

625.7

YU ISSN 0478-9733 • CODEN: PUSADQ • UDK 625.7/8 + 656.1

Пут и саобраћај

Бр. 3-4 1984. • Март-Април • Год. XXX



Пут и саобраћај

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

3—4

ГОД. XXX • МАРТ—АПРИЛ 1984.



САДРЖАЈ

Мирослав Венцл, дипл. инж.
Коловозне конструкције за мање значајне путне правце

Крешимир Сировец, дипл. инж.
Прилазни путеви тунелу Учка — од тунела до Лупоглава

Мр Имре Пап
Санација пукотина и асфалтни премази који се користе за заштиту асфалтних застора од разорног дејства нафте, деривата нафте и неорганских соли

Светозар Ражнатовић, дипл. инж.
Јадрански пут у СР Црној Гори

Мр Светозар Костић, дипл. инж.
Неки аспекти дефинисања опасних места на путевима

Др Војо Анђус, дипл. грађ. инж.
Утицај пута на сигурност вожње

Др Александар Цветановић, дипл. инж.
Могући поступци обнове крутих коловозних конструкција

Из Друштва за путеве

Нове књиге

Ин мемориам

Издавачки савет:

Антонић Славолуб, Бајрами Шпенд, Бајевић Србољуб, Бејтула Деваја, Бурбах Герхард, Вајда Војислав, Гаврилов Никола, Гвозденчевић Миленко, Диманић Бранислав, Даниловић Миодраг, Ђорђевић Михајило, Ђукић Живорад, Ђукић Никола, Ивановић Момчило, Капларевић Вићентије, Кркић Предраг, Марковић Никола, Мацура Драгољуб, Папо Јосип, Радоман Радован, Ристић Никола, Раковић Златомир, Славић Грујо, Филиповић Љубомир, Шурбавић Бранко.

Уредништво и редакција:

Анђус Војо, Луковић Градимир, Миливојевић Милан, Мијушковић Вера, Миловановић Владета, Кузовић Љубиша, Цветановић Александар, Терзић Милорад, Шутић Јован, Узелац Ђорђе, Радојковић Зоран, Дамјановић Драгорад, Зорић Стојанка (секретар редакције).

Главни и одговорни уредник:

Проф. др Здравко Јоксић

Технички уредник:

Тома Станковић

Лектор:

Петар Кашић

Часопис издају:

Друштво за путеве Ср Бије, 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 динара.

Оглашавање у часопису:

800 и 1600 дин. у једном броју, односно 5000 и 10000 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 Народне банке — 60816-678-4223, а огласе и остало на Друштво за путеве СР Бије поштански фах, 452 Кумодрашка нова 257

Решењем Републичког комитета за културу бр. 413-6/83-06 од 11. 1. 1983. године ослобођено пореза на промет

Штампа:

ИШРО „Привредно финансијски водич“
Београд, Патријарха Димитрија 24

Коловозне конструкције за мање значајне путне правце

МИРОСЛАВ ВЕНЦЛ, дипл. инж.

УВОД

Изградња значајних путних праваца (ауто-путеви, магистрални и регионални путеви), почевши од фазе пројектовања па до пуштања у саобраћај, привлачи пажњу свих који учествују у некој од потребних активности за изградњу објекта. Кад је у питању мање значајни путни правац, круг заинтересованих се сужава на интересенте са територије где се пут гради што је нарочито изражено у фази извођења радова као и кад је обим посла финансијски гледано мали.

Предмет ове анализе биће изградња мање значајних путних праваца — „локалних путева“. Под овим појмом подразумевају се путеви који повезују мања места (до 5000 становника, без изражене индустрије), са првим већим местом и на којима не постоји транзитни саобраћај. Инвеститори изградње ових путева су углавном месне заједнице, које заједно са интересним заједницама за локалне путеве решавају своје проблеме. Обзиром да се средства обезбеђују путем самодоприноса и да су иста углавном мала за изградњу пута по свим прописима, врше се разне комбинације у циљу смањења трошкова (сопствени транспорт, сопствена радна снага, коришћење локалних материјала итд.). Геометријски елементи пута су углавном на дозвољеном минимуму (драстична смањења брзине кретања дозвољава смањење полупречника кривине, велики подужни нагиби итд.) док коловозна конструкција доживљава различит третман и на њој се највише огледа недостатак средстава за изградњу. Непостојање званичне методе за димензионисање коловозних конструкција (примена нових стандарда JUS U.C4. 012 није обавезна) доводи до тога да се структура коловозне конструкције и дебљина слојева одређује по слободном нахођењу инвеститора или пројектаната који имају врло мало елемената дефинисаних прописима (минималне дебљине с обзиром на могућност квалитетног извођења, квалитет материјала и изведених слојева итд.).

