велика (за више од 10% већа од оптималне) тако да тло није било могуће збијати нити на њему било шта градити нормалним начином.

Затим је разасрт текстил од синтетских влакана (фирме „ЛИО“ Осиек) тик 300 гр/м².

Поједине траке су спајане шивењем. На разасрти текстил навожен је и с чела насипан и разасиран шљунак, који је затим збијан вибрационим средствима за збијање. Дебљина слоја одређена је на опитним деоницама, а кретала се 60 до 70 цм. На тако израђеном слоју тражен је (и постигнут) модул стишљивости $M_s \geq 40 \text{ MN/m}^2$.

За цели поступак израђени су детаљни технички услови.

Захтеви за текстил дати су у табели 9.

За ово је решење (синтетски текстил + насупи слој) карактеристично да се може при-

Табела 9.

Основне карактеристике текстила	Тип текстила према тежини		Испитивање према стандарду
	300 g/m ²	400 g/m ²	
Дебљина (при 22 p/цм)	мин 2,5 мм	мин 3,0 мм	ДИН 53855
Тежина	300 g/m ² +10%	400 g/m ² +100%	ДИН 53855
Аксијална чврстоћа на кидање	60 kp/25 cm	70 kp/5 cm	ДИН 53857
Издужење до лома	60—100%	60—100%	
Сила цепања а) у сувом стању б) у мокром стању	min 10 kp min 14 kp	min 12 kp min 17 kp	ДИН 53859/B2
Пропустљивост воде усправно на текстил (при висини воденог стуба 1 м)	мин 240 1/дм ² /мин	мин 220 1/дм ² /мин	

менити само када висина насипа износи бар 1 метар. Наиме модул стишљивости MS није константан по дубини првог насутог слоја (на површини слоја је највећи, а на текстилу је врло мали (немерљив) па је потребно да се изнад тог првог насутог слоја изради још и прави насип дебљине најмање 30 цм (боље 50 цм) са константним карактеристикама носивости.

Пошто су геометријски услови то омогућавали, ово решење се за овај ауто-пут као и у техничком и у економском погледу показало оптималним.

6.3 Закључак

Применом синтетских текстила у изградњи путева постигнути су у Југославији одлични резултати јер су на тај начин решени многи тешки проблеми израде насипа преко лошег терена. Постигнути су задовољавајући резултати и у техничком и економском погледу јер је у односу на друге класичне поступке овај показао изразите предности.

Показало се да досадашња искуства са применом ове врсте материјала пружају неопходне елементе за стандардизацију поступка на чему се озбиљно ради.

Тема II — Земљани радови и израда коловозних конструкција

ГЕНЕРАЛНИ ИЗВЕСТИЛАЦ

Проф. др ЗДРАВКО ЈОКСИЋ,

ИЗВЕСТИОЦИ

Проф. др ЗДРАВКО ЈОКСИЋ,

Институт за испитивање материјала СР Србије, Београд

Проф. др ИСАК ПАПО,

Грађевински факултет, Сарајево,

Проф. др МОМЧИЛО ИВАНОВИЋ,

Грађевински факултет, Сарајево

Проф. ЖИВОРАД ЂУКИЋ,

Грађевински факултет, Београд

Доц. др МИОДРАГ ОБРАДОВИЋ,

Грађевински факултет, Београд

Др ДУШАН СВЕТЕЛ,

Институт за путеве, Београд

Инж. МИОДРАГ ДАНИЛОВИЋ,

Институт за инжењерске конструкције, Београд

Инж. БРАНИСЛАВ КРСМАНОВИЋ,

Пројектни биро ваздухопловства, Београд

РЕЗИМЕ

У извештају су приказана истраживања чији је значај доминирајући с обзиром на проблеме у вези с пројектовањем и израдом савремених путева, а посебно трансевропског пута Север—Југ.

А.2 Приказан је поступак димензионисања коловозних конструкција с обзиром на карактеристике тла у основи и завршном слоју доњег строја и њихов утицај на носивост коловозне конструкције и њен век трајања, као и поступци који се примењују за побољшање геотехничких карактеристика.

А.3. С обзиром на климатске, хидролошке и географске услове, дејство мраза на највећем делу југословенске територије је врло значајно. То изискује предузимање одговарајућих заштитних мера при пројектовању и димензионисању коловозних конструкција на путевима и аеродромским пистама.

Због тога су извршена теренска и лабораторијска испитивања неопходна за одређивање чинилаца који утичу на дубину смрзавања испод коловозних конструкција различитих структура и дебљина, израђених с различитим материјалима и уз примену различитих техника грађења а у зависности од климатских услова области у којој је пут изграђен и других чинилаца који смањују или повећавају неповољне ефекте смрзавања.

А.6. Утврђивање степена прилагођености коловозне конструкције саобраћајном оптерећењу, климатским условима области кроз који пут пролази и понашање коловозне конструкције под саобраћајем у различитим годишњим периодима, представља проблем на чијем се решавању интензивно ради. Приказани резултати су добијени на основу вишегодишњих систематских осматрања и мерења на 11 деоница укупне дужине 172 километара, распоређених на 7 ауто-путева и националних путева у експлоатацији, на локацијама које су карактеристичне с

обзиром на локалне услове, саобраћајно оптерећење и структуру коловозне конструкције (7) (8).

Међу чиниоце који су од посебног значаја за носивост флексибилних коловозних конструкција и њихов век трајања под саобраћајем увршћен је и анализиран утицај крутости с обзиром на дебљину носећих слојева и коловозног застора израђених од материјала обрађених хидрауличним и угљоводоничним везивима, утицај годишњег периода у којем су извршена мерења с обзиром на промене температура, влажности и карактеристике материјала у постелици и у слојевима коловозне конструкције, на осу коловоза.

В.1. На основу резултата истраживања утицаја различитих врста филера закључено је да се реолошке и друге карактеристике асфалтних мешавина с дисконтинуалним гранулометријским саставом знатно побољшавају применом азбестних филера уз истовремено смањење потребне количине филера у мешавини (у односу на стандардне кречњачке филере).

В.2.4. Међу коловозним засторима високог квалитета и отпорности на дејство тешког саобраћаја и температура, израђеним погодним избором гранулометријског састава минералне мешавине, типа и количине битумена и одговарајућих додатака (допова) и еластомера, посебно заузимају скелетни асфалти. Асфалтне мешавине скелетног типа садрже већу количину квалитетне камене ситнежи (око 70%), која образује просторни скелет и повезана је асфалтним мастиком повољнијих реолошких карактеристика уз додавање еластомера. Због тога су од њих израђени асфалтни застори знатно храпавији, чиме се обезбеђује већа сигурност у вожњи. Приказани су резултати истраживања обављени овом врстом асфалтних мешавина које су побољшане додавањем еластомера и специјалне врсте филера ради побољшања реолошких и других карактеристика.

С.1. При изградњи путева и аеродромских писта коришћене су класичне технике и методе израде цементно-бетонских коловоза, тј. припрема бетона у централном постројењу, транспорт готове мешавине до градилишта и њено уграђивање класичним финишerima са шалунг-шинама.

Од 1963. године до данас, при изградњи путева и ауто-путева не примењују се цементно-бетонски коловози, а посебни проблеми се јављају при појачању и одржавању цементно-бетонских коловоза у експлоатацији.

Приказани су поступци појачања цементно-бетонских коловоза на путевима и аеродромским пистама и искуства са специјалним асфалтним мешавинама од кречњачког агрегата скелетне структуре намењеним појачању цементно-бетонских коловоза на аеродромским пистама и аутопутевима.

А. ОПШТА КОНЦЕПЦИЈА, ИНТЕРАКЦИЈА, ОПТИМИЗАЦИЈА

А.2. УТИЦАЈ ОСНОВЕ — КОРИШЋЕЊЕ ПРИ ПРОЈЕКТОВАЊУ И ДИМЕНЗИОНИРАЊУ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ (ПОДТЛО-ЗАВРШНИ СЛОЈ ДОЊЕГ СЛОЈА — ПОСТОЈЕЋЕ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ У СЛУЧАЈУ ПОЈАЧАЊА ИЛИ РЕКОНСТРУКЦИЈЕ).

Основни елементи који се узимају у обзир при димензионисању флексибилних коловозних конструкција према усвојеном поступку [11] су:

- саобраћајно оптерећење
- локални услови,
- носивост планума доњег слоја (и уједначеност носивости),
- редослед слојева и квалитет материјала.

Саобраћајно оптерећење које се користи при димензионисању одређује се на основу претходних саобраћајних студија, према поступку предвиђеном стандардом.

Локални услови обухватају све елементе који утичу на коловозну конструкцију и доњи строј. Одређени су на основу одговарајућег стандарда и обухватају:

- климатске прилике,
- хидролошке прилике,
- особине материјала уграђених у доњи строј и опасност од дејства мрза (смрзавања).

Носивост основе (планума) коловозне конструкције представља, као што је познато, најтеже одредиву вредност у целокупном комплексу изградње пута. Дефинише се као способност за преузимање оптерећења услед саобраћаја и тежине коловозне конструкције тако да деформације у њој (основи) остану у дозвољеним границама.

Носивост било ког одабраног материјала уграђеног у доњи строј је највећа кад је он збијен (утраћен) са максималном збијеношћу која

се постиже при оптималној влажности по стандардном Прокторовом поступку.

Носивост планума доњег строја може се изразити: величином индекса CBR, величином модула стишљивости M_e (швајцарска метода), величином модула деформације E_v (немачка метода) и величином модула реакције тла K .

Поступци за одређивање наведених величина дефинисани су одговарајућим стандардима [4], [5], [6]. Постоје и експериментално одређене корекције између појединих показатеља [10], као и минималне захтеване вредности (критеријуми за оцену).

Уколико носивост планума (завршног слоја) доњег строја није униформна, при димензионирању коловозне конструкције предузимају се одговарајуће мере:

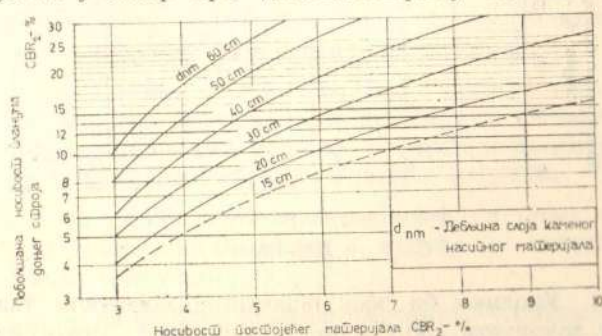
- а) Побољшава се хомогеност (униформисаност) применом једног од следећих поступака:
 - додатним збијањем,
 - одводњавањем и просушивањем јако влажних места,
 - уклањањем материјала недовољне носивости и његовом заменом материјалом одговарајућег квалитета,
 - поправком карактеристика материјала његовом обрадом или поступком стабилизације хидрауличним везивима.

б) Прилагођава се дебелина коловозне конструкције геомеханичким карактеристикама материјала у основи на тај начин што се деоница пута дели на одсеке исте носивости, на којима се примењује коловозна конструкција одговарајуће дебљине.

У таквим случајевима мења се само дебелина основног слоја, док дебљине коловозног застора и горњег слоја остају непромењене на целој деоници.

Према важећем поступку за димензионисање коловозних конструкција нових путева [] минимална захтевана носивост завршног слоја доњег строја изражена индексом носивости CBR је $CBR_2 \geq 5\%$.

Ако је носивост материјала у завршном слоју доњег строја мања од CBR_2 усвојених за поједине категорије саобраћајних оптерећења наведених у дијаграмима 1 и 2, ти материјали се морају уклонити до одговарајуће дубине (најмање 30 до 60 см, зависно од тога да ли се тај слој узима у обзир при димензионирању коловозне



Сл. 1 — Дијаграм 1

конструкције или не узима) и заменити квалитетним материјалом или се до предвиђене дубине морају стабилизovati.

Ако се за замену материјала у завршном слоју доњег строја употреби дробљени камени материјал или изврши стабилизација, потребно је одредити повећану носивост побољшаног плана на основу дијаграма 1.

Линије на дијаграму 1 важе за неvezане (нестабелизоване) камене материјале: дробине, дробљени камени материјали и шљунак.

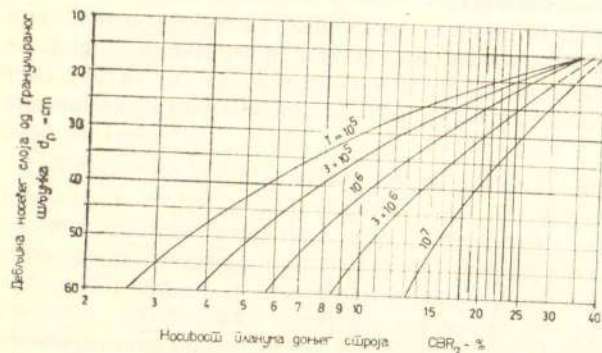
Ако се за замену употребе стабилизације са хидрауличним везивом, потребно је применити следеће еквивалентне дебљине:

- 1 см стабилизације кречом = 1,5 см неvezаног каменог материјала,
- 1 см цементне стабилизације = 2,5 неvezаног каменог материјала

При градњи савремених путева за тежак саобраћај често се користи поступак обраде и стабилизације материјала у завршном слоју доњег строја (планума) ради побољшања природних карактеристика, смањења осетљивости на дејство атмосферичких и постизања довољно отпорних површина планума за обављање градилишног саобраћаја и израду основног слоја коловозне конструкције.

Одређивање укупне дебљине доњег носећег слоја коловозне конструкције обавља се на основу карактеристика носивости материјала у завршном слоју доњег строја (CBR_2), укупног саобраћајног оптерећења једне возне траке у току предвиђеног века трајања коловозне конструкције (T) и карактеристика материјала од којих је носећи слој израђен.

Дијаграм 2 се користи за димензионисање носећих слојева од добро гранулираног неvezаног (нестабелизованог) шљунка. У свим случајевима кад квалитет материјала одступа од наведеног, неопходно је повећати дебљину слоја одређену у дијаграму 2 коришћењем одговарајућег коефицијента еквиваленције. При томе се не сме изгубити из вида чињеница да највећа дозвољена дебљина слоја не сме бити већа од 40 см.



Сл. 2 — Дијаграм 2

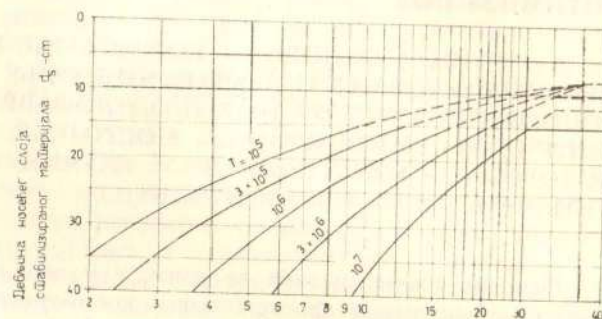
Уколико би због недовољне носивости тла у завршном слоју доњег строја била потребна већа дебљина носећег слоја од неvezаног мате-

ријала, неопходно је да се у том случају носивост тла доњег строја побољша или носећи слој од неvezаног материјала делимично односно у потпуности стабилизује.

Ако је потребно да се носећи слој делимично или потпуно стабилизује цементом, његова дебљина се одређује на основу дијаграма 3. При том треба водити рачуна о свим елементима као и у случају кад се користи дијаграм 2.

Уколико се за израду носећег слоја примени стабилизација битуменом, дебљину добијену из дијаграма 3 треба кориговати применом одговарајућег фактора еквиваленције.

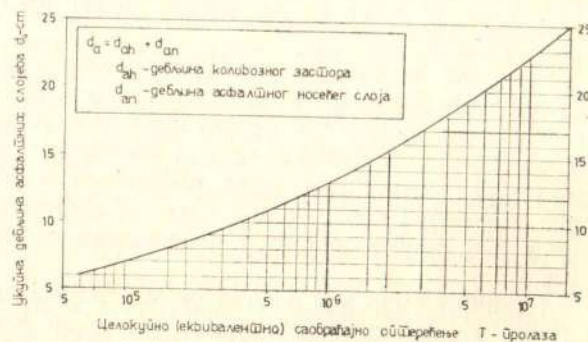
При делимичној стабилизацији материјала из неvezаног (нестабелизованог) слоја поступа се тако што се од укупне дебљине слоја од неvezаног материјала, одређене из дијаграма 3, одузме усвојена дебљина стабилизованог слоја, користећи при том коефицијенте еквиваленције.



Сл. 3. — Дијаграм 3

Одређивање укупне дебљине асфалтних слојева (коловозног застора и горњег носећег слоја) обавља се у зависности од целокупног саобраћајног оптерећења за пројектни период T (израженог бројем пролаза номиналног осовинског оптерећења од 10 т) на основу дијаграма 4.

Описани поступак за димензионисање коловозних конструкција у Југославији садржи и листове каталога у којима су предвиђене типске коловозне конструкције (les Chaussées Types) за различите класе саобраћаја и карактеристике материјала употребљених за израду коловозних конструкција.



Сл. 4 — Дијаграм 4

А. ОПШТА КОНЦЕПЦИЈА, ИНТЕРАКЦИЈА, ОПТИМИЗАЦИЈА

А.3. УТИЦАЈ СМРЗАВАЊА И ЊЕГОВО УЗИ МАЊЕ У ОБЗИР ПРИ ПРОЈЕКТОВАЊУ И ДИМЕНЗИОНИРАЊУ КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА

3.1. Приказаћемо детаљније истраживања наведена под (1).

а) За мерење максималне дубине смрзавања испод коловозних конструкција на одабраним путевима изабране су сонде швајцарске производње, познате као *Syromete Wybo* (2) (5). Детаљним испитивањем сонди у току истраживања уочени су извесни недостаци овог типа сонди, јер, према нашим истраживањима, дубина прскања флашица не представља истовремено и дубину изотерме 0°C (односно до -1°C) како то дефинишу швајцарске норме (5) већ температуре око -3 до -4°C .

б) Детаљно су анализирани и утврђени локални услови који могу утицати на дубини смрзавања, а истовремено су одређене дебљине коловозне конструкције и њена структура на сваком месту где су уграђене сонде. Испитане су геотехничке и геомеханичке карактеристике материјала из постелице и слојева коловозне конструкције.

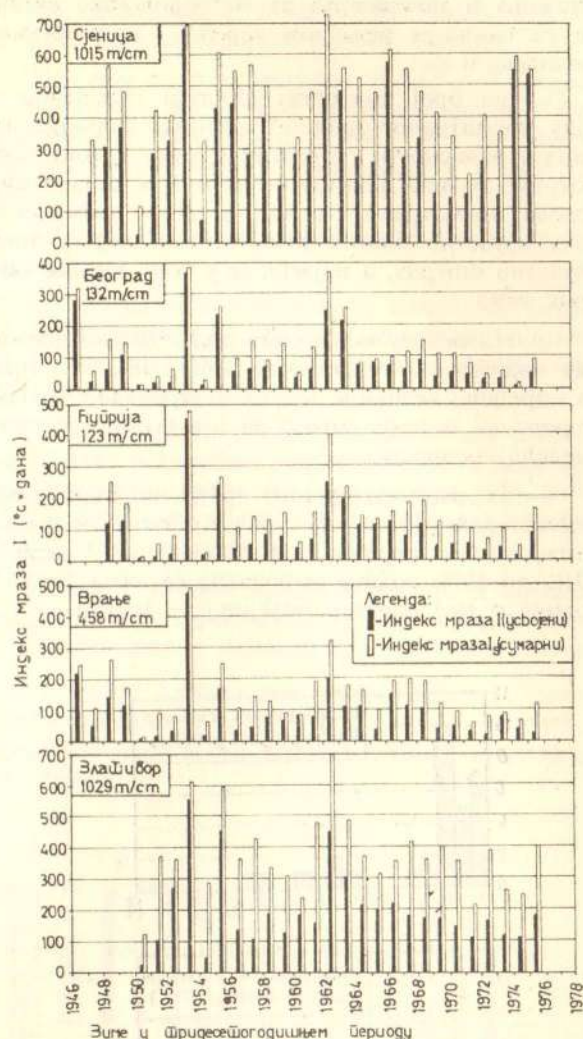
Утврђене су карактеристике зима за области које су посебно изложене неповољним климатским условима и дејствима у току зимског периода, уз дефинисање појма уобичајене и изузетне зиме.

в) Одређени су основни показатељи: индекс мрза, трајање периода мржњења за који се срачунава индекс мрза, средња температура у току периода мржњења, хладан период, његово трајање и средња температура хладног периода. Ови показатељи су одређени за три најхладније зиме у посматраном тридесетгодишњем периоду (1946. до 1977. године) и за три последње зиме тог периода (1974. до 1977. године) за које су вршена посматрања и мерења (слика 5). Индекс мрза дефинисан је као апсолутна вредност разлике између максимума и минимума кумулативне линије средњих дневних температура ваздуха на једном одабраном месту или метеоролошкој станици за посматрану зиму.

Констатовано је да индекс мрза варира у зависности од надморске висине, климе области за коју се одређује, степена инсолације и изложености места хладним ветровима.

г) Установљено је да су три најхладније зиме у последњих тридесет година биле:

- 1953/54. године (са највећим индексом мрза $I = 687^{\circ}\text{C} \times \text{дана}$);
- 1962/63. године (са највећим индексом мрза $I = 464^{\circ}\text{C} \times \text{дана}$), и
- 1955/56. година (са највећим индексом мрза $I = 456^{\circ}\text{C} \times \text{дана}$).



Сл. 5 — Индекси мрза у тридесетгодишњем периоду за одабране метеоролошке станице

У поређењу са овим зимама, последње три зиме (1974. до 1977) за које су обављена посматрања и мерења дубине смрзавања биле су врло благе.

д) На основу хистограма учесталости утврђен је број појава индекса мрза одређене величине у тридесетгодишњем периоду.

На основу добијених података, од којих су неки приказани на слици 6, могу се изводити закључци који указују на извесне закономерности појаве индекса мрза одређене величине.

ђ) Утврђен је број циклуса и дужина трајања периода смрзавања—одмрзавања за главне хидрометеоролошке станице за три најхладније зиме одабраног тридесетгодишњег периода.

На основу добијених података, од којих су неки приказани на слици 7, могуће је извести општи закључак:

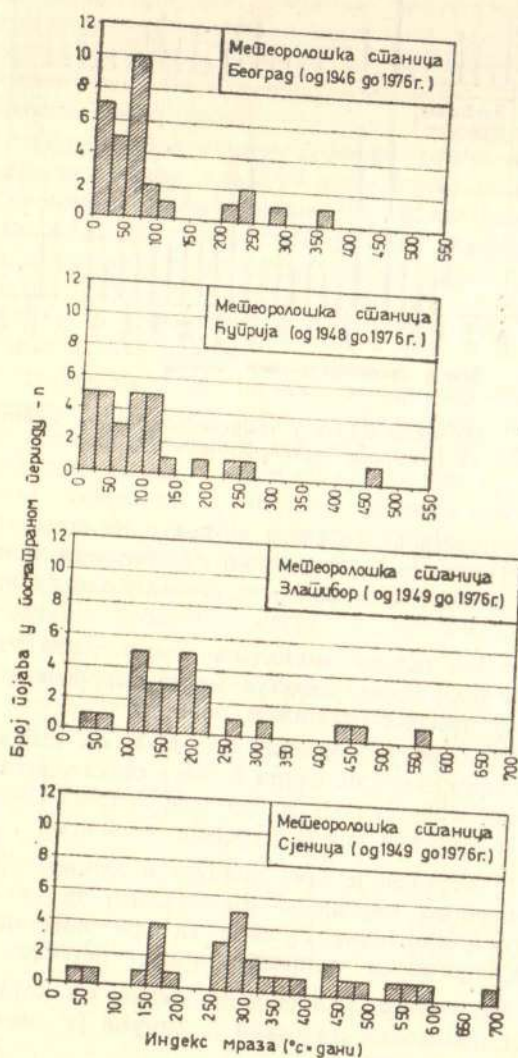
— да се број периода смрзавања—одмрзавања и њихово трајање знатно разликује на посматраним станицама и да није могуће вршити уоп-

штавања и повезивања за метеоролошке станице са сличним рељефом терена, надморским висинама и сл.:

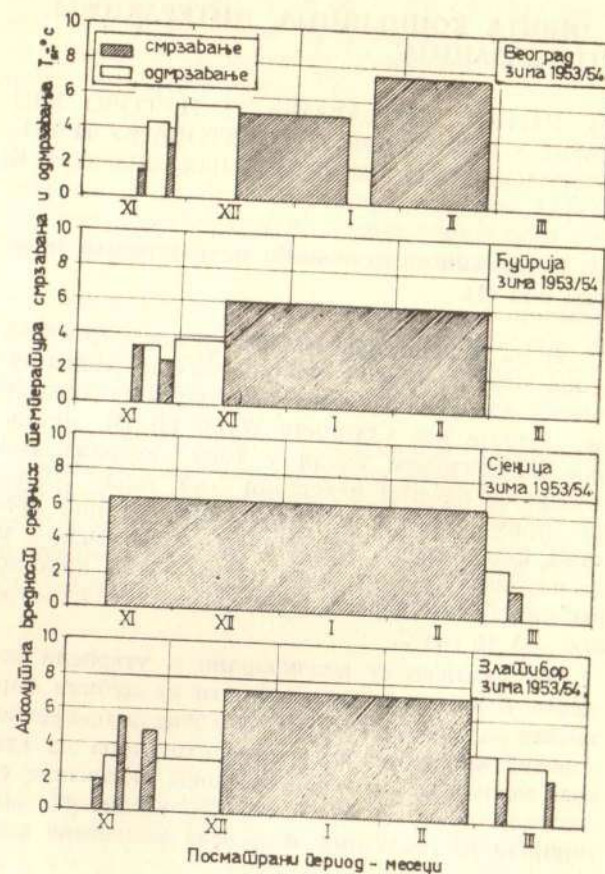
— да број појединих циклуса смрзавања у току посматраног тридесетгодишњег периода варира у зависности од оштрине зиме у току посматране године, надморске висине и климатских услова посматране станице и да је најмањи у току изузетно благих зима, нешто већи у току изузетно оштрих, а највећи је у току средње оштрих зима.

е) На основу обављених анализа расположивих података о учесталости појаве индекса мрза одређене величине (слика 8) предлажу се као меродавни индекси мрза за посматрани период следеће вредности:

— за двадесетгодишњи пројектни период највећи индекс мрза одређен у претходном тридесетгодишњем периоду (за посматрани период 1946. до 1976. године меродавна је зима 1953/54. године и њој одговарајући индекс мрза);



Сл. 6 — Хистограми учесталости појаве највећих индекса мрза у појединим зимама тридесетгодишњег периода (1946. до 1976. године) за одабране метеоролошке станице.

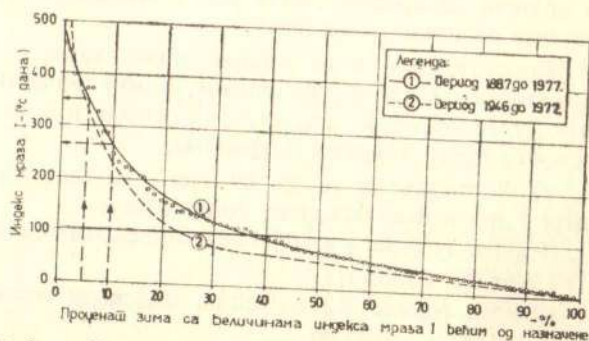


Сл. 7. — Периоди смрзавања и одмрзавања у најхладној зими тридесетгодишњег периода (1946. до 1976. године) за одабране метеоролошке станице.

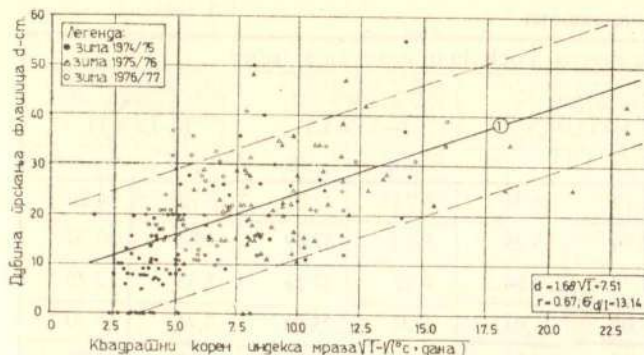
— за десетогодишњи пројектни период средња вредност од три највећа индекса мрза који су одређени у посматраном тридесетгодишњем периоду 1946. до 1976. године.

ж) На основу претпоставке о линеарној зависности између дубине прскања флашица, а тиме и дубине смрзавања квадратног корена индекса мрза, израчунато је 11 једначина регресије, и то: заједничка једначина за све до сада добијене податке (слика 9), посебно једначине за поједине зиме, а посебно једначине зависно од места на коме су сонде уграђене.

На слици 9 приказана је заједничка линија регресије и једначина корелације између квадра-



Сл. 8. — Учесталост појаве индекса мрза у зависности од његове величине за метеоролошку станицу Београд у посматраном периоду.



Сл. 9. — Однос дубине прскања флашица у сондама Вибо и индекса мрза I

тног корена из индекса мрза и дубине прскања флашица за три зиме у којима су обављена мерења, заједно са коефицијентом корелације и интервалом поверења за вероватноћу 0,95. Добivena једначина гласи:

$$d = 1,68 \sqrt{I} + 7,51$$

Уочава се прилично расипање резултата, као последица релативно мале прецизности мерења сонди „Wybo“ при малим температурама, што је био случај са зимама у посматраном периоду које су биле врло благе за југословенске услове.

Лабораторијска испитивања на припремљеним узорцима од различитих материјала (асфалтни бетон, везни слој, дробљена камена ситност, шљунак и глина) обављени су да би се утврдило њихово понашање при температурама нижим од 0°C , дубина продирања мрза и одређивања топлотне проводљивости „а“ односно λ/a , који се могу користити за међусобно упоређење термичких својстава (5).

Узорци тла, шљунка, и добљенца грађени су у цилиндри од поливинилхлорида, двоструке висине стандардног Прокторовог калупа ($D = 105 \text{ mm}$; $H = 230 \text{ mm}$) са различитим влажностима, са по 25 удараца у 6 слојева, а асфалтни узорци састојали су се од 3 Маршалова узорка висине $H = 23 \text{ mm}$.

Узорци су означени бројевима од 1 до 12, са по 4 уграђена термоелемента од бакар-константана на међусобном размаку од 7 см и на по 1 см од површине и дна узорка.

Да би се осигурало вертикално продирање мрза, око узорка је уграђен истородни материјал као компензациони слој.

Узорци асфалта су само једном израђени у хладњак, док су узорци са каменом материјалима и глином после сваког експеримента разорени, материјал осушен и узорци поновно израђени са усвојеним влажностима.

— за глину: $W = 12\%$, 21% , 28% ;

— за шљунак и дробљенац: $W = 2\%$, 4% и 6% .

Опит смрзавања понављан је при следећим температурама ваздуха у уређају за хлађење: $-20,7^\circ\text{C}$, $-15,9^\circ\text{C}$, $-11,6^\circ\text{C}$, и $-7,5^\circ\text{C}$, које су ауто-

матски регистроване, а сам опит трајао је 4 до 12 дана, зависно од интензитета хлађења.

На слици 10 приказани су, за све узорке вредности индекса мрза на површини и измерене дубине продирања мрза „ δ “ за случај индекса мрза ваздуха у хладњаку $I = 50^\circ\text{C} \times \text{дани}$.

Анализа резултата приказаних на слици 10 показује:

— ако се количник између поменутих индекса мрза означаи као фактор површине „ n “, може се констатовати да он опада са повећањем интензитета хлађења;

— да се индекси мрза на површини узорка тла (глине) међусобно знатно разликују због велике разлике у садржини воде ($w = 12\%$, 21% и 28%), што потиче од латентне топлоте која се развија при преласку воде у лед;

— да је дубина продирања мрза највећа код узорка од дробљења, а затим следе узорци од асфалта, док је најмања код шљунка и глине;

— да је дубина продирања мрза у тло (глину) највећа за узорак број 11, тј. за случај оптималне влажности односно највеће запреминске тежине.



Сл. 10 — Индекси мрза површине коловоза и дубине смрзавања (за индекс мрза ваздуха у уређају за смрзавање $I = 50^\circ\text{C} \times \text{дана}$)

Табела 1 — Просечне вредности температурне водљивости

Узорак	Материјал	Температура уређаја и ваздуха у њему							
		—24°C (—20,7°C)		—18°C (—15,9°C)		—13°C ⁰ (—11,6°C)		—9°C (—7,5°C)	
		√a	a	√a	a	√a	a	√a	a
1	Асфалтни бетон	6.94	48.16	5.19	26.94	4.73	22.37	3.78	14.29
2	Везни слој	7.38	54.46	5.94	35.28	5.70	32.49	4.56	20.79
4	Битуменизиран шљунак	6.01	36.24	4.79	22.94	4.22	17.81	3.53	12.46
3	Туцаник	5.60	31.36	4.65	21.62	5.02	25.20	4.45	19.80
5	Туцаник	8.69	75.52	6.33	40.07	6.06	36.72	4.82	23.23
6	Туцаник	11.41	130.19	6.96	48.41	5.72	32.72	5.01	25.10
7	Шљунак	4.32	18.66	3.72	13.84	3.39	11.22	2.39	5.71
8	Шљунак	4.79	22.94	3.78	14.29	3.46	11.97	2.87	8.24
9	Шљунак	4.62	21.34	4.79	22.94	3.83	14.67	2.86	8.18
10	Глина	3.17	10.05	2.74	7.15	2.40	5.76	2.14	4.58
11	Глина	3.51	12.32	3.14	9.86	3.00	9.00	2.38	5.56
12	Глина	3.80	14.44	3.29	10.82	3.18	10.11	2.49	6.00

ЗАКЉУЧЦИ

На основу приказане анализе и стеченог искуства у току обављених испитивања може се закључити:

— да лабораторијски опити у условима смрзавања показују да се при термичком вредновању коловозне конструкције не може узети у рачун једино коефицијент топлотне проводљивости „К“, јер то доводи до погрешних резултата;

— да евентуално одређивање температурне водљивости „а“ односно $\sqrt{a}$ из познатих вредности за К, с и ρ такође не одговара, већ се она мора експерименталним путем установити, искључиво при температурама нижим од 0°C.

Досадашња истраживања су обухватила само лабораторијска испитивања у диригованим условима, док ће накнадно уследити рад на терену у природним условима.

А.6 ДУГОРОЧНА ИСПИТИВАЊА И ОСМАТАЊА

6.1. ИСПИТИВАЊА НОСИВОСТИ КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА НА ПУТЕВИМА У ЕКСПЛОАТАЦИЈИ

На слици 11 приказане су структуре коловозних конструкција на појединим путевима и границама у којима се налазе измерене дебљине појединих слојева.

Квалитет израђених слојева коловозне конструкције најчешће је задовољавао техничке услове и стандарде, иако има и изузетака.

Највећи број материјала из постелице припада групи ниско пластичних до средње пластичних песковито-глиновитих прашина, а затим песковито-прашиновитих глина средње до висо-

ке пластичности, а само у мањој мери групама финозрних пескова и песковитих шљункова.

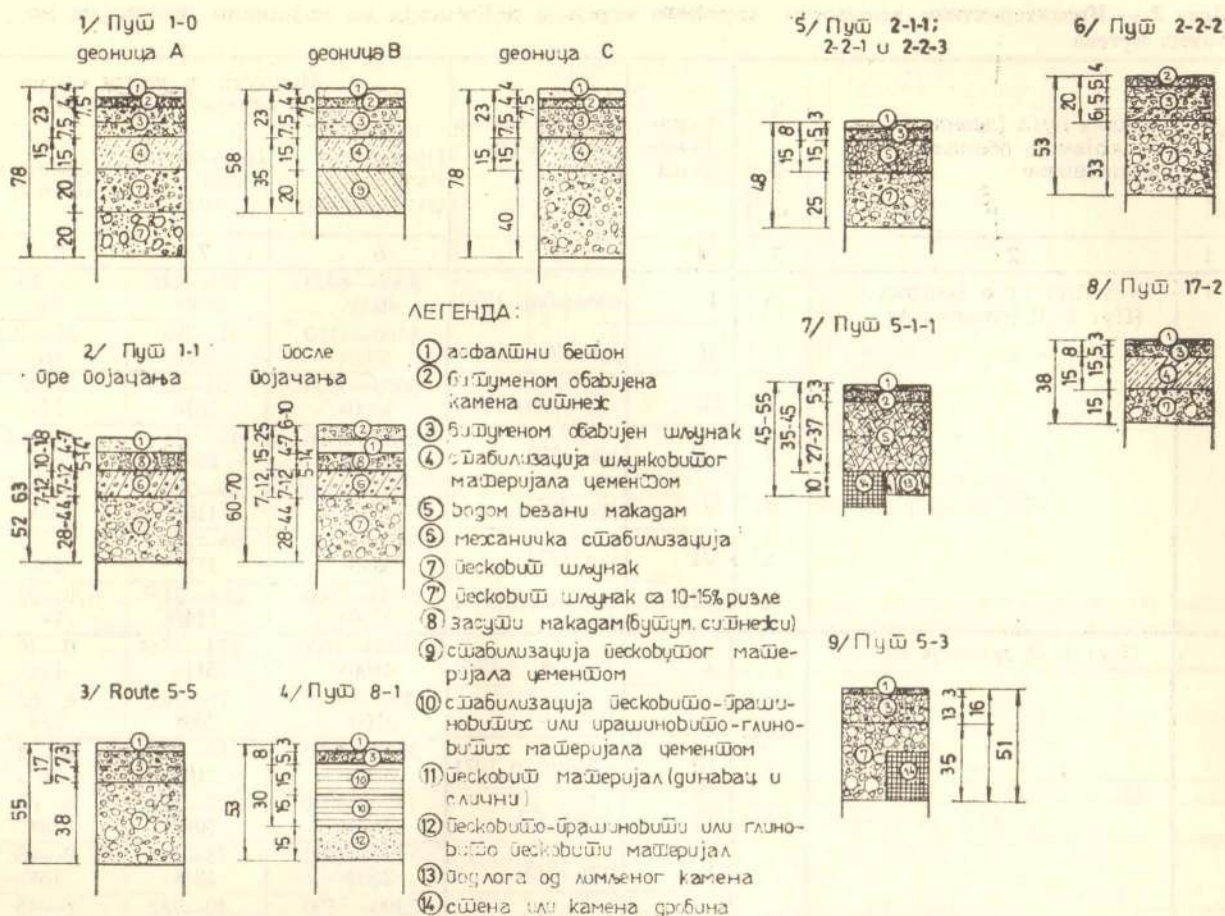
Индекси носивости CBR одређени су по стандардном лабораторијском поступку на непо ремећеним узорцима (природна влажност и збијеност), односно на узорцима са природном збијености, али после потапања у воду за време од четири дана. Добијене вредности налазе се у интервалу CBR = 1,5% до 5%, а ређе су вредности CBR = 5% до 25%.

Испитани су квалитет и носивост коловозне конструкције мерењем дифлексије механичким дефлектором, под паром задњих точкова тежине 5 тона, (оптерећење на задњу осовину од 10 т), увек на истим местима у свим серијама, на одстојањима 1,0 до 1,20 м од ивице коловоза.

Величина укупних дефлексија d_0 изосталих дефлексија d_z добијене мерењем на истим местима, у току појединих серија, зависно од испитивањег потеза и врсте слоја на којем су извршена испитивања, приказане су на одговарајућим дефлектограмима, дијаграмима (слике 12 до 15 и у табелама: 2, 3, и 4), где су, поред интервала којим је обухваћено 95% свих резултата добијених испитивањем, приказане и средње вредности одређене рачунски за измерене величине обухваћене тим интервалима [8].

Величине средњих вредности минималних полупречника закривљености линије дефлексије R налазе се најчешће у следећим интервалима (табела 2).

Упоређивањем резултата добијених мерењем при различитим температурама површине коловоза, у истој серији (табела 4) или у различитим серијама (табела 2), констатује се да се при повећању температуре површине коловоза у интервалима назначеним у табели 4 смањује минимални полупречник закривљености линије



Сл. 11 — Структуре коловозних конструкција на испитиваним путевима.

дефлексије коловоза R, односно повећава производ Rd_0

Утицај врсте коловозне конструкције, температуре и периода у коме су обављена мерења на величине измерених дефлексија

1. Закључено је да носивост једне коловозне конструкције не зависи само од дебљине и карактеристика материјала уграђених у поједине слојеве, односно дебљине појединих слојева већ у истој мери и од прилагођености коловозне конструкције врсти материјала у њеној основи — доњем строју и постелици. На овакав закључак наводе резултати добијени мерењем дефлексије у појединим серијама, као и подаци о држању коловозних конструкција под саобраћајем у експлоатацији.

На основу резултата досадашњих испитивања могућ је закључак о већем утицају геомеханичких карактеристика материјала у постелици (нарочито ако су то кохезивни материјали осетљиви на промене влажности) на носивост коловозних конструкција израђених применом сло-

јева од механички стабилованих материјала него применом слојева од механички стабилованих хидрауличним или угљоводоничним везивима.

У вези с тим може се констатовати да је носивост конструкција с носећим слојем стабилованим хидрауличним везивима уједначенија и да су оне мање осетљиве на промене температура од конструкција с носећим слојевима и застором од материјала обавијених угљоводоничним везивима, иако се коловозне конструкције одабране за испитивање у оквиру овог задатка, с обзиром на структуру и захтевани квалитет при изради, не могу сматрати најпогоднијим за оваква упоређења. Оваква би се испитивања морала обављати на опитним деоницама израђеним специјално за ту сврху.

2. Упоређењем дефлексија измерених у различитим годишњим периодима, на површини хабајућег или неког другог слоја, дошло се до значајних података и закључака о променама носивости коловозне конструкције у различитим годишњим периодима — серијама.

Табела 2 — Карактеристике носивости одређене мерењем дефлексија на појединим деоницама испитаних путева

Редни број	Ознака пута (деонице) на којем је обављено испитивање	Површина слоја	Серија мерења	Датум мерења (месец и година)	Подручја у којим се налазе измерене величине		
					Производи R_{hd_0} (м. 1/100 мм)	Полупречн $R_{мин}$ (м)	Дефлексије (1/100 мм)
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Ауто-пут кроз Београд (Пут 1—0, деоница А)	△	I	новембар 1970.	3000—6000 4000x	125—446 294x	2—83 25x
		△	II	јун 1971.	4500—7500 5500x	37—298 128x	21—102 56x
		x	III	новембар 1971.	3000—5500 3600x	65—625 207x	5—48 23x
		x	IV	јун 1972.	2500—7500 3600x	19—261 85x	9—108 49x
		x	V	јун 1973.	2100—4000 3200x	30—284 110x	9—78 36x
		x	VI	јун 1973.	3500—4500 3850x	96—298 177x	9—37 23x
		x	VII	новембар 1974.	3900—9500 6250x	284—3125 1140x	0—20 7x
	(Пут 1—0, деоница Б)	△	I	новембар 1970.	3000—8000 4500x	174—1564 511x	0—49 12x
		△	II	јун 1971.	4000—9000 5700x	76—782 269x	6—62 26x
		x	III	новембар 1971.	3000—5000 3300x	89—521 219x	0—58 20x
		x	IV	јун 1972.	1700—4000 2800x	27—329 109x	4—67 28x
		x	V	јун 1973.	1100—4000 2600x	73—446 184x	0—48 16x
		x	VI	јул 1973.	2300—5500 3850x	49—782 294x	6—45 21x
		x	VII	новембар 1974.	3125—9500 3950x	521—3125 1560x	0—15 4x
	(Пут 1—0, деоница Ц)	x	I	новембар 1970.	3000—8000 4500x	208—782 395x	0—38 11x
		x	II	јун 1971.	3500—8000 4900x	98—690 267x	4—62 26x
		x	IV	јун 1972.	3500—8000 5100x	174—782 402x	5—22 13x
		x	V	јун 1973.	3000—5700 4000x	82—568 269	1—33 13x
		x	VI	јул 1973.	3000—7500 4600x	84—782 288x	7—47 21x
		x	VII	новембар 1974.	3125—9500 5400x	568—3125 1500x	1—13 5x

Напомене: Ознаком x обележене су средње вредности срачунате за наведена подручја.

△ — битуменом обавијена камена ситнеж

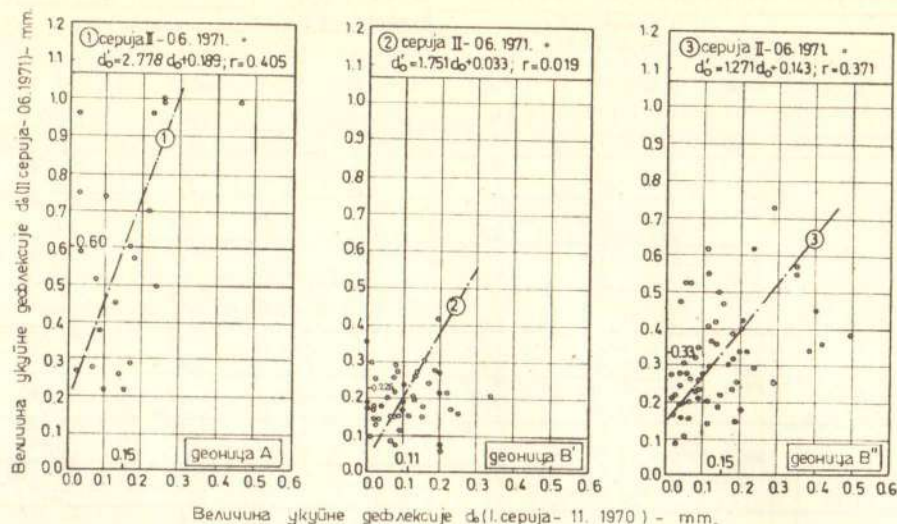
△ — битуменом обавијени шљунак

x — асфалтни бетон

На означеним дијаграмима (слике 12 до 15) и у табелама 2 и 3, приказани су сви резултати који су коришћени за утврђивање величине промене дефлексије у појединим серијама или изналажење односа и једначина регресије, док су при анализи резултата и утврђивања утицаја неповољности или повољности периода у којем су обављена мерења на карактеристике носивости коловозних конструкција коришћени само најнеповољнији, односно најповољнији период, јер су утицаји у том случају најмаркантнији. Резултати

за тако одабране периоде приказани су у табели 3, као и коефицијенти корелације „r“ и средње вредности дефлексија d_0 (sr) одређене рачунски за цео скуп дефлексија коришћених за срачунавање једначине за линије регресије. Детаљније је приказан поступак анализе за пут (1—0).

ПУТ 1—0. Испитивања на овом путу обављена су на нивоу везног и хабајућег слоја а добијени подаци обрађени су за сваку деоницу посебно.



Табела III — Однос укупних дефлексија измерених у повољном, односно неповољном периоду изражен једначином регресије, коефицијентом корелације и процентом повећања средњих вредности укупних дефлексија

Ред. број	Ознака пута на којем је обављено мерење	Део-ница	Бр. при-лога	Временски период у моменту мерења		Корелациони односи		Средње вредности ^{х)}		Мерења обављена на:
				неповољан	повољан	$d'_o = A \times d_o + B$	r	d'_{osr} (mm)	d_{osr} (mm)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Пут 1—0	A	12	јун 1971.	новембар 1970.	$d'_o = 2.778 d_o + 0.189$	0.405	0.60	0.15	битуменом обави-јеној каменој ситнежи
2		B'		јун 1971.	новембар 1970.	$d'_o = 1.751 d_o + 0.033$	0.019	0.225	0.11	
3		B''		јун 1971.	новембар 1970.	$d'_o = 1.271 d_o + 0.143$	0.371	0.33	0.15	
4		A	13	мај 1972.	новемб. 1971.	$d'_o = 2.372 d_o - 0.057$	0.618	0.49	0.23	асфалт—бетону
5		B'		мај 1972.	јун 1973.	$d'_o = 1.856 d_o - 0.035$	0.697	0.32	0.19	
6		B''		мај 1972.	јун 1973.	$d'_o = 1.916 d_o + 0.023$	0.455	0.31	0.15	
7		C		јун 1971.	мај 1972.	$d'_o = 2.532 d_o - 0.099$	0.644	0.245	0.135	
8	Пут 1—1		14	октобар 1965.	август 1967.	$d'_o = 1.696 d_o - 0.190$	0.523	1.055	0.735	постојећем путу
9			12	март 1970.	март 1969.	$d'_o = 1.492 d_o - 0.084$	0.532	0.555	0.43	битуменом обави-јеној каменој ситнежи
10	Пут 2—2—2			март 1973.	фебруар 1974.	$d'_o = 1.616 d_o - 0.058$	0.549	0.41	0.29	битуменом обави-јеној каменој ситнежи
11	Пут 5—1—1		13	март 1971.	март 1974.	$d'_o = 1.168 d_o + 0.062$	0.183	0.28	0.19	асфалт—бетону
12	Пут 5—3		13	април 1970.	новембар 1969.	$d'_o = 1.767 d_o - 0.012$	0.318	0.48	0.28	
13	Пут 5—5		13	април 1970.	новембар 1969.	$d'_o = 1.905 d_o + 0.046$	0.390	0.46	0.22	
14	Пут 8—1			март 1968.	март 1969.	$d'_o = 1.709 d_o - 0.075$	0.562	0.48	0.33	асфалт—бетону
15	Пут 17—2	A		новемб. 1971.	мај 1972.	$d'_o = 1.381 d_o + 0.015$	0.756	0.43	0.30	хемиски стабилизова-ном материјалу
16				март 1973.	фебруар 1974.	$d'_o = 1.748 d_o - 0.086$	0.777	0.33	0.24	битуменом обавијеном шљунку
17		B		новембар 1971.	фебруар 1974.	$d'_o = 1.420 d_o + 0.024$	0.869	0.81	0.55	битуменом обавијеном шљунку
				фебруар 1974.	јун 1972.	$d'_o = 1.015 d_o + 0.089$	0.711	0.48	0.385	
18		C		новемб. 1971.	фебруар 1974.	$d'_o = 1.435 d_o + 0.032$	0.687	0.55	0.36	асфалт—бетону
				фебруар 1974.	јун 1972.	$d'_o = 0.886 d_o + 0.140$	0.214	0.26	0.18	

^{х)} d'_o — величина укупне дефлексије измерене у неповољном периоду.
 d_o — величина укупне дефлексије измерене у повољном периоду

а) Резултати испитивања на површини везног слоја показали су да је од два периода у којима су обављена мерења неповољнији онај у јуну 1971. (II серија) од периода у новембру 1970. године (I серија) слике 12 и 14.

б) Резултати испитивања на површини хабајућег слоја показују да у погледу неповољности периода на појединим деоницама постоје извесне разлике, као што је приказано на слици 15.

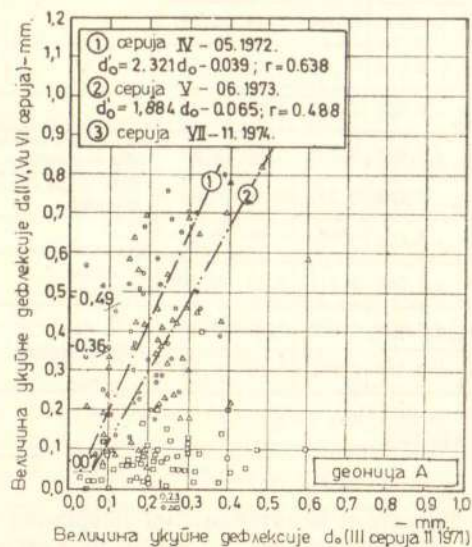
3. С обзиром на велике дебљине слојева од

Табела IV — Промене карактеристика коловозне конструкције при различитим температурама

Редни број	Ознака пута на којем је обављено мерење	Асоцијација	Испитивање обављено	Температура површине коловоза °C	Величина дефлексије				Величина минималног подупрежника R (m)	Производ d_0 (m · 1/100 mm)
					Укупне d_0 (1/100 mm)	Заостале				
						Слегање d_3 (1/100 mm)	Бубрење			
							%	$+d_3$ (1/100 mm)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Пут 1—0	A	јун 1973.	21-23 22 ^x	6-37 23 ^x	0-15 4 ^x	33,3	1-5 3 ^x	96-298 177 ^x	3500-4500 3850 ^x
				32-35 34 ^x	10-45 29 ^x	0-10 4 ^x	25,0	2-7 5 ^x	65-184 107 ^x	2300-3600 3000 ^x
				24-26 25,1 ^x	9-26 15 ^x	0-15 4 ^x	35,7	1-6 3 ^x	125-312 214 ^x	3000-4000 3250 ^x
				34-35 34,3 ^x	10-45 32 ^x	0-10 3 ^x	41,7	2-12 7 ^x	49-120 79 ^x	2300-3500 2800 ^x
				18-22 20,9 ^x	1-33 13 ^x	0-15 6,1 ^x	44,0	1-16 5,4 ^x	82-568 287 ^x	3000-5700 4000 ^x
				30-36 33,9 ^x	7-47 21 ^x	0-13 3,4 ^x	43,1	3-14 7,4 ^x	84-782 288 ^x	3000-7500 4600 ^x
		B	јун 1973.	6-17 12,7 ^x	7-48 20 ^x	0-7 1 ^x	13,5	1-17 6 ^x	165-782 357 ^x	4000-11000 6200 ^x
				24-34 28,4 ^x	7-34 17 ^x	0-5 1 ^x	89,0	1-34 10 ^x	165-1250 540 ^x	4300-13500 7800 ^x
				9-16 13,5 ^x	21-49 30 ^x	0-8 3 ^x	7,0	2-4 3 ^x	160-446 255 ^x	5000-10000 7250 ^x
				32-39 35,1 ^x	17-47 31 ^x	0-9 2 ^x	75,0	1-17 6 ^x	146-481 245 ^x	5000-10000 6900 ^x
				3-8 6 ^x	11-50 28 ^x	3-11 6,5 ^x	-	-	139-891 375 ^x	6000-15000 9350 ^x
				13-17 14,6 ^x	11-59 33 ^x	0-11 5 ^x	3,3	1-2 1,5 ^x	125-481 277 ^x	5000-14000 8350 ^x
2	Пут 5—1—1	мај 1973.	1-5 1,3 ^x	6-30 17 ^x	0-7 2 ^x	7,5	2-3 2,5 ^x	241-1043 471 ^x	4500-12000 7250 ^x	
			10-12 10,8 ^x	11-26 17 ^x	0-3 1 ^x	42,5	3-7 5 ^x	284-782 474 ^x	5000-12500 7600 ^x	
			12 ^x	16-37 27 ^x	0-3 1 ^x	-	-	202-893 423 ^x	7000-13000 8800 ^x	
			16-17 16,6 ^x	19-40 31 ^x	1-14 6 ^x	-	-	195-1250 418 ^x	6500-12000 9150 ^x	

х) Средње вредности свих резултата у означеном подручју

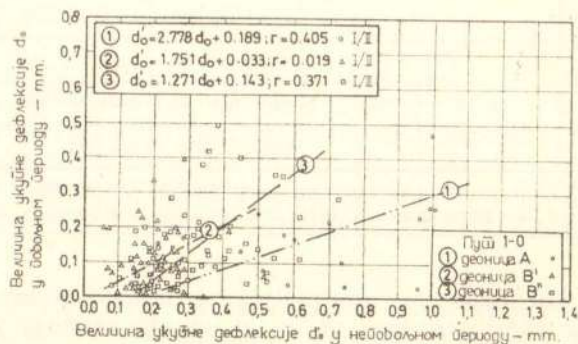
* Средње вредности свих резултата у означеном подручју



Сл. 13 — Однос укупних дефлексија измерених у различитим серијама (у односу и прво мерење — III серија) на асфалтном бетону на путу 1—0.

битуменом обавијених материјала (15 до 23 см) оцењено је интересантним испитивање утицаја температура површине коловоза на величину измерених дефлексија. Добијени резултати потврђују досадашња искуства, наша и страна, о утицају температура у подручју ниских вредности (+1 до +18°C), односно високих вредности (+26 до +36°C) на носивост коловозне конструкције изражену величином укупне или заостале дефлексије (слика 16).

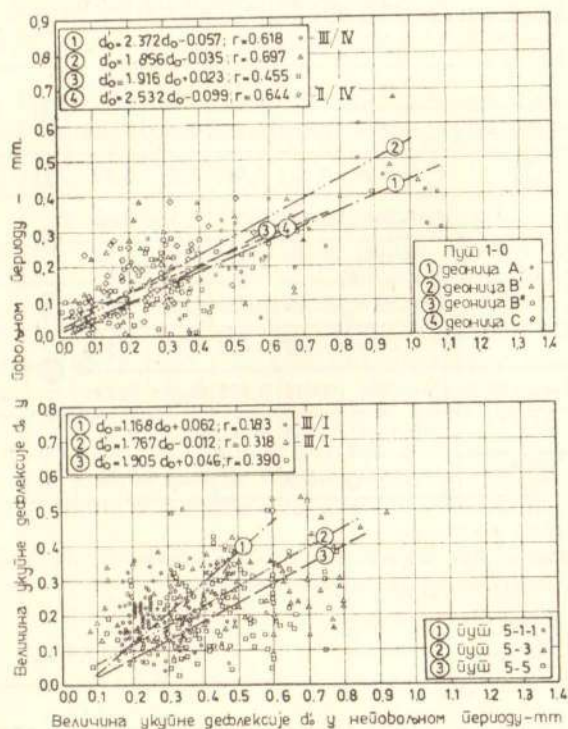
Утицај различитих температура на величине карактеристика одређених мерењем дефлексија приказан је у табели 4.



Сл. 14. — Однос укупних дефлексија до измерених у различитим временским периодима на везном слоју

4. Эффект pojačanja oстварен израдом новог слоја од битуменом обавијеног материјала преко постојеће коловозне конструкције могуће је оцењивати на основу укупне дефлексије коловоза (или величина изведених из ње: заостала дефлексија, полупречник линије извијања коловоза, еластична дефлексија и сл.) измерене пре и после израде слоја за pojačanje.

Приказани су резултати добијени испитивањем на путу 1—0 и успостављене корелације на основу којих су изведени одговарајући закључци (слика 17).



Сл. 15. — Однос укупних дефлексија d_0 измерених у различитим временским периодима на хабајућем слоју

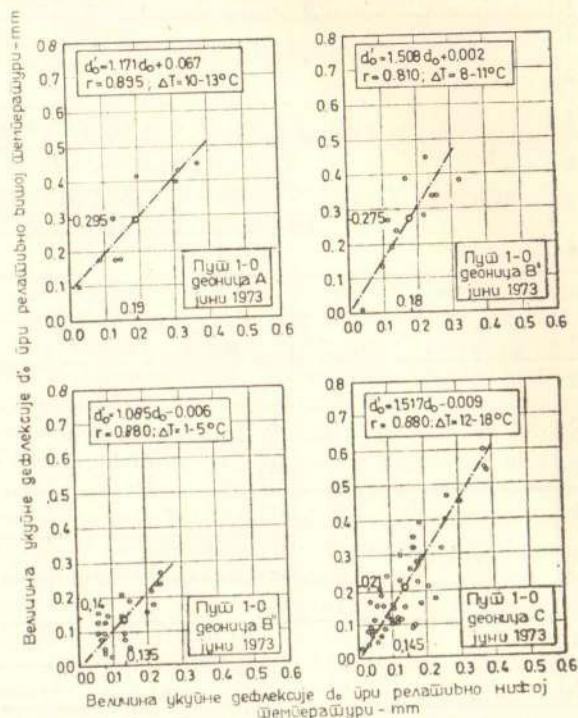
Ефект pojačanja коловозне конструкције израдом хабајућег слоја дебљине 4 см, преко везног слоја који је претходно био 10 месеци изложен саобраћају (испитан на деоницама А, В' и В''), може се утврдити на основу упоређења величина укупних дефлексија d_0 и других карактеристика носивости измерених на површини везног слоја (I и II серија) и хабајућег слоја (III до IV серија), слика 17 или табеле 2 и 5.

ЗАКЉУЧЦИ

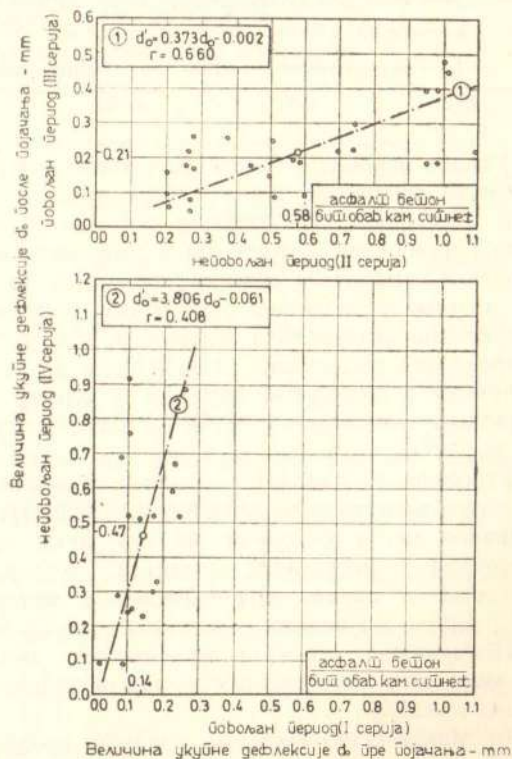
На основу резултата добијених мерењем дефлексија на одабраним местима утврђено је да носивост испитиваних коловозних конструкција није стална у току године и да се мења у појединим годишњим периодима. Величине тих промена зависе од већег броја чинилаца, а и нарочито оних који су испитивани и од времена протеклог од пуштања пута у експлоатацију,

величине саобраћајног оптерећења и квалитета одржавања пута.

Општи закључак је да се при повећању температуре површине коловоза при једнаким осталим условима повећавају средње вредности укупних дефлексија на свим путевима.



Сл. 16. — Однос укупних дефлексија d_0 измерених при различитим температурама површине коловоза.



Сл. 17. — Однос укупних дефлексија d_0 измерених пре и после израде слоја за pojačanje на путу 1—0 (деоница А) у повољном и неповољном периоду

Табела V — Однос укупних дефлексија пре и после појачања кад су добијени односи (мин. и макс.)

Однос укупних дефлексија пре и после појачања кад су добијени односи (мин. и макс.)													
Реални број	Ознака пута на којем је обављено мерење	Деоница	Број прилога	Временски период у моменту мерења				Корелациони односи		Средње вредности		Тип појачања	Дебљина слоја за појачање (см)
				пре појачања		после појачања		$d'_0 = A \times d_0 + B$	r	$d'_{оср}$ (мм)	$d_{оср}$ (мм)		
				неповољан	повољан	неповољан	повољан						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Пут 1—0	А	24	-	новембар 1971.	мај 1972.	-	$d'_0 = 3,806d_0 - 0,061$	0,408	0,47	0,14	④	4
2			-	-	новембар 1971.	$d'_0 = 0,373d_0 - 0,002$	0,660	0,21	0,58				
3			-	новемб. 1970.	мај 1972.	-	$d'_0 = 3,891d_0 - 0,034$	0,343	0,325	0,09			
4		В'	25	јун 1971.	-	-	јун 1973.	$d'_0 = 1,724d_0 - 0,159$	0,110	0,175	0,195	④	4
5			-	новемб. 1970.	мај 1972.	-	$d'_0 = 2,350d_0 + 0,069$	0,570	0,315	0,105			
6			јун 1971.	-	-	јун 1973.	$d'_0 = 0,644d_0 - 0,049$	0,110	0,155	0,315			
7	Пут 1—1			-	август 1967.	март 1970.	-	$d'_0 = 0,584d_0 + 0,162$	0,469	0,59	0,73	②	4-7
8			октобар 1965.	-	-	март 1969	$d'_0 = 0,266d_0 + 0,200$	0,274	0,84	0,425			
9	Пут 5—5		27	-	август 1968.	-	август 1969.	$d'_0 = 0,719d_0 - 0,133$	0,681	0,35	0,67	①	14
10			26	-	август 1969.	април 1970.	-	$d'_0 = 0,792d_0 + 0,190$	0,561	0,32	0,44		
11			26	-	-	-	новембар 1969.	$d'_0 = 0,323d_0 + 0,097$	0,311	0,22	0,38		
12	Пут 8—1		27	март 1967	-	-	јун 1967.	$d'_0 = 0,396d_0 + 0,020$	0,935	0,31	0,72	③	5
13			-	-	март 1968	-	$d'_0 = 1,038d_0 + 0,102$	0,429	0,49	0,375			
14			28	јун 1967.	-	-	март 1969.	$d'_0 = 0,866d_0 - 0,015$	0,456	0,32	0,39		
15	Пут 17—2	А	новембар 1971.	-	-	март 1973.	-	$d'_0 = 0,703d_0 - 0,053$	0,761	0,34	0,56	③	5
16				-	-	-	фебруар 1974.	$d'_0 = 0,209d_0 + 0,063$	0,585	0,23	0,58		
х) 1 — битуменом обавијени шљунак преко постојећег коловоза 2 — битуменом обавијена камена ситнеж преко постојећег коловоза 3 — битуменом обавијени шљунак преко хемијске стабилизације 4 — асфалт-бетон преко битуменом обавијене камене ситнежи 5 — асфалт-бетон преко битуменом обавијеног шљунка													

Утицај периода у којем се обавља мерење носивости коловозне конструкције врло је значајан с обзиром на утврђене разлике у величинама измерених дефлексија у повољном и неповољном периоду на свим путевима. На то указују интервали величина измерених дефлексија и других карактеристика носивости, као и средње вредности дефлексија. Утврђено је да се ове дефлексије у повољном периоду, у односу на неповољан смањују за 41% до 52%, а ређе 27% до 32%.

Утврђене су значајне разлике у носивости коловозне конструкције зависно од положаја испитиваног места у односу на осу пута, врсте материјала у постелици, крутости коловозне конструкције, начина одводњавања и положаја пута у односу на околни терен.

Испитивања ефеката постигнутих појачањем коловозне конструкције израдом асфалтних слојева показују:

— Максимално смањење средњих вредности дефлексија (максимални ефекат појачања, зависно од испитаног пута и слоја којим је обављено појачање, износи 51% до 64% (одређено

из односа дефлексија измерених у повољном периоду после појачања и у неповољном периоду пре појачања).

— Минимално смањење средњих вредности дефлексија (одређено из односа дефлексија измерених у неповољном периоду после појачања и у повољном периоду пре појачања) износи 23% до 27%.

— Нормално смањење средњих вредности дефлексија, реалан ефекат појачања (одређен из односа дефлексија измерених у повољном периоду пре и после појачања) износи 17% до 48%, зависно од испитиваног пута и слоја којим је обављено појачање.

За прецизније закључке о ефекту појачања потребна су специјална испитивања на опитним деоницама, којима би се, поред мерења дефлексија у одабраним периодима при одређеним температурама, обухватило и мерење карактеристика асфалтних мешавина зависно од врсте агрегата, битумена и њиховог међусобног односа.

Започета испитивања на систематском праћењу понашања коловозних конструкција у експлоатацији, уз мерење дефлексија, снимање

стања коловозног застора и нивелманско праћење промена у попречном профилу на одабраним местима са уграђеним реперима, мерења температурних промена на површини коловоза и на различитим дубинама, као и њиховог утицаја на понашање и трајност коловозних конструкција, наставиће се уз проширење на већи број путева ради извођења одговарајућих закључака и обезбеђења елемената неопходних за сигурније пројектовање и изградњу путева намењених саобраћају тешких возила. У ту сврху су набављена у Швајцарској 3 дефлектографа Лакроа, (Deflectographe Lacroix).

Б. ФЛЕКСИБИЛНЕ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

1.2 Фине фракције—филер—новине у примени и тенденције примене азбестног филера у асфалтним мешавинама

Побољшање особина асфалтних мешавина постиже се на више начина. Један од њих је замена кречњачког филера специјалним филерима на бази азбестних отпадака.

Утицај филера на промену вискозитета битумена врсте ВТ 130, као и на промену стандардних карактеристика, и то азбестног филера I, азбестног филера II, микроазбеста и кречњачког филера приказан је у таблицама 6 и 7.

Кречњачки филер у знатно мањој мери утиче на промену вискозитета и тачке размекшава-

ња употребљеног битумена него азбестни филери.

Високо стабилизирајуће дејство азбестних филера треба користити за специјалне мешавине код којих се та особина тражи, а код стандардних мешавина (типа асфалтног бетона) треба користити или филере који немају високо стабилизирајуће (дејство, или у мешавини треба извршити потребне корекције у саставу.

В2. КВАЛИТЕТ МАТЕРИЈАЛА ЗА КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

АСФАЛТНИ ЗАСТОРИ СПЕЦИЈАЛНОГ СИСТЕМА АСФАЛТ—БЕТОНА

Особине и реолошке карактеристике асфалтне мешавине у највећој мери зависе од реолошких карактеристика асфалтног мастика и битуменског малтера. Најважније карактеристике су модул крутости и вискозитет. На основу теоријских разматрања утицаја количине и врсте каменог брашна на модул крутости и вискозитет битуменског малтера развиле су се и практичне методе за одређивање међусобног односа каменог брашна и битумена у асфалтним мешавинама скелетног асфалта је један од битних фактора при пројектовању асфалтних мешавина овог система.

Специјалне асфалтне мешавине дисконтинуалног гранулометријског састава садрже већу количину битумена од стандардних мешавина,

Табела 6: Промена вискозитета битумена у зависности од процентуалног додатка филера

УЗОРАК	Вискозитет у Ра. с. на 25°C				
	проценат филера у испитиваној мешавини				
	0%	20%	40%	50%	60%
БИТ 130 + азбестни филер I	3,15.10 ³	7,65.10 ³	1,30.10 ⁴	1,88.10 ⁴	5,35.10 ⁴
БИТ 130 + азбестни филер II	3,15.10 ³	9,12.10 ³	1,38.10 ⁴	2,60.10 ⁴	1,56.10 ⁵
БИТ 130 + микроазбест	3,15.10 ³	1,13.10 ⁴	1,88.10 ⁴	3,44.10 ⁴	5,15.10 ⁵
БИТ 130 + кречњачки филер	3,15.10 ³	4,08.10 ³	1,01.10 ⁴	—	2,09.10 ⁴

Табела 7: Промена тачке размекшавања битумена у зависности од процентуалног додатка филера

УЗОРАК	Тачка размекшавања по Пк				
	0%	20%	40%	50%	60%
	проценат филера у испитиваној мешавини				
БИТ 130 + азбестни филер I	45°C	49°C	51,5°C	56°C	67,5°C
БИТ 130 + азбестни филер II	45°C	49,5°C	59,5°C	92°C	преко 160°C
БИТ 130 + микроазбест	45°C	49,5°C	63,5°C	103°C	преко 160°C
БИТ 130 + кречњачки филер	45°C	46°C	48°C		53°C

а асфалтни мастикс треба да има одређене реолошке карактеристике.

Да би се испитао утицај филера на особине оваквих мешавина примењени су кречњачки и азбестни филери у минералним мешавинама код којих су фракције изнад 0,90 мм еруптивног порекла. Као везиво примењен је битумен BIT 60.

Резултати испитивања по методи Marshall дати су у табели 8.

Табела 8 — Особине асфалтних мешавина по Marsallu

	Врста Филера		
	азбест-ни филер I	азбест-ни филер II	кречњачки филер
Стабилност на 60°C (КН)	9,63	7,13	10,92
Течење на 60°C (мм)	4,13	3,92	3,00
Модул укочености (МПа)	37,3	29,1	58,2
Проценат шупљина (%)	2,52	2,97	2,75
Проценат битумена (%)	6,5	8,0	5,00

о Асфалтне мешавине са кречњачким филером показују највеће стабилности, мешавине са азбестним филером I нешто ниже, а мешавине са азбестним филером II најниже. Исто важи и за вредности модула укочености. Мешавине дисконтинуалног типа треба, међутим, да имају већу количину битумена у свом саставу како би могле да одговоре намени.

Ако оптимални проценат шупљина дефинишемо око 2,5% до 3%, тада оптимална мешавина са кречњачким филером садржи 5,0% битумена, са азбестним филером I око 6,5% а са азбестним филером II око 8,0% битумена.

Из ових испитивања могло би се закључити да кречњачки филери везују сувише малу количину битумена.

Азбестни филер I даје најповољније резултате, док азбестни филер II захтева сувише велику количину битумена што има за последицу да је модул укочености сувише низак. Приликом примене азбестног филера II требало би смањити количину филера у мешавини или га мешати са кречњачким филером, што би могло да представља врло економично решење.

ЗАКЉУЧАК

На основу приказаних резултата испитивања може се закључити да се код специјалних асфалтних мешавина дисконтинуалног гранулометријског састава минералне мешавине побољшање ре-

олошких и других особина постиже применом азбестних филера.

У асфалтној мешавини скелетног асфалта асфалтни мастикс мора да има одређене реолошке карактеристике, а количина битумена у асфалтном мастиксу треба да је нешто већа него код других типова асфалтних мешавина. Проценат шупљина је прилично низак, а унутрашње трење врло високо. Значи, асфалтни мастикс мора да има висок вискозитет и низак коефицијент температурне осетљивости и да поседује одређене еластовискозне и вискоеластичне карактеристике. Да би се добио асфалтни мастикс ових карактеристика асфалтној мешавини се додају одређене компоненте и додаци.

Филеру се додаје азбест у облику азбестног брашна. Филерска компонента се састоји делимично од кречњачког филера, делимично од азбестних влакана и филера који има велику апсорпциону моћ. Азбестна влакна побољшавају реолошке особине битумена и повећавају вискозитет асфалтног мастикса, а компонента филера, која има велику апсорпциону моћ, омогућава да се већа количина битумена веже у асфалтном мастиксу. Поред тога, додају се и други додаци да би се повећала прионљивост асфалтног мастикса за зрна камене ситнежи и побољшале реолошке особине битумена асфалтног мастикса и асфалтне мешавине.

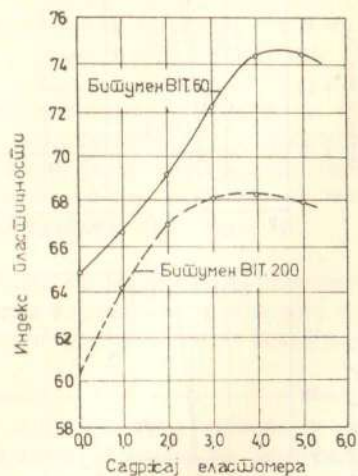
Поред асфалтних мешавина система скелетног асфалта могу се остварити и асфалтне мешавине, такође високих перформанси, одговарајућим избором гранулометријског састава, употребом знатно мање количине битумена и тврђег типа битумена али уз обавезни додатак еластомера. Овакав систем асфалтног бетона коришћен је при изградњи хабајућег слоја **коловозног** застора на многим рампама петљи на ауто-путу кроз Београд.

Код асфалтних мешавина система скелетног асфалта уз додатак еластомера, асфалтни мастикс и битуменски малтер имају повољне реолошке карактеристике, како у подручју у коме модул крутости долази до изражаја (ниске температуре и краткотрајна оптерећења) тако и у подручју у коме је вискозитет од одлучујуће важности (високе температуре и дуготрајна оптерећења).

И код других система асфалтних мешавина додатак еластомера има пресудну улогу у побољшању квалитета асфалтног застора, и то у погледу повећања еластичности, жилавости и трајности асфалтног коловоза.

Тачка размекшавања по РК повећава се додатком еластомера, а дубина продирања опада. Ово указује да се и вредност индекса пенетрације IP такође повећава са додатком еластомера, па се може закључити да се и квалитет битумена знатно побољшава. Додатком еластомера повећава се и вредност индекса пластичности битумена, тј. распон између тачке размекшавања по РК и тачке лома по Frass-u. На дијаграму (слика 18), приказана је промена индекса пластичности битумена у зависности од са-

држаја еластомера за битумене BIT 200 и BIT 60. Овај дијаграм указује назнатно повећање индекса пластичности приликом употребе тврђих типова битумена за приближно исти додатак еластомера.



Сл. 18 — Дијаграм индекса пластичности у зависности од садржаја еластомера

Додатком еластомера битумену знатно се побољшавају реолошке карактеристике. Побољшање се може посебно уочити код модула крутости и зависности вискозитета од температуре.

Досадашња истраживања утицаја еластомера на промену реолошких особина битумена указују да оптимална количина еластомера изазива значајне промене у структури, вискозитету и еластичним карактеристикама битумена.

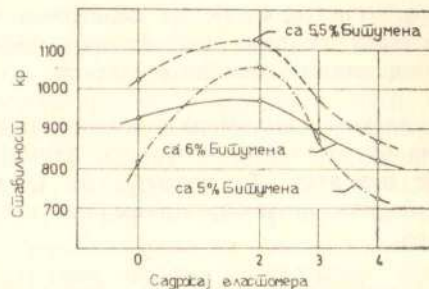
Основна реолошка особина асфалтних мешавина је стабилност која се одређује статичком методом „Marshall“. Испитивањем стабилности асфалтних мешавина са и без додатка еластомера може се одредити утицај еластомера на побољшање реолошких особина асфалта, а исто тако доћи и до закључка о потребној оптималној количини еластомера.

Из дијаграма (слика 19) на коме је приказана промена стабилности у функцији додатка еластомера за различит садржај битумена, може се видети да се вредност стабилности, без обзира на учешће битумена у мешавини, повећава додатком еластомера до одређене границе, а затим опада. Ово указује да постоји једна оптимална количина еластомера при којој се постиже највећа отпорност асфалта на пластичне деформације, односно да се само са одређеном количином еластомера знатно побољшава ова реолошка карактеристика асфалтних мешавина.

Досадашњи резултати испитивања жилавости асфалта са додатком еластомера показују да се највећа жилавост добија при оптималном додатку еластомера.

Међутим, много је значајније што се приликом употребе мање количине битумена, уз додатак еластомера, добијају много жилавије асфалтне мешавине него при употреби веће ко-

личине битумена али без додатака еластомера. Из ове анализе произилази да се могу пројектовати асфалтне мешавине са мањим учешћем битумена, а да се при томе не пређу дозвољене границе модула крутости, односно да ће асфалтни застор, уз додатак еластомера, поседовати потребну жилавост.



Сл. 19. — Промена стабилности у функцији количине еластомера

Досадашња истраживања на проблему побољшања реолошких особина асфалтних мешавина са додатком еластомера нису дала коначне резултате. Испитивања која су и коришћена да се покаже побољшање реолошких особина асфалтних мешавина са додатком еластомера, базирана су на методама статичког испитивања.

Међутим, понашање асфалта под поновљеним оптерећењем указује на неопходност динамичког испитивања и одређивања утицаја еластомера на побољшање реолошких особина асфалтних мешавина под оваквим утицајима, а нарочито замора.

У оквиру динамичких испитивања може се одредити више реолошких карактеристика међу којима је, са гледишта утицаја еластомера, свакако најбитнији замор асфалта.

Испитивање утицаја додатка еластомера на понашање асфалтног коловоза под поновљеним оптерећењем, извршена на асфалтној мешавини система скелетног асфалта при различитим температурама а за усвојену фреквенцију од 60 HZ при константном напону од 5,6 kP/cm² указују да се додатком еластомера век трајања асфалтног застора знатно продужава, посебно код коловозних застора који су изложени повећаним напрезањима услед саобраћаја.

Анализом резултата утицаја количине еластомера при оптималној и повећаној количини битумена за асфалтну мешавину (Dm) скелетног система асфалтног бетона у функцији температуре и броја поновљених оптерећења приказаних на дијаграму (слика 20), може се констатovati:

— При оптималној количини битумена у мешавини без додатка еластомера, а при повећаној температури, долази до појаве бржег замора (при мањем броју циклуса оптерећења) и раније појаве пукотина у асфалтном застору.

— Додатком еластомера у количини од 2%, за оптималну количину битумена, при порасту температуре долази до преоријентације линије замора, што указује да се код асфалтних меша-

вина система скелетног асфалта, при оптималној количини еластомера, нагло повећавају отпорности при поновљеним оптерећењима. Из дијаграма (слика 20) уочава се да на температури испитивања од $+40^{\circ}\text{C}$, отпорност на замор оваких асфалтних мешавина расте за око 17 пута у односу на асфалтне мешавине без додатака еластомера. Ово показује да еластомер знатно утиче на већу трајност асфалтних коловозних застора под динамичким оптерећењем.

— Додатком еластомера у количини од 4%, за оптималну количину битумена, утицај еластомера је незнатан. То показује да је за ову врсту мешавина потребна оптимална количина еластомера.

— Повећањем количине битумена изнад оптималне, без додатка еластомера, конструисани дијаграми показују да при повећаној температури долази до мање отпорности на замор. Међутим, може се уочити да повећана количина битумена и без додатка еластомера утиче донекле на повећану трајност асфалтног застора.

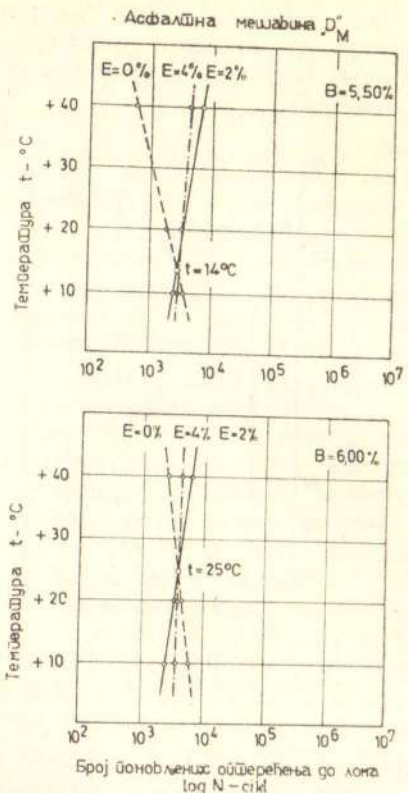
— Повећана количина битумена уз додатак еластомера од 2% и 4% такође указује на повећану отпорност на замор.

— При оптималној или повећаној количини битумена, без обзира на додатак еластомера, постоји гранична температура утицаја еластомера на замор асфалтних мешавина система скелетног асфалта. При оптималној количини битумена ова температура износи $+14^{\circ}\text{C}$, а код повећане количине битумена $+25^{\circ}\text{C}$. Ова констатација има посебан значај јер указује да еластомер посебно утиче код виших температура када и долази до повећаних пластичних деформација асфалтног коловозног застора.

Изложени коментар приказаних резултата испитивања указује на позитиван утицај додатка еластомера и при динамичким испитивањима, односно може се видети колико еластомер утиче на квалитет и трајност асфалтног коловозног застора.

ЗАКЉУЧАК

Досадашња истраживања и стечена практична искуства показују да се коловозни застори отпорни на утицај данашњег саобраћаја и температура, односно застори високог квалитета, могу остварити пројектовањем асфалтних мешавина система скелетног асфалта или других погодних типова уз обавезан додатак еластомера. Еластомер, као неопходна компонента у саставу асфалтних мешавина, знатно утиче на побољшање реолошких особина асфалтних мешавина и трајност асфалтног коловозног застора, што и указује да се на тај начин и могу остварити коловозни застори високих квалитета.



Сл. 20 — Утицај количине еластомера у асфалтној мешавини „Dm”

С. ЦЕМЕНТНОБЕТОНСКИ КОЛОВОЗИ

С.1. ТЕХНИКЕ КОРИШЋЕНЕ ЗА ИЗРАДУ ПУТЕВА И АЕРОДРОМСКИХ ПИСТА

1.1. Проблеми обнове и појачања коловозних конструкција на путевима и аеродромским пистама

Југославија располаже свим материјалима који су неопходни за израду цементнобетонских коловоза, укључујући врло квалитетан каменни агрегат и цемент, као и одговарајућим искуствима стеченим у земљи и иностранству (Африка и Блиски исток) на изради цементнобетонских коловоза за путеве и аеродромске писте, па се може очекивати примена бетонских коловоза при изградњи нових ауто-путева. Осим тога, цементнобетонски коловози су јефтинији од асфалтних коловоза еквивалентног квалитета.

Посебан проблем се данас појављује при изградњи ауто-пута „Братство-јединство” од Љубљане до Београда (међународни путеви Е-70 и Е-75) где је неопходно постојећи коловоз, израђен пре 18 до 25 година од цементног бетона, појачати и искористити као половину будућег аутопута уз проширење и израду траке за заустављање возила у случају нужде.

Примењују се два решења:

— Појачање постојећег бетонског коловоза израдом нових асфалтних слојева дебљине 20 до

30 см, уз претходну поправку оштећених плоча са инјектирањем или без њега;

— разбијање — дробљење бетонских плоча специјалним маљевима, тако да се добију комади величине 40 до 60 см, преко којих се, након претходног збијања ваљцима ради стабилизовања наносе асфалтни слојеви дебљине 25 до 30 см.

Постоје позитивна искуства са оба поступка, мада треба истаћи да су деонице појачане на овај начин релативно кратко време у експлоатацији па се ова искуства не могу сматрати довољно поузданим.

Располаже се одређеним (извесним) искуством у вези с појачањем и обновом коловоза на аеродромским пистама која ћемо приказати у наставку.

Услед више разлога, обнова и реконструкција дотрајалих коловоза на југословенским аеродромима вршена је до сада искључиво израдом нових слојева од асфалтних мешавина.

За димензионисање асфалтних слојева за појачање коришћено је више различитих метода. Посебно је место имала метода професора С. Е. Geracha и Н. Kohlera, по којој се дебљина одређује тако да се обезбеди да не дође до рефлектовања спојница и пукотина из бетона кроз асфалтни слој за појачање услед температурних напрезања. У југословенској пракси ниједна метода димензионисања није дала позитивне резултате и на великом броју реконструисаних аеродрома дошло је до појаве рефлектованих пукотина. Било је случајева да је цео асфалтни слој за појачање испуцао одмах после пуштања аеродромске писте у експлоатацију иако је његова дебљина задовољавала по свим методама димензионисања.

Пошто су рефлектоване пукотине биле доста честа појава, пошло се у тражењу решења у два правца: а) на повећање дебљине слоја за појачање до величине које омогућују појаву рефлектованих пукотина (30 см), б) на тражење асфалтних мешавина отпорних на затезање и појаву пукотина. По овом другом питању постигнута су значајна искуства која могу имати и шири значај. Практичним радом на више аеродрома усвојене су асфалтне мешавине са високом отпорношћу против прскања (појаве рефлектованих пукотина).

Као прво утврђено је да високу отпорност против прскања имају асфалтне мешавине справљене са агрегатом од кречњачке стене. Ово се заснива на неколико особина кречњака које су у југословенској пракси доста изучене. Зрна кречњачког агрегата у односу на еруптивне агрегате — имају мање температурно ширење и скупљање, а захваљујући обично светлој боји мање се загревају под утицајем сунчевих зрака.

Друга врло важна особина кречњака је добра прионљивост са битуменом. На контакту између битумена и површине кречњака одвијају се интензивни хемосорбциони процеси који су временом све јаче изражени. Код киселих еруптивних стена ових процеса нема. Услед хемосорбционих процеса на контакту кречњак — битумен долази до измене особина и природе опне битумена која обавија зрна кречњачког агрегата. Ове измене се обично обележавају термином „структурирање“. Асфалтна маса са везивом од структурираног битумена показује високу отпорност против прскања и, уопште, отпорност према атмосферичким и другим утицајима. Структурирани битумен у опни око зрна агрегата „ради“ заједно са зрном агрегата и при температурном ширењу и скупљању понаша се као део зрна. Код мешавина где не наступа структурирање опне битумена око зрна агрегата, битуменска опна ради одвојено од зрна (различно се скупљају и шире) услед чега долази до слабења веза и одвајања опне битумена од зрна агрегата па такве мешавине током времена постају све кртије и склоније прскању.

Даље је утврђено да скелетне асфалтне мешавине имају знатно већу отпорност против прскања него затворене мешавине са великим садржајем филера и битумена. Утврђено је да асфалтна мешавина прска по битумену и малтеру, па је према томе могућност прскања већа што је више битумена и малтера. Скелетност мешавине зависи и од крупноће максималног зрна. У том смислу дошло се до закључка да је најповољније максимално зрно за скелетне мешавине између 18 и 25 мм, тј. са овим максималним зрнима постиже се скелетност која даје високу отпорност против прскања.

ЗАКЉУЧАК

Важно је истаћи да се висока скелетност асфалтне мешавине може постићи само са агрегатима који поседују особине структурирања битуменског филма, што је случај са кречњачким агрегатима. У овом смислу може се ићи на мале процене битумена (за асфалтбетоне 4,5 до 5%) и примену мањих количина филера (исто тако око 4 до 5%). Овакве мешавине имају обично нешто мање стабилитете, међутим, ту се ради о стабилитету скелета који је трајан и бољег квалитета од стабилитета малтера. Исто тако и проценат заосталих шупљина је нешто већи, али и један и други недостатак потпуно надокнађује висока отпорност против прскања, која је, може се рећи, најважнија особина за асфалтне мешавине намењене појачању старих цементнобетонских коловоза.

ЛИТЕРАТУРА — ТЕМА II

- [1] — Истраживања дубине мржњења и дејства мраза у тлу и у коловозним конструкцијама путева и аеродромских писта. Истраживачки задатак обрађен у Институту за испитивање материјала СР Србије 1978. године.

- [2] Јоксић, З — Проучавање дејства мраза на коловозне конструкције—уређаји и методе мерења. „Пут и саобраћај“ бр. 1—2, 1974. Београд.
- [3] — Утицај мраза на трајност флексибилних коловозних конструкција. Истраживачки задатак обрађен у Институту за испитивање материјала СР Србије 1973. године.
- [4] — Швајцарске норме у вези с мерењем дубине мраза (методе мерења и услови): SNV 640316, SNV 670140, SNV 670148 и SNV 670350.
- [5] Папо, И; Ивановић, М — „Термичке карактеристике коловоза“, књига I, научно-истраживачки рад, у Заводу за саобраћај Грађевинског факултета у Сарајеву, 1977.
- [6] Папо И, „Прилог одређивању минималне дебљине флексибилне коловозне конструкције у зависности од дубине продирања мраза у тло“, „Пут и саобраћај“ бр. 5, Београд, 1966.
- [7] — Проучавање промена носивости флексибилних коловозних конструкција са носећим слојевима стабилизованим цементом и битуменом. Истраживачки задатак завршен 1975.
- Институт за испитивање материјала СР Србије, Београд.
- [8] — Одређивање носивости различитих врста коловозних конструкција мерењем дефлексија и модула стишљивости ради припреме критеријума за процену њиховог стања и способности за пријем одређених категорија саобраћајног оптерећења. Истраживачки задатак завршен 1972, Институт за испитивање материјала СР Србије, Београд.
- [9] — Проучавање промена носивости коловозне конструкције на деоници ауто-пута кроз Београд, у различитим условима експлоатације. Истраживачки задатак обрађен 1974. у Институту за испитивање материјала СРС, Београд.
- [10] Јоксић, З. — Носивост флексибилних коловозних конструкција. Институт за испитивање материјала СР Србије, Београд.
- [11] — Упутство за димензионирање флексибилних коловозних конструкција нових путева. ЈУС стандард.



**Предузеће
за путеве
»НИШ«
у Нишу**

Телефони:			
Директор	47-160	Централа	46-699
Техн. директор	44-245		47-286
Директор ПРС-а	47-091	Механизација	54-164
Дирек. општег сект.	46-685	Телекс:	16262 ПЗПНИНН

Врши радове:

Текућег и зимског одржавања, реконструкције и изградње магистралних и регионалних путева на свом пословном подручју, као и радове на путевима и објектима за потребе других.

У свом саставу има јединице у Нишу, Алексинцу, Сокобани, Прокупљу, Куршумлији, Белој Паланци, Пироту и Бабушвини и каменолом са асфалтном базом у Долину.

Тема III — Међуградски путеви и аутопутеви

Главни извештач

Проф. др инж. ЉУБИША КУЗОВИЋ,
Саобраћајни факултет, Београд

Извештачи

Проф. др инж. ЉУБИША КУЗОВИЋ,
Саобраћајни факултет, Београд

Проф. инж. ДРАГОЉУБ МАЦУРА,
Саобраћајни факултет, Београд

Дипл. инж. ВЛАДИСЛАВ САНДИЋ,
Институт за путеве, Београд

Дипл. инж. ВОЈО АНБУС, асистент,
Грађевински факултет, Београд

Дипл. инж. МИХАЈЛО МАЛЕТИН, асистент
Грађевински факултет, Београд

РЕЗИМЕ

У оквиру теме III обрађена су следећа питања.

1. ПЛАНИРАЊЕ ПУТНИХ МРЕЖА

По овом питању изложени су важнији погодни принципи који су присутни у филозофији планирања путне мреже у Југославији. Указано је на стални напредак поступака који се користе у планирању путне мреже, што је илустровано напорима за интегралним посматрањем укупног просторног система при планирању путева, као и тежњом за стварање информационог система — банке података о путевима — ради остварења идеје о перманентном планирању путне мреже.

— Такође је констатовано да подаци о саобраћајним токовима постају у све већој мери окосница на којој се заснивају поступци и критеријуми у планирању развоја путне мреже.

2. ИЗРАДА ПРОЈЕКТА

— Приказана је анализа пројектних поступака и алгоритама израде главног пројекта уз коришћење електронских рачунара. Са гледишта практичног коришћења електронских рачунара у пројектовању путева може се констатовати да се Југославија налази у почетној фази масовнијег овладавања овим поступцима.

3. ГЕОМЕТРИЈСКЕ НОРМЕ

Презентиране су нове поставке које се одnose на неке елементе пута које, с теоријског и практичног становишта представљају унапређење у односу на раније важеће.

— У оквиру ове теме изложен је један практичан пример пројекта ауто-пута од Београда до Ниша који је у изградњи од 1976. године.

4. НИВО УСЛУГА

— По овом питању изложен је начин избора нивоа услуге за путеве различитих категорија, како је предвиђено Правилником о пројектовању путева.

Доказано је да вредности параметра којим се дефинишу утицаји појединих фактора на капацитет путева и на ниво услуга, а који су изложени у њему од 1965. године, не пружају задовољавајуће резултате за југословенске услове саобраћаја и путеве.

У реферату је изложен целовит критички осврт на концепт анализе и прорачуна ванградских путева по ИЦМ-у. Осврт је заснован на искуственим опажањима и експерименталним мерењима добијеним на Југословенским путевима. Указано је на главне узрочнике неадекватности параметара из ИЦМ-а за југословенске услове, полазећи с теоријског аспекта, разлика у перформансама моторних возила и разлика у циљевима вођења техничке политике. Изложени су и резултати првих уопштавања параметара утицаја појединих фактора на капацитет путева за југословенске услове.

— Најзад, изложени су квантитативни резултати односа између нивоа услуга и одговарајућег коштања инфраструктуре. Ти односи су илустровани на конкретном примеру пројекта аутопута од Београда до Загреба. Показано је да обезбеђење нивоа услуга „Д“ у двадесетој години експлоатације ауто-пута, како је то предвиђено правилником о пројектовању, пружа и пуну економску оправданост улагања инвестиција у изградњу ауто-пута.

ЗАКЉУЧЦИ

1. У поступцима планирања развоја путне мреже у Југославији остварен је уочљив напредак, посебно у току неколико последњих година. Остварено и очекивано унапређење поступака у планирању развоја путне мреже заснива се на концепту интегралног третирања укупних транспортних потреба људи и добара у склопу јединственог транспортног система, као и на концепту стварања одговарајућег информационог система — банке података о путевима — ради остварења идеје о перманентном планирању развоја путне мреже.

2. Унапређење поступака о пројектовању применом електронских рачунара у пројектова-

њу путева значи нужан корак у праћењу свеопштег развоја друштва.

Досадашња искуства на примени рачунара при пројектовању путева у Југославији, иако не обимна, могу се оценити задовољавајућим.

3. Новим техничким прописима о елементима за пројектовање вангардских путева у Југославији унапређена су гледања на неке елементе пута у односу на до сада важеће прописе. Ово се пре свега односи на величину коефицијената радијалног отпора клизања, дужине прегледности у хоризонталним кривинама и дужине пролазних кривина.

4. Сазнања стечена опажањима у пракси и експериментима на путевима у експлоатацији о показатељима значајним за планирање путева као што су ниво услуге и капацитет путева, указују на знатне неадекватности неких показатеља за Југославију — датих у МЦМ-у од 1965. године. За унапређење поступка планирања развоја путне мреже нужно је створити параметре који боље репрезентују конкретне услове саобраћаја и путева. Почетни резултати уопштавања ових параметара који боље репрезентују југословенске услове могу се сматрати задовољавајућим.

ТЕМА III — ПУТЕВИ И АУТО-ПУТЕВИ ИЗВАН НАСЕЉА

1. ПЛАНИРАЊЕ ПУТНИХ МРЕЖА

1.1 Филозофија планирања

Теоретски ставови који су присутни када је реч о планирању развоја путне мреже у Југославији заснивају се на тези да путна мрежа треба да чини функционални елемент у склопу јединственог транспортног система земље. Строго тумачење ове тезе значи да је неприхватљиво свако планирање развоја путне мреже које није засновано на планирању у склопу развоја укупног транспортног система.

У аргументовању идеје о неопходности интегралног приступа у планирању развоја путне мреже пред јединствени транспортни систем, а тиме и пред развој путне мреже, постављају се генерални захтеви да систем буде поуздан и ефикасан у свим приликама, сврсисходан и рационалан са аспекта укупног процеса репродукције на посматраном простору и у посматраном времену. Овако исказани глобални циљеви најчешће се дефинишу следећим тежњама:

- А) да се побољшањем ефикасности укупног транспортног система релативно смање укупни трошкови производа,
- Б) да се рационализацијом транспортног система смањи учешће трошкова транспорта у цени производа,
- Ц) да се адекватним саобраћајним повезивањем свих подручја допринесе што равноправнијем економском и социјал-

ном развоју целе друштвене заједнице и да се омогући што боље повезивање и зближавање народа целе земље,

- Д) да развој транспортног система, а тиме и путна мрежа прати општи темпо развоја технике и технологије саобраћаја у свету како би се Југославија адекватно уклапала у међународни транспортни систем,
- Е) да се створи флексибилан транспортни систем чија основна функција повезивања неће бити угрожена при било каквим ванредним условима.

Практична реализација, тј. планирање развоја путне мреже у Југославији одвија се путем:

- 1) дефинисања основних смерница развоја транспортног система на нивоу целе земље договорно између свих република и покрајина,
- 2) израде секторских планова развоја путне мреже по републикама и покрајинама,
- 3) израде планова развоја путне мреже магистралних путева и мреже ауто-пута на нивоу Југославије, где су укључени и међународни путеви,
- 4) израде планова изградње најзначајнијих путних праваца од интереса За Југославију, уз заједничке напоре и споразумевање република и покрајина.

Стварањем основних смерница и за развој транспортног система на нивоу Југославије обезбеђује се извесна доза интегралног приступа у планирању развоја путне мреже.

Најзад, значајно је нагласити и чињеницу да је све чешће присутна практична теза да планирање развоја путне мреже треба да буде континуални процес. У том смислу се чине почетни напори у формирању информационих система, тј. банке података о путевима (пре свега инвентар мреже и подаци о саобраћају) како би се могле реализовати идеје о перманентном планирању развоја путне мреже.

1.2 Подаци

У планирању развоја путне мреже основни показатељи на основу којих се одмеравају потребе развоја су:

- А) потреба за транспортом путника и робе унутар и између одређених просторних јединица (саобраћајних зона) у одређеном времену посматрања (садашњем и будућем),
- Б) последице превоза путника и робе друмским моторним возилима, тј. саобраћајни токови са свим својим карактеристикама у постојећем стању и процене за будући период у наредних 10 до 20 година,
- Ц) напори да се обезбеди адекватан, или што равномернији економски и социјал-

ни развој свих подручја у оквиру република и покрајина, односно у оквиру Југославије у целини.

С обзиром на достигнути ниво развијености путне мреже у Југославији може се констатovati да су захтеви који произлазе из достигнутих и очекиваних саобраћајних токова постали преовлађујући чинилац при планирању развоја путне мреже. Ово је последица чињенице да је већ углавном остварено тзв. саобраћајно отварање и саобраћајно повезивање подручја путевима са савременим коловозом.

Значи, при планирању развоја путне мреже у Југославији међу најзначајнијим параметрима све су више присутни захтеви за додатним пропусним капацитетом и захтеви за подизањем нивоа услуге. Ове захтеве диктирају достигнути и очекивани саобраћајни токови. То значи да су све израженији и захтеви чије се задовољење може обезбедити изградњом модерних путева и ауто-путева на одређеним правцима — коридорима, као и савременим одржавањем и опремањем постојећих и будућих путева.

Разуме се да су још присутне и потребе за грабењем путева чији је првенствени циљ да убрзају економски и социјални развој недовољно развијених подручја.

При одлучивању о приоритету улагања у путне правце чију градњу условљавају захтеви саобраћаја, користе се резултати економског вредновања. Економско вредновање се базира на анализи економских користи које треба да донесе експлоатација нове (побољшане) путне мреже и економских трошкова који су потребни за реализацију побољшања нове мреже.

У анализи економске оправданости укључује се само тзв. директна економска корист, која се устварује у експлоатацији моторних возила, у смањењу трошкова саобраћајних удеса, у смањењу времена путовања путника (требало би укључити и смањење времена путовања робе—примедба аутора) и у смањењу (или повећању) трошкова одржавања путне мреже.

Анализа економске користи базира се на анализи услова одвијања саобраћаја, где су величина саобраћајног тока кроз капацитет и експлоатациона брзина возила по саобраћајним деоницама најбитнији показатељи. Ови показатељи базирају се на анализи података и инвентару путне мреже (постојеће и нове) и података о саобраћајним токовима (постојеће стање и прогноза).

Величина економских трошкова за нову (побољшану) мрежу зависи од степена побољшања путне мреже. Степен побољшања путне мреже зависи од стања постојеће мреже, од постојећег и прогнозираног саобраћајног оптерећења по деоницама и жељеног нивоа услуге. Изложени основни ставови о филозофији планирања, и подацима на којима се базирају поступци планирања, као и поступци и критеријуми који се користе у процесу планирања разво-

ја путне мреже, као што је раније већ истакнуто, у знатној мери су условљени и достигнутим нивоом развијености путне мреже у Југославији.

Због тога су у наредном табеларном и шематском прегледу изложени основни показатељи о структури постојеће путне мреже у Југославији.

Основни показатељи о путној мрежи Југославије у 1976. години 1

Категорије пута	Укупна дужина	Од укупне дужине савременим коловозом	
	(км)	(км)	(%)
Магистрални путеви	13 678	12 544	91,7
Регионални путеви	32 440	17 338	53,3
Свега	46 168	29 780	64,5

1.3. Методологија коришћења података при планирању путне мреже

С обзиром да подаци о достигнутом и очекиваном саобраћају на путној мрежи представљају најзначајније чиниоце на којима се темеље одлуке при планирању развоја путне мреже, то ће се у кратким цртама изложити методологија прикупљања, обраде, прогнозе и коришћења података о саобраћају при планирању развоја путне мреже.

1.3.1 Прикупљање података о саобраћају у постојећем стању

Подаци о саобраћајним токовима на путној мрежи у Југославији прикупљају се путем:

а) Сталне акције:

— у оквиру утврђених акција бројања саобраћаја на свим магистралним и регионалним путевима мануелном методом (узимање репрезентативних узорака);

— перманентно у периоду свих 8760 часова годишње помоћу стабилних (уграбених) аутоматских бројача на најоптерећенијим деоницама пре свега магистралних путева,

— повремено помоћу покретних механичких бројача.

б) Наменске акције:

— за посебне сврхе акцијама бројања и анкетања возача и путника на путевима о: избору и циљу; попуњености возила; о сврси путовања и врсти терета. Ове акције се спроводе по посебној методологији, посебној организацији и посебном терминском плану, што је условљено циљевима којима су намењени подаци;

— за посебне сврхе анкетањем путника на терминалима (аутобуске станице, железничке станице, аеродром и пристаништа);

1 Проф. Стјепан Ламер, дипл. инж.: Реферат поднет на X-ом конгресу СДРЈ у Аранђеловцу 1978. године под насловом: „Струје и изградња великих југословенских међународних прометних корада“.

— за посебне сврхе анкетирањем власника путничких моторних возила;

— за посебне сврхе анкетирањем о начину транспорта својих производа у великим привредним организацијама.

Циљ свих побројаних акција је да се дође до слике укупних међузонских токова путника и робе, односно до међузонских токова путника и робе који се обављају друмским моторним возилима, тј. до слике саобраћајних токова на путној мрежи по деоницама.

1.3.2 Обрада података о саобраћају у постојећем стању

За обраду података о саобраћајним токовима путника и робе, односно података о токовима моторних возила на путевима између саобраћајних зона посматраног подручја у данашњем тренутку се у значајној мери користе електронски рачунари.

Базна слика о саобраћајним токовима на путној мрежи за потребе планирања развоја путне мреже, у принципу садржи следеће основне показатеље:

а) величину просечног годишњег дневног саобраћаја по деоницама,

б) временску неравномерност саобраћајних токова по сатима у периоду 8760 часова,

ц) табеле међузонских путовања по основним врстама моторних возила, тј. матрице I-II кретања за просечни годишњи дневни саобраћај,

д) сврхе путовања и просечни број путника у путничким аутомобилима и аутобусима,

е) основне врсте робе у теретним возилима и просечне количине терета.

1.3.3 Прогноза будућег саобраћаја на путној мрежи

Предвиђање будућих саобраћајних токова на путној мрежи спроводи се:

а) поступком прогнозе захтева за транспортом по зонама,

б) поступком прогнозе укупних кретања основних врста возила између зона,

ц) поступком расподеле међузонских кретања на путну мрежу (постојећу и будућу).

Питања расподеле између видова саобраћаја практично се решавају глобалним анализама у којима се анализирају постојећи и будући транспортни систем и учешће појединих видова саобраћаја у укупном транспортном раду на посматраном подручју.

1.3.4 Коришћење података о садржајним токовима при планирању развоја путне мреже

При планирању развоја путне мреже подаци о саобраћајним токовима представљају основу на коју се ослањају готово све важније одлуке.

При планирању новоградњи за димензионисање елемената путних праваца употребљава се меродавни часовни саобраћај који се очекује у 20-тој години замишљене експлоатације пута. Димензионисање се врши:

— код путева за двосмерни саобраћај за ниво услуге „Е“ у 20-тој години експлоатације,

— код ауто-путева за ниво услуге „Д“ у 20-тој години експлоатације. Где је функционално и економски оправдано у реализацији се примењују етапни и фазни принципи, али водени рачуна о томе да је планерско, коначно решење оно које захтева меродавни саобраћај у 20-тој години експлоатације.

При планирању реконструкције постојећих путева, за димензионисање елемената путних праваца употребљава се меродавни часовни саобраћај који се очекује у 10-тој години експлоатације пута. И при планирању реконструкције такође се респектују принципи етапне и фазне реализације.

Истраживања која су вршена у Југославији о меродавној величини часовног саобраћаја који је одлучујући за димензионисање потребног капацитета пута показује да је, с обзиром на постављене циљеве, могуће аналитички дефинисати меродаван часовни саобраћај за сваки конкретни случај. Конкретни резултати истраживања показују, ако се од уложених инвестиција у путу захтева да оне буду економски оправдане само по основу директних економских користи, које нови пут доноси у периоду 20-то годишњице експлоатације, да у том случају меродавни часовни проток није драстично већи од средњег часовног протока. 2. Ово је супротно са познатим тумачењима из стручне литературе о меродавном саобраћају заснованом на тзв. протоку 30-ог часа, 50-ог часа, 80-ог часа и др. Полазећи од захтева да пут по капацитету у 20-тој години експлоатације треба да удовољи нивоу услуге „Е“ (за двоколовозне путеве), најчешће произилази да је тада меродавни проток једнак приближно 8% од просечног годишњег дневног саобраћаја.

За анализу капацитета и нивоа услуге користи се концепт који је препоручен у америчком приручнику HIGHWAY CAPACITY MANUAL од 1965 .године.

2. ИЗРАДА ПРОЈЕКТА

2.2. Анализа пројектних поступака и алгоритама израде идејног пројекта пута

Пројектовање путева је континуални процес који се састоји из низа креативних и аналитичких поступака са веома израженим међуутицајима појединих корака и итеративним истраживањем најповољнијег решења. У овом

² Др Љубиша Кузовић, дипл. инж.: „Прилог утврђивању меродавних протока возила за вредновање техничких решења путева“, Пут и саобраћај бр. 3—4, 1977. године.

процесу јасно се издвајају четири фазе: генерални пројект, идејни пројект, извођачки пројект и архивски пројект.

Идејни пројекат је основни креативни процес у трасирању и обликовању пута. У овој фази се, на основу програмских поставки генералног пројекта, истражује најповољнија траса унутар усвојеног коридора у складу са просторним, економским, еколошким, естетским и осталим захтевима, односно практично се решавају и позитивни и негативни ефекти пута. Паралелно са истраживањем оптималне варијанте трасе врши се усклађење елемената пута у све пројекције, дефинишу саобраћајни чворови и објекти, оптимизира обим грађевинских радова и сл.

Општи и брзи развој електронских рачунара условио је њихову примену и у овом домени инжењерске активности, доносећи низ новина како у методолошком приступу тако и у технологији израде пројекта.

Примена електронских рачунара у свим фазама пројектовања је могућа и пожељна. Обим примене је у директној вези са односом основних тема у појединим фазама пројектовања путева. За идејни пројект, уз помоћ рачунара првенствено треба дефинисати трасу, чворове и путне објекте. Потребан обим коришћења електронских рачунара у фази идејног пројекта шематски је приказан на сл. 1.

2.2.1 Анализа пројектних поступака

Основни поступак је итеративне природе. Наиме, увек се ради о креативном усвајању претпоставки и полазних решења, процени (анализи) последица и повратном ревидовању полазних поставки.

Припрема основних подлога и израда синтезне карте ограничава подручје истраживања и представља полазни корак за даље анализе. Креативним радом пројектанта формирају се могућа решења и одређују њихове основне карактеристике. Примена рачунара у испитивању нуди егзактније показатеље за процену последица полазних поставки и упоређење варијаната, а такође омогућава формулисање повратног утицаја на полазне поставке и примене следеће итерације. У самом полазу, неопходно је прикупити архивске податке везане за дати коридор у чему основну улогу има банка података о путевима. Ови подаци могу бити двојаки: графички (карте, планови, фотопланови и сл.) и нумерички (подаци аерофото снимања, дигитални модел терена, као и други подаци дати на нивоу основне јединице информационог система).

Рационалност и ефикасност примене рачунара при пројектовању путева умногоме зависи од коришћења аерофотограметријске методе, што значи да се оптимум у пројектовању путева постиже спрегом АФ-методе и примене електронске обраде података.

У процесу израде идејног пројекта постоје две фазе:

У првој фази рада разматрају се могуће варијанте у оквирима датог коридора, као и могуће подваријанте основних варијанти. Циљ прве фазе је да се путем прелиминарне оптимизације (провера са становишта пројектне геометрије и анализа возно-динамичких карактеристика) дође до реалних варијанти које би се даље разрађивале у другој фази рада.

Друга фаза израде идејног пројекта обухвата вредновање различитих варијанти које су проистекле из нивоа прелиминарне оптимизације. Она обухвата анализу саобраћајно-експлоатационих и грађевинско-техничких показатеља (капацитет, чворови и објекти, обим и распоред земљаних маса и сл.). Оптимална варијанта из друге фазе представља круну креативних напора пројектаната и улазни податак за израду извођачког пројекта.

Ефикасност израде идејног пројекта пута зависна је умногоме од степена коришћења електронске обраде података. Стварањем посебних програмских система* за примену при пројектовању путева могуће је једноставно и брзо разрешити све нумеричке проблеме који су везани за овај процес.

Систем програма за пројектовање путева развијен је као засебна целина више појединачних програма којим се решавају нумерички проблеми основних корака при пројектовању. Систем програма за решавање проблема везаних за пројектну геометрију обухвата четири подгрупе програма: програми за дефинисање карактеристика терена, прорачун елемената ситуационог плана, елемената нивелационог плана и карактеристика попречних профила (обим и распоред земљаних маса).

Флексибилност система омогућава да се користе поједине подгрупе или групе програма као самостални системи.

Просторно дефинисање трасе пута система (x, y, z), што одговара првој фази израде идејног пројекта, врши се помоћу две групе програма: група за дефинисање елемената хоризонталне пројекције и група за дефинисање елемената вертикалне пројекције. Важно је истаћи да је квалитетна графичка предност трасе пута у плану и профилу предуслов за ефикасну примену рачунара и да се ова фаза не може избећи нити умањити на рачун примене аутоматизације, наравно у почетку креативним корацима. У овој фази рада пројектанту су од велике користи помоћна средства као: номограми за избор параметара клотоиде, клотоидни и кружни лењери, моделске представе помоћу савитљиве шипке (spline line) и др.

Провера усклађености елемената плана и профила од изузетне је важности за будући пут и може се спровести применом посебне групе програма којом се одређују продори визуре прегледности зависно од почетних услова (зауштерна, претицајна или схватљива дужина) и

* Програми: HIDES, BIPS-3, ROADS и др. везани за проблеме геометрије и програми, EPOS, HOPS и др. везани за проблеме оптимизације трасе пута.

стицањем општег утиска о траси у простору преко перспективних слика са положаја око возача.

Конструкцијом профила брзина за разматрање подваријанте и избором оптималних варијаната за сваку породицу варијаната и то са становишта путне геометрије и возне динамике, завршен је рад на првој фази идејног пројекта.

Друга фаза рада подразумева припрему података за коначну оптимизацију по грађевинско-техничким и саобраћајно-експлоатационим параметрима. Скоро целу ову фазу могуће је обрадити помоћу рачунара односно применом група програма као што су: програми за дефинисање попречних профила терена (на основу дефинисане трасе у плану и профилу и дигиталног модела терена), групе програма за дефинисање планума пута и попречних профила на датим стационажама и, коначно, групе или система програма за обим и распоред земљаних радова и финалну оптимизацију варијанти разматраних у идејном пројекту.

За оптималну варијанту из идејног пројекта потребно је одредити елементе за истицање оперативног полигона који ће послужити за АФ-снимање за потребе извођачког пројекта ($R=1:1000, 500, 250$) и за преношење и обнављање трасе на терену у свим фазама изградње пута до коначног завршетка.

2.2.2. Алгоритам израде идејног пројекта пута

Истраживање најповољнијег решења у оквиру дефинисаног коридора је најбитнија пројектантска фаза. У принципу, ова фаза подразумева израду идејних пројеката могућих варијаната и свеобухватно упоређење испитиваних варијанти. Приложени алгоритам израде идејног пројекта одржава концепцију о двостепеној оптимизацији уз коришћење електронске обраде података и савремених метода израде топографских подлога.

Битне карактеристике алгоритма су:

За израду идејног пројекта аерофотограметријско снимање и/или израда нумеричког модела терена су припремне активности од пресудног значаја. Велике предности ових метода, у односу на класично снимање терена, су најочигледније баш приликом пројектовања путева па да се сматра да овакав приступ припреми основних подлога представља најповољније и економски оправдано решење.

● Израда синтезне карте захтева тимски рад и синтезу података из различитих планских и инжењерских докумената. Многи неспоразуми јављају се првенствено као последица негативне логичног приступа пројектовању путева — од ширег ка ужем. Израдом синтезне карте јасно се сагледавају ограничења и сужава простор за формулисање варијаната.

● Прелиминарна оптимизација се обавља на минималном нивоу примене рачунара и вр-

ше се две основне контроле (просторно вођење трасе и возно-динамичка анализа). На тај начин одабране подваријанте се даље разрађују у другој фази.

● У даљем току рада кључни елементи су пре свега оријентисани на дефинисање егзактних показатеља трошкова изградње и експлоатације (провера капацитета, идејни пројекти чворова и објеката, прорачуна земљаних радова и сл.).

● Примена рачунара је пресудни елемент јер се на тај начин пројектант ослобађа нумеричких задатака и у потпуности концентрише на креативни истраживачки рад. Без примене рачунара тешко је очекивати да се изврше све предвиђене активности а скоро да је немогуће инсистирати на обради више од две варијанте. Другим речима, примена рачунара нуди квантитативна (обим података, број варијаната) и квалитативна (на пример испитивање поља прегледности, егзактнији подаци за упоређење варијаната, испитивање естетских квалитета трасе и сл.) побољшања процеса израде идејног пројекта пута.

Доследном применом приказаног алгоритма израде идејног пројекта пута обезбеђују се документоване основе и битно сужава простор за интуитивно одлучивање. На тај начин стварају се предуслови за изградњу путних праваца са пројектним карактеристикама блиским оптималном решењу.

3. ГЕОМЕТРИЈСКЕ НОРМЕ

3.1 Неке нове концепције у прописима о елементима за пројектовање путева у Југославији

3.1.1 Величина коефицијената радијалног отпора клизања f_r

У новим прописима су усвојене величине коефицијента радијалног отпора клизања као 60-процентне вредности величина добијених дуготрајним испитивањима извршеним у СР Немачкој (Wehner, Krembel). Међутим, ове величине су прихваћене тек на основу упоређења са величинама зависним од психичког дејства центрифугалне силе на возача при вожњи кроз кривину. Наиме, познато је да се центрифугална сила савлађује отпором клизању и компонентом тежине возила на нагнутом коловозу, тј.

$$C = f_r + x_{ip} \quad (1)$$

Пошто су силе C и q јединичне активне и нападне силе, возило је изложено јединичној радијалној сили

$$f_r = C - x_{ip} \quad (1-1)$$

Запажања су показала да ова сила, ако је већег интензитета, може да паралише присебност возача и да у извесним случајевима дола-

зи до излетања возила са коловоза, не због не-савлађивања отпора клизања који влада на додиру точка и коловоза већ због тога што возач није више способан да управља возилом. Из ових разлога, возач процењује закривљеност пута испред себе и у кривину улази са нешто смањеном брзином коју затим повећава до величине при којој јединична радијална сила f_r достиже величину коју он прихвата као толерантну и при којој се осећа потпуно сигурним. На основу ових поставки регистроване су брзине у кривинама познате радијуса (R) и попречних нагиба (i_p) и на основу познате формуле одређене су величине.

$$f_r = \frac{V^2}{127 R} = i_p \quad (2)$$

За овако одређене величине $f_r = f/V$ утврђена је законитост промене дозвољеног отпора клизању (f_{rd}):

$$f_{rd} = 0,055 + 7,032 \times 10^{-8}(160 - V)^3 \quad (3)$$

С обзиром на то да су се вредности 60% величина установљених мерењем и екстраполацијом од стране Wehnera и Krempela мало разликовале од величина према једначини (3), усвојене су оне прве. При томе је установљена потреба да се приступи изради једног истраживачког пројекта којим ће се омогућити да се изврше исправке једначине (3). На тај начин одређене величине f_r требало би користити при следећој иновацији прописа.

3.1.2. Дужина прегледности у хоризонталним кривинама

У ранијим прописима дужина прегледности и у хоризонталним кривинама била је одређена познатом једначином:

$$P_1 = \frac{1,5V}{3,6} + \frac{V^2}{254 (f_{rd} \pm i)} + \frac{1,36V (f_{rd} \pm i)}{1,5} \quad (4)$$

Веома лаки услови кочења, изражени једначином (4), захтевали су да се у циљу обезбеђења прегледности на најтежим деловима терена, тј. тамо где је примењен радијус R_{min} , врши проширење усека за величину од 4,20 м (за $V_r = 60$ км/х) до 11,75 м (за $V_r = 120$ км/х). Постављање оваквог захтева је апсурдно и због тога при изради пројекта за путеве провера прегледности уопште није ни вршена.

У новим прописима се од пројектанта захтева да, усаглашавањем радијуса и проширења усека, оствари прегледност приближно једнаку са дужином одређеном једначином (4) само на деловима терена који допуштају примену већих радијуса од R_{min} . Овакав захтев је разуман, јер је у таквим условима могуће остварити тражену прегледност без залажења у превелике радове. Међутим, захтев је и оправдан због тога што је концентрација возача смањена под дејством самог предела и мање закривљености пута. Супротно поменутом у кри-

винама са радијусима R_{min} и веома блиским R_{min} , предео и оштрина кривина повећавају пажњу и концентрацију возача, па се у пројектну могу увести и оштрији услови кочења. Из ових разлога нови прописи захтевају да се у таквим тешким условима мора обезбедити прегледност на дужини

$$P_2 = \frac{1,5V}{3,6} + \frac{V^2}{25,92 \cdot a} \quad (5)$$

где је a = успорење, величине 4 односно 5 м/сек², зависно од рачунске брзине. Остварење овакве прегледности по правилу не повлачи за собом неекономична решења, а уколико се ни ова прегледност не обезбеди, мора се увести ограничење брзине постављањем одговарајућег саобраћајног знака. Провера прегледности, увођењем оваквих норми, постаје обавезна за пројектанта.

Питање прегледности на равничарском и лаком брежуљкастом терену до сада није постављено. Међутим, грађењем каквог објекта, дрвећем, високим агрикултурним засадама, па чак и рекламним паноом, прегледности и у овим условима може бити недозвољено смањена. Због тога се новим прописима и уводи забрана постављања оваквих и сличних сметњи на унутрашњој страни кривине. С обзиром на веома смирујуће дејство пејзажа и опружене тра-се на возача, услови кочења за овај случај морају бити веома лаки. Због тога је овде задржана једначина (4), а психотехничка секунда, у првом плану једначине, одређена је са 2,5 сек, док је коефицијент тангенцијалног отпора клизању, у 3. и 4. члану једначине (4) усвојен малих величина, са опадајућом вредношћу са порастом рачунске брзине.

3.1.3. Дужине прелазних кривина

При изради Нацрта прописа оцењено је као неприхватљиво: 1. да се најмања дужина прелазне кривине за радијус R_{min} (L_{Rmin}) одређује на основу усвојене величине бочног удара; 2. да се најмање дужине прелазнице за $R > R_{min}$ (L_{min}) одређују на основу прописаног параметра прелазнице A , који резултује из R_{min} и L_{Rmin} ; и 3. да однос дужина прелазнице L_{R1} и L_{R2} , за кривине радијуса R_1 и R_2 буде условљен истим параметром за обе прелазнице. Разлози који су довели до оваквих ставова су следећи:

1. Најмања дужина прелазнице за радијус R_{min} одређена је познатим обрасцем

$$L_{Rmin} = \frac{2,725 \cdot V \cdot f_r}{s} \quad (6)$$

где су:

V — рачунска брзина

f_r — дозвољена вредност коефицијента радијалног отпора клизања;

s — дозвољени бочни удар у м/сек.

Ако се има у виду да вредност f_r опадају приближно према једначини (3) са порастом V

и да је ово смањивање приближно једнако са порастом V , прелазнице L_{Rmin} остају скоро непромењених величина за све рачунске брзине, иако се радијуси R_{min} рапидно повећавају. Међутим, за најмање рачунске брзине ($V=30-40$ км/х) дужине L_{Rmin} су непропорционално велике у односу на радијусе R_{min} .

2. Параметар A одређен је познатим обрасцем

$$A^2 = R \cdot L \quad (7)$$

и њиме је дефинисана његова најмања вредност за сваку рачунску брзину, на основу срачунатих величина R_{min} и L_{Rmin} . Ако се утврди да је параметар $A_{min} = R_{min} \times L_{min}$ меродаван за одређивање најмање дозвољене дужине прелазне кривине за $R > R_{min}$ (L_{minR}), та дужина ће бити:

$$L_{Rmin} = \frac{A_{min}^2}{R} = \frac{R_{min} L_{Rmin}}{R} \quad (7-1)$$

што значи да се дужина L_{minR} смањује са порастом R по хиперболи и да асимптотски тежи нули.

3. Код одређивања односа прелазница $L_{R1} > L_{minR1}$ и $L_{R2} > L_{minR2}$ за радијусе R_1 и R_2 , применом истог параметра $A_1 > A_{min}$, на основу једначине (7), добија се:

$$L_{R1} = \frac{R_2 L_{R2}}{R_1} \quad (7-2)$$

што значи да већем радијусу R_1 одговара краћа прелазна кривина L_{R1} .

Применом параметра A при одређивању дужина прелазница остварује се иста брзина заокрета точка управљача на обе суседне прелазнице. Штавише, у домену радијуса R_{min} и R_g , где је са R_g означен радијус код кога престаје смањивање попречног нагиба коловоза у кривини i_p , применом параметра A обезбеђује се приближно исти бочни удар. Односно, код примене i_p по законитости

$$i_p = K \frac{V^2}{127 R} \quad (8)$$

бочни удар је на обе прелазнице исти. Међутим, обе поменуте погодности, које обезбеђује примена параметра A су само теоријског значаја, јер су условљене непромењеном брзином возила дуж пута и одговарајућом брзином заокрета точка управљача према измени закривљености дуж прелазнице за шта је предуслов уочавање те промене. Међутим, нити је брзина возила дуж пута константна, нити возач може да прилагоди брзину заокрета точка управљача промени закривљености. Тим пре, ако је прелазница са малом кординатом краја прелазне кривине, односно са малим помаком круга ΔR . Јер таква прелазница постоји само теоретски и она толико апроксимира правој да постаје потпуно неуочљива. А то значи да губи функцију „оптичког вођења“ возача и априори искључује могућност прилагођавања заокрета точка управљача промени закривљености.

Ово и јесте кључно питање. Јер, познато је да помак круга ΔR опада како са смањивањем дужине прелазнице, тако и са порастом радијуса кривине. Пошто се применом константног параметра при одређивању дужина прелазница помак круга смањује истовремено по обема основама, овако одређена прелазница L_{minR} постоје већ код малог пораста R недовољно уочљива, а самим тим и нефункционална. Исто тако, при одређивању дужина прелазница према обрасцу (7—2), визуелна дејства двеју суседних прелазница постају потпуно неједнака, при чему је често прелаз у кружни лук мањег R уочљивији но што је то нужно, док је постепени прелаз у лук већег R тешко сагледив.

Прихватајући поставке: 1. да је брзина возила, на путевима са рачунским брзинама мањим од $V=80$ км/х, променљива са повећањем R ; 2. да брзина заокрета точка управљача не може бити усаглашена са порастом закривљености; 3. да се могу прихватити вишеструко веће вредности бочног удара од уобичајених без угрожавања удобности вожње; и 4. да су визуелна дејства прелазница и усаглашавање тих дејстава доминантан захтев; у нове техничке прописе је унета одредба да је за одређивање дужина L меродаван помак круга ΔR . При томе, је прописано да L_{Rmin} мора да обезбеди помак круга $\Delta R=0,90$ м ($y=3,60$ м). Са порастом R допушта се смањивање ΔR до $R=3R_{min}$ тако што се за цело ово подручје радијуса има применити као најмања допуштена величина L_{Rmin} . Од радијуса $R=3R_{min}$ меродаван је помак круга $\Delta R=0,30$ м. За овако прописане дужине прелазница контролисана је величина бочног удара.

3.2. Приказ примењених елемената на пројекту ауто-пута Братство-јединство на деоници Београд — Ниш

3.2.1. Специфични услови за пројектовање ауто-пута Е—75 на делу Београд — Ниш

Постојећи пут на овом делу је израђен у периоду од 1953. године до 1963. године, као магистрални пут првог реда, са свим укрштањима у два нивоа и петљама за искључења и укључења саобраћаја.

Пут је пројектован за рачунску брзину $V=110$ км/час. са елементима попречног профила:

— Саобраћајне траке	$2 \times 3,75 = 7,50$ м
— ивичне траке	$2 \times 0,35 = 0,70$ м
— банке	$2 \times 0,90 = 1,80$ м
Укупна ширина планума	$= 10,00$ м

Приликом израде генералног пројекта ауто-пута дошло се до закључка да изграђени постојећи пут одговара основном правцу аутопута и да његови хоризонтални и вертикални еле-

менти задовољавају тражене елементе за ауто-пут, изузев појединачних краћих делова. Због тога је одлучено да се постојећи пут прошири и претвори у ауто-пут.

Израдом геомеханичког елабората за појачање постојеће коловозне конструкције закључено је да се она појача тако да у потпуности може да прими саобраћај као и коловозна конструкција на новопроектаном делу.

Испитивањем и анализом попречног профила постојећег пута дошло се до закључка да се његово проширење изврши на једну страну, додавањем 2,80 м ширине (за зауставну траку и ивичне траке) и 1,0 м ширине за банкину. Заштитни зелени појас и друга половина новог аутопута да се испројектује с друге стране. Од овога ће се одступити само у случајевима где због геолошких услова то није оправдано (у усецима и засецима ако је неповољно засецирати постојећу косину, рушити постојеће изграђене потпорно-обложне зидове и риголе). У овим случајевима проширење постојећег пута и нову половину ауто-пута пројектовати са једне стране.

3.2.2. При пројектовању ауто-пута примењени су следећи елементи:

— рачунска брзина	$V = 120 \text{ км/ч}$
— минимални радијус хоризонталне кривине	$R_{\min} = 700 \text{ м}$
— максимални уздужни нагиб нивелете	$I_{\max} = 5\%$
— максимални попречни нагиб коловоза у кривинама	$Q_{\max} = 6\%$
— дужина прегледности при претицању	$P = 500 \text{ м}$
— минимални полупречник вертикалних кривина:	
конвексних прелома	$R_{\min} = 18.000\text{-}$
конкавних прелома	$R_{\min} = 12.000\text{-}$
— прелазнице у облику клотоиде	

Попречни профили ауто-пута

— саобраћајне траке	$4 \times 3,75 = 15,00 \text{ м}$
— ивичне траке	$4 \times 0,50 = 2,00 \text{ м}$
— траке за заустављање возила у нужди	$2 \times 2,50 = 5,00 \text{ м}$
— разделна трака — зелени појас	$1 \times 4,00 = 4,00 \text{ м}$
— банке	$2 \times 1,00 = 2,00 \text{ м}$
Укупно:	28,00 м

Изузетни радијус хоризонталне кривине примењен је једино на делу ауто-пута око Ражња, приликом преласка трасе преко вододелнице, и то $R_{\min} = 500 \text{ м}$, примењен је на једном месту и $R_{\min} = 600 \text{ м}$ примењен на три места.

Слободна висина — габарит је на целој дужини ауто-пута 4,70 м. Остављена је већа висина због евентуалног будућег ојачања коловозне конструкције.

На целој дужини ауто-пута задржана је иста ширина планума, изузев на деловима где је због уштеде у земљаним радовима вршена денivelација коловоза па се повећавала ширина разделног зеленог појаса, у зависности од висине денivelације, односно од ширине размицања.

Не деловима трасе где је уздужни нагиб нивелете пута био већи од $i = 3\%$ пројектована је трећа саобраћајна трака за спора возила ширине 3,0 м. На овим деловима је изостављена трака за заустављање возила у нужди ширине 2,5 м, тј. трака за заустављање возила у нужди је претворена у траку за спора возила. Ивична трака са стране траке за спора возила пројектована је у ширини 0,35 м, уместо 0,50 м, па је планум ауто-пута шири на оваквим деловима за 0,70 м.

Трака за заустављање возила у нужди ширине 2,5 м није пројектована на објектима — мостовима чија је дужина отвора већа од 100 м; у овом случају ширина планума је мања за 5,00 м.

3.2.3. Коловозна конструкција

3.2.3. Коловозна конструкција

У зависности од свих услова за пројектовање и димензионисање коловозне конструкције, усвојена је следећа коловозна конструкција:

а) на новом коловозу

— хабајући слој од асфалтног бетона	4 цм
— везни слој	6 цм
— горњи носећи слој од битуменизованог шљунка	14 цм
— доњи носећи слој од шљунка стабилизованим цементом	20 цм
— тампонски слој од речног шљунка минималне дебљине	25 цм
Укупно:	69 цм

б) на постојећем коловозу

— на деловима где је постојећа коловозна конструкција од асфалтних слојева:

— појачање слојем битуменом обавијене камене ситнежи, дебљине 8 до 14 цм	
— хабајући слој од асфалтног бетона дебљине	4 цм

с) на деловима где је постојећа коловозна конструкција од цементног бетона

— хабајући слој од асфалтног бетона	4 цм
— везни слој од битуменизованог шљунка стабилизованим цементом	14 цм
— тампонски слој од шљунка	45 цм
Укупно:	69 цм

3.2.4. Петље и укрштаји

На постојећем магистралном путу било је изграђено 30 петљи, на просечном растојању од 8 км. Петље су пројектоване и изграђене са доста скромним елементима (мале ширине кракова и навоза, оштри хоризонтални елементи, велики нагиби нивелета навоза).

Саобраћајно-економском студијом је утврђено да је овај број петљи велики и да није оправдан. Дошло се до закључка да треба пројектовати и изградити 16 петљи, а остале укинати и претворити у прелазе. Просечно растојање пројектованих петљи је 15 км.

Укрштаји других путева са ауто-путем пројектовани су изван нивоа са преласком изнад или испод ауто-пута, а у зависности од теренских услова. Просечно растојање укрштања је око 2 км.

Мостови у петљама пројектовани су из естетских разлога са једним отвором, без средњег стуба у зеленом појасу, а мостови у навозима преко ауто-пута, ради уштеде, са средњим стубом у зеленом појасу.

4. НИВО УСЛУГЕ*

4.1. Избор нивоа услуге за путеве различитих категорија

При дефинисању величине пропусних капацитета које треба обезбедити за прогнозиране саобраћајне токове, у Југославији су кроз нормативна документа (Правилник о пројектовању путева и др.) постављени одговарајући критеријуми по којима путеви морају, на одређеном нивоу саобраћајне услуге, задовољити захтеве саобраћаја у периоду експлоатације.

Критеријуми за дефинисање капацитета и нивоа саобраћајне услуге базирани су на америчком приручнику за капацитет путева HCM од 1965 год.

Тако, двотрачни путеви за двосмерни саобраћај морају задовољити захтеве саобраћаја у 20-тој години експлоатације на нивоу саобраћајне услуге „Е“. У првој години експлоатације двотрачни путеви морају удовољити захтеве саобраћаја на једном од нивоа саобраћајне услуге: „А“, „В“ или „С“.

Аутопутеви са физички одељеним коловозима за смерове вожње морају у 20-тој години експлоатације удовољити захтеве саобраћаја на нивоу саобраћајне услуге „D“. У првој години експлоатације аутопутеви морају удовољити захтеве саобраћаја на нивоу саобраћајне услуге „А“ или „В“, а само изузетно и на нивоу услуге „С“.

* Напомена редакције: Овај текст је представљао интегрални део националног извештаја Југославије по теми III. Због већег обима извештаја и кратког времена за прибављање наше сагласности, Комитет AIPCR је извршио скраћење на тај начин што је изоставио овај део, уз накнадно достављено извињење. Ми га приказујемо јер чини целичу и представља врло значајан део нашег националног извештаја.

Међутим, кроз практична искуства стечена запажањима и кроз одређен обим експерименталних мерења величине тока (q), средње просторне брзине (V_s) и густине (g) на југословенским путевима у периоду од 1969 до 1975. године, на којима у саобраћајним токовима учествују претежно возила из Југославије, закључено је да вредност параметара за прорачун капацитета, који су препоручени у цитираном америчком приручнику HCM од 1965 год., не дају задовољавајуће резултате за југословенске путне и саобраћајне услове. Обзиром на изнесту констатацију, у даљем тексту ће се изложити основне идеје и резултати првих уопштавања, која су произашла из експеримената и искуства добијених на путној мрежи Југославије.

Наиме, концепт анализе и прорачуна капацитета путева по HCM-у, а посебно тумаче вредности појединих параметара, који исказују важније утицаје карактеристика пута и саобраћаја на капацитет, носе у себи обележје вођења одређене техничке политике развоја путне мреже у САД, која је била актуелна у периоду стварања овог концепта. Та политика је резултирала, с једне стране из достигнутог нивоа развијености моторизације и путног саобраћаја, укупног транспортног система и из достигнутог нивоа укупне привредне и друштвене развијености земље, а с друге стране из циљева будућег развоја свих набројаних фактора како су оно тада сагледавани. Тако је, првенствено због изузетно великих материјалних средстава које је Америка улагала у моторна возила са високим перформансама и због цене времена путника, посебно запослених, као и ниске цене течних горива, произашла и економска логика потреба да се обезбеде адекватни путеви који ће омогућити ефикасно коришћење моторних возила и уштеде у времену. Ова логика се одразила и на циљеве техничке политике у развоју путне мреже, која практично фаворизује изградњу аутопутева. Да би се ова политика ефикасније спроводила деловало се и кроз нормативну политику, па и кроз параметре које служе за анализу и прорачун капацитета путева.

Не треба великог труда да се докаже да у Југославији никада нису постојали такви услови за које би отговарала доследна примена препорука из цитираног америчког приручника.

Данас, обзиром на уочене проблеме енергије у целом свету па и у САД, препоруке из HCS-a од 1965. год. не одговарају ни америчким условима.

4.1.1. Основни образац за прорачун капацитета деонице пута

Уопштавањем искуствених и експерименталних опажања која су стечена у Југославији посебно у задњих 10 година дошло се до сазнања да би се за сва техничка решења путева могао поставити јединствен образац, који гласи:

$$C = C_0 \cdot n \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 \cdot F_4 \cdot t_1 \quad (\text{voz/čas})$$

Значење параметра и приказ граничних вредности параметара у југословенским условима:

- (1) C (воз/час) — капацитет пута,
- (2) C_0 (РА/час) — основни капацитет једне возне траке,

(C_0) представља максимални проток путничких аутомобила у једном часу ($\max q_{PA}$) који се може остварити и одржати (протитати) у једној возној траци (минималне ширине 3,5 м и без бочних сметњи) деонице пута са најмање две возне траке, с тим да је деоница пута: права, хоризонтална, са савременим коловозом у добром стању и све посматрано при просечним условима (систем „возач-возило“, временски услови, климатски услови и др.).

Вредност $C_0=2.200$ (РА/час).

- (3) n — број возних трака:

а) Укупан број возних трака за путеве за двосмерни саобраћај, ако смерови вожње нису физички раздвојени.

б) Број возних трака у једном смеру за путеве за физички раздвојеним смеровима вожње.

(4) F_1 — фактор умањења основног капацитета, тј. максималног протока путничких аутомобила у функцији типа пута и укупног броја возних трака. Разматрано је 8 типова пута обзиром на број возних трака и режим саобраћаја. Ове вредности су таблички сређене и крећу се од 0,55 (пут са три траке) до 1,00 (аутопут са 2 траке).

(5) F_2 — фактор умањења основног капацитета, тј. максималног протока путничких аутомобила услед недовољне ширине коловоза. Вредност фактора F_2 креће се између 1,00 и 0,73 (ове вредности су сређене у виду табела).

(6) F_3 — фактор умањења основног капацитета услед бочних сметњи. Вредност овог фактора креће се између 1,00 и 0,70.

(7) F_4 — фактор утицаја величине и дужине уздужног нагиба на максимални проток возила одређене структуре.

Обзиром на хетерогеност састава тока, то је:

$F_{4(PA)}$ — фактор умањења основног капацитета, тј. максималног протока путничких аутомобила услед величине и дужине нагиба. Вредност фактора $F_{4(PA)}$ крећу се између 1,00 и 0,34 (сређено у виду табела),

$F_{4(PKV)}$ — фактор умањења максималног протока комерцијалних возила услед, величине и дужине уздужног нагиба. Вред-

ности фактора $F_{4(PKV)}$ креће се између 1,00 и 0,17 (сређено у виду табела).

(8) f_1 — фактор умањења основног капацитета, тј. максималног протока путничких аутомобила у зависности од учешћа спорих и кабастих возила на путу.

Вредност фактора f_1 крећу се између 1,00 и 0,79 (сређено у табелама).

За прорачун тока при одређеном нивоу услуге развијени су обрасци који гласе:

— за аутопутеве:

$$C_{NU} = C_0 \cdot n \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 \cdot F_4 \cdot F_{5NU} \cdot f_1 \cdot f_{2NU} \cdot \varphi_{NU}$$

где је:

F_{5NU} — фактор утицаја кривинских карактеристика, који се одражава посредством путне брзине, тј. брзине у слободном току при одређеном нивоу услуге. Вредности фактора F_{5NU} крећу се између 0,5 до 1,26 (сређено у виду табеле).

F_{2NU} — фактор утицаја временске неравномерности саобраћајног тока на величину тока при одређеном нивоу, нивоу услуге. Предности фактора f_{2NU} крећу се између 0,35 до 1,00 (сређено у виду табела).

φ_{NU} — фактор нивоа услуге. Његова вредност се креће од 0,35 до 1,00.

— за двотрачне путеве:

$$C_{NU} = C_0 \cdot n \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 \cdot F_4 \cdot F_{5NU} \cdot F_{6NU} \cdot f_1 \cdot f_{2NU} \cdot \varphi_{NU}$$

где је:

F_{5NU} — значење фактора је исто као и горе. Вредност овог фактора је од 0,68 до 1,00 (сређено у виду табела).

f_{2NU} — значење овог фактора је исто као и горе. Његова вредност се креће између 0,20 и 1,00 (сређено у виду табела).

φ_{NU} — значење фактора је исто као и у предходном случају. Вредност овог фактора се креће између 0,20 и 1,00 (сређено у виду табела).

F_{6NU} — фактор утицаја прегледне даљине потребне за безбедно претицање возила на проток при одређеном нивоу услуге. Вредност фактора F_{6NU} се креће између 0,20 и 1,00 (сређено у виду табела).

4.2. Однос између нивоа услуге и одговарајућег коштања инфраструктуре

У Југославији су у периоду од 1973. године у употреби јединствена Упутства за израду Студија о изводљивости путева, која се обавезно примењују за све пројекте у чијој реализацији, као кредитор учествују Међународна банка за обнову и развој из Вашингтона или Европска Инвестициона банка. Економска оп-

равданост реализације пројекта анализира се на основу поређења укупних економских користи, које се очекују у 20-то годишњем периоду експлоатације пројектом замишљеног пута и укупних економских трошкова за реализацију пројекта.

Економске користи се израчунавају као разлика у трошковима употребе постојеће мреже (без нових улагања) и нове мреже, тј. мреже са новим улагањима. Основни сачиниоци укупних економских користи потичу од:

- смањења трошкова експлоатације возила,
- смањења трошкова времена путовања путника,
- смањења трошкова изазваних саобраћајним удесима,
- смањење (или повећање) трошкова одржавања путне мреже.

Имајући у виду, с једне стране, да је по Правилнику о пројектовању условљено:

- а) да двотрачни путеви морају на крају 20-те године експлоатације удовољити захтеве саобраћаја најмање на нивоу услуге „Е“, што значи да морају при меродавном протоку (q_m) у 20-тој години експлоатације испуњавати следеће услове:

$$\frac{q_m}{c} = 0,85 \text{ до } 1,0 \text{ и } V_c > 50 \text{ км/час}$$

- б) да аутопутеви морају на крају 20-те године експлоатације удовољити захтеве саобраћаја најмање на нивоу услуге „D“, што значи да морају при меродавном протоку (q_m) у 20-тој години експлоатације испуњавати следеће услове:

$$\frac{q_m}{c} = 0,70 \text{ до } 0,85 \text{ и } V_c \approx 60 \text{ км/час}$$

С друге стране, имајући у виду чињеницу да се кроз економско вредновање остварују позитивни резултати код свих пројеката код којих су испуњени услови о граничним нивоима саобраћајне услуге у 20-тој години експлоатације пута, то се може извести посредан закључак о уравнотежењу односа између тражених нивоа услуга, које пут мора да удовољи и одговарајућих улагања у изградњу таквих путева, који су способни да удовоље те захтеве очекиваног саобраћаја.

Разуме се да изведени закључак има смисла само ако се схвати као генерално уопштавање великог броја случајева. Иначе, ако се посматрају појединачни случајеви, тада су могуће знатне разлике у погледу степена третиране уравнотежености, на што утиче читав низ фактора у које посебно треба истаћи теренске услове. У циљу илустрације изнетих ставова о успостављању односа између нивоа услуга и економске оправданости улагања инвестиција у путеве приказаће се конкретни резултати еко-

номског вредновања оправданости изградње аутопута на правцу Трансјугословенског аутопута „Братство-јединство“ за део од Загреба до Београда.

Деоница пута	Прогнозиране величине прос. годиш. дневног саобра. у 20-тој години	Ниво услуге у 20-тој г. експ. ауто-пута	Интерна стопа рентабил. (ИГ)		Опорт. цена капитала (ОЦ)
			Ако се пост. двотрач. пут претвори у аутопут	Ако би се изг. потпуно нов аутопут	
Загреб-Иван. град	50.000	„Е“	23,44	17,58	12,50
Ив. град-Поповача	48.000	„D“ и „Е“	20,83	15,62	
Поповача-Окучани	45.000	„D“	19,77	14,83	
Окуч.-Слав. Брод	41.000	„D“	18,36	13,80	
Сл. Брод-Жупања	37.000	„C“	16,90	12,70	
Жуп.-гран. САПВ	35.000	„C“	17,35	13,15	
Гран. САПВ-Шид	35.000	„C“	16,45	12,50	
Шид-Кузмин	36.000	„C“	17,35	13,01	
Кузмин-Ср. Митро.	40.000	„D“	20,08	15,06	
Срем. Митр.-Рума	42.000	„D“	20,25	15,19	
Рума-гран. СРС	45.000	„D“ и „Е“	25,06	18,79	
Београд-Аеродром	48.000	„Е“	27,85	20,90	

Из изложених резултата очигледно је да су добијене интерне стопе рентабилитета (IRR) веће од опортунитетне цене капитала (ОЦ) за све деонице посматраног пута Загреб — Београд. Сем тога, код деоница код којих је у 20-тој години обезбеђен виши ниво услуге „D“, тј. ниво „C“ види се да је економска оправданост на самој граници, док је код деоница где обезбеђен ниво услуге „D“ и између „D“ и „Е“ економска оправданост убедљива.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Highway Capacity Manual 1965.
- [2] „Дефинисање основних параметара који одређују капацитет путева и њихова квантификација за југословенске услове пута и саобраћаја“ 1977. год. Аутори: Проф. Др. Љубиша Кузовић, дипл. инж. и Тихомир Ђорђевић, дипл. инж.
- [3] „Прилог утврђивању меродавних протока возила за вредновање техничких решења путева“ Аутор: Љубиша Кузовић, дипл. инж. (Докторска дисертација одбрањена на Саобраћајном факултету 1976. год.).
- [4] „Основни појмови брзина у планирању путева, њихова међузависност и условљеност од пута и саобраћаја“. „Пут и саобраћај“ бр. 11-12/1977. год. Аутори: Проф. Др. Љубиша Кузовић, дипл. инж. и Тихомир Ђорђевић, дипл. инж.