На оваквим путним правцима углавном постоје путеви по којима се одвија саобраћај. Коловозна површина је у функцији од значаја пута и може бити у виду некад савремених коловоза (туцанички коловоз са површинском обрадом), у виду привремених коловоза (макадамски коловоз, шљунчани коловоз) са отвореном површином па до свог основног облика у виду земљаних пу-

тева. Потреба изградње пута манифестује се пре свега у неопходности сталне проходности пута и у удобној возњи (квалитетан коловозни застор) и као таква је врло скромна с обзиром на физички обим посла. Финансијски посматрано ова позиција је најскупља те је потребна пуна опрезност у комплексном решавању избора коловозне конструкције како би се обезбедила дуготрајност у експлоатацији. Квалитет коловоза је у првом моменту мање значајан инвеститору с обзиром на то да постоји пројекат за који одговара пројектант односно да постоји гарантни рок за изведене радове који обавезују извођача радова.

Опасности за инвеститора су многобројне, почев од избора коловозне конструкције (некоришћење локалних материјала) преко њеног димензионисања (непостојање претходних испитивања) па до квалитета изведених радова (гарантни рок од 2 до 3 године је јако кратак у односу на почетну претпоставку о веку експлоатације од 20 година, уз нормално одржавање). У овом чланку биће обрађено више различитих комбинација коловозних конструкција с обзиром на могућу употребу локалних материјала као и могућност етапног извођења радова. Резултат димензионисања коловозних конструкција (уз краћи приказ у грубим цртама свих фаза прорачуна) требао би да буде основ за сва даља разматрања пројектаната, инвеститора и извођача радова у заједничком послу на изградњи локалних путева, са основним циљем да изградња пута буде економски најповољнија и да век коришћења коловозне конструкције буде што дужи.

АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНОГ ОПТЕРЕЋЕЊА

Да би се обавило димензионисање или да би се проценио век трајања изведене коловозне конструкције потребно је да се поред осталог утврди и величина саобраћајног оптерећења. Обзиром да се овде ради о путним правцима на којима није вршено бројање саобраћаја, за даљу анализу, су усвојене следеће претпоставке при оцени укупног еквивалентног саобраћајног оптерећења за цео пројектантски период (20 година):

— искоришћеност носивости возила (од укупно могућег)

у 50% случајева искоришћеност је 100%

у 25% случајева искоришћеност је 50%

у 25% случајева возило је празно;

— ширина коловоза је најмање 5,5 m тако да укупно оптерећење пролази на две саобраћајне траке (смањење ширине коловоза на једну саобраћајну траку доноси уштеду до 40% али то захтева моћнију коловозну конструкцију јер је саобраћајно оптерећење повећано за 100%),

— усвојена структура саобраћајног оптерећења је следећа:

путничка возила.....	85%
лака теретна возила (до 30 kN).....	3%
средње тешка теретна возила (30-70 kN)...	6%
тешка теретна возила (преко 70 kN).....	3%
тешко теретно возило са приколицом.....	1%
аутобуси.....	2%
укупно ...	100%

— фактори еквиваленције су следећи:

Врста возила	Типско оптерећење по осовини	
	82 kN	100 kN
путничка возила	0,0004	0,00016
лака теретна возила	0,0118	0,003
средње тешка теретна возила	0,2267	0,057
тешка теретна возила	1,076	0,486
тешка теретна возила с приколицом	1,819	0,940
аутобуси	1,241	0,515

— да је потребно у просеку дневно превести у првој години експлоатације пута

путника.....300 у једном правцу
терета.....500 kN у једном правцу

— да је раст саобраћајног оптерећења континуалан и да стопа раста износи 7%

На основу усвојених претпоставки добија се да је еквивалентно саобраћајно оптерећење за типско осовинско оптерећење од 82 kN:

— у првој години експлоатације по једној саобраћајној траци..... $n_1 = 3,2 \times 10^3$

— у укупном пројектованом периоду од 20 година по једној саобраћајној траци... $n = 1,25 \times 10^4$
а за типско оптерећење од 100 kN... $n_1 = 1,3 \times 10^3$
... $n = 4,9 \times 10^3$

ИЗБОР КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Предпоставка о потреби етапне изградње пута, технологија извођења радова, постепеност новчаних улагања и технологија одржавања коловоза упућује на избор коловозне конструкције флексибилног типа. Према томе, састав коловозне конструкције би био следећи:

- хабајући слој од асфалтног бетона
- горњи носећи слој од битуменизованог материјала
- доњи носећи слој механички стабилизovan (туцаник, дробљени материјали, шљунак)
- постелични слој (постојећи коловози, материјали из локалних налазишта, материјал на лицу места)

Израда хабајућег слоја је увек најскупља позиција свих радова те ће се у даљој анализи сматрати да хабајући слој није ураћен. Овако постављен проблем дозвољава да се без посебног утицаја на носивост коловозне конструкције изостави израда хабајућег слоја у првој фази (која обично траје доста дуго) градње пута односно да се изради хабајућег слоја приступи тек онда кад наступи разарање површине горње носећих слојева услед дејства саобраћаја и других спољних утицаја. Наведени материјали за поједине слојеве коловозне конструкције дају различите комбинације наведеног типа коловозне конструкције. Избор комбинације (врсте) треба да буде последица економске анализе тако да се избор изврши на основу најповољније цене грађења.

ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Развој у поступцима димензионисања коловозних конструкција довео је до метода које у ве-

ликој мери обухватају низ фактора од утицаја на коловозну конструкцију. Обрада проблема димензионисања коловозних конструкција захтевала је усвајање неке од познатих метода за димензионисање. У даљем раду коришћене су следеће две методе:

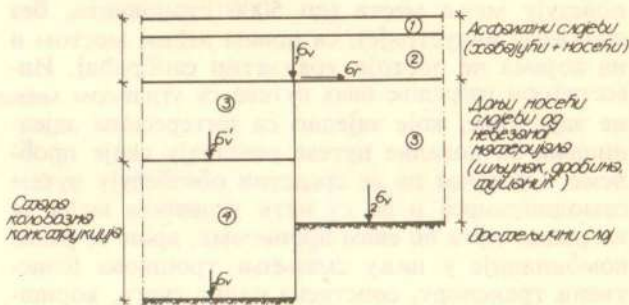
- Бурмистер-ова метода трослојних система
- Метода према JUS U. C4. 012

Након димензионисања по ове две методе извршена је процена, тако добијених коловозних конструкција на осетљивост на деловање мрза према нашим стандардима (U.C4.016; U.E1.012; U.B9.012).

Резултат димензионисања коловозних конструкција (уз краћи приказ у грубим цртама свих фаза прорачуна) требало би да буде основ за даља разматрања пројектаната, инвеститора и извођача радова у заједничком послу на изградњи локалних путева.

Бурмистер-ова метода трослојних система

Димензионисање по овој методи заснива се на претпоставци равномерног преношења оптерећења у трослојном систему уз услов да рачунски одређени напони не прекораче вредности дозвољених напона. Напони се утврђују на контактима слојева различитих карактеристика и обично се проверавају следећи напони (сл. 1):



Сл. 1 — Схематски приказ напона по Бурмистеровој методи трослојних система

- вертикални напон на контакту асфалтних слојева и доње носеће подлоге..... $1\sigma_v$
- вертикални напон на контакту доње носеће подлоге и постеличног слоја..... $2\sigma_v$
- хоризонтални напон (напон затезања) на контакту асфалтних слојева и доњег носећег слоја..... σ_r

Одређивање вертикалног напона на било којој дубини врши се на основу дијаграма (сл. 2) или на основу обрасца:

$$\frac{\sigma_v}{p_0} = 1 - \left(\frac{1}{1 + \left(\frac{r}{h_e} \right)^2} \right)^{3/2}$$

где је:

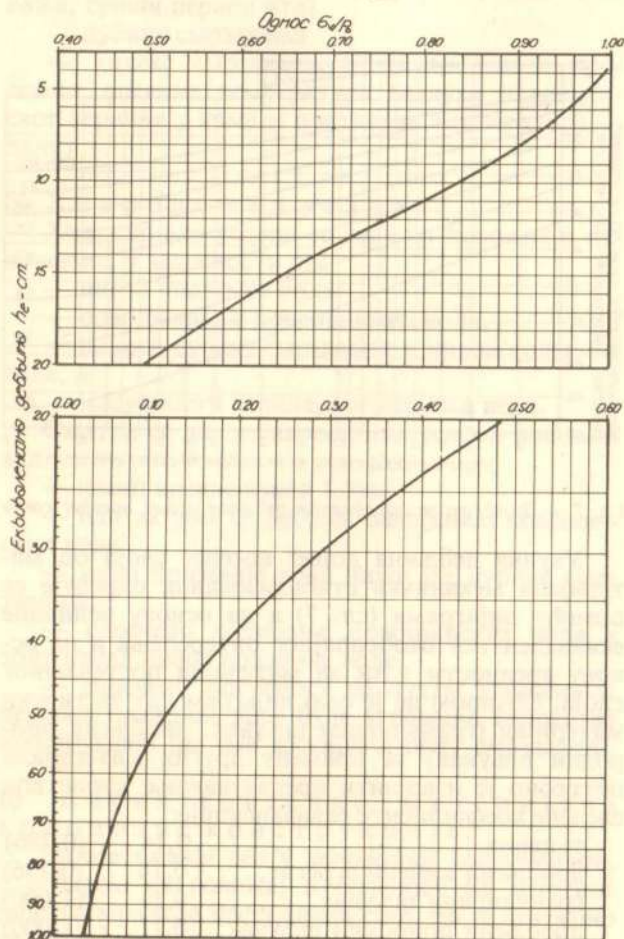
- σ_v — вертикални напон на дубини h_e ... MN/m²
- p_0 — оптерећење на коловозној површини (у даљој анализи у питању је површина горњег носећег слоја) за које је усвојено да износи.....0,7 MN/m²
- r — полупречник оптерећења (усвојена вредност).....15,0 cm

h_e — еквивалентна дубина на којој се одређује вертикални напон.....cm
Одређивање еквивалентне дубине врши се по обрасцу:

$$h_e = 0,9 \left(h_1 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_1}{E_2}} + h_2 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_2}{E_3}} \right)$$

где је:

h_1 — укупна дебљина свих асфалтних слојева.....cm
 h_2 — укупна дебљина доњих носећих слојева.....cm
 E_1 — динамички модул еластичности асфалтних слојева.....MN/m²
 E_2 — динамички модул еластичности материјала доње носеће подлоге.....MN/m²
 E_3 — динамички модул еластичности материјала постеличног слоја.....MN/m²

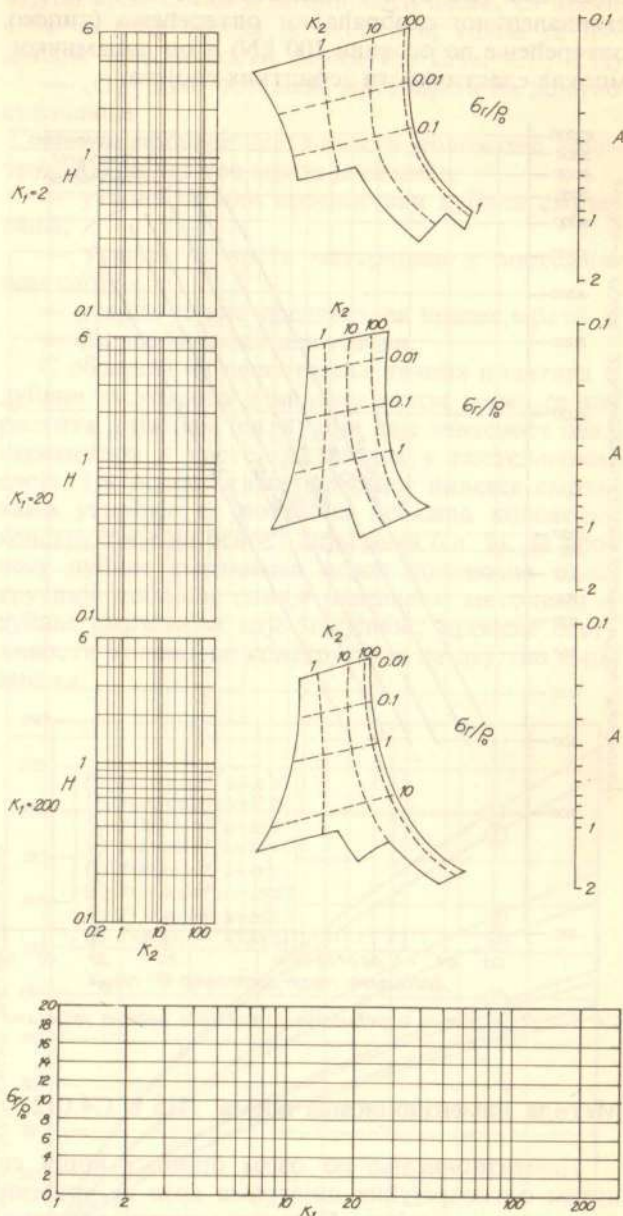


Сл. 2 — Дијаграм за одређивање еквивалентне дубине

Одређивање напона затезања на контакту асфалтних слојева и доње носеће подлоге врши се путем одговарајућих дијаграма јер је рачунски поступак доста сложен. За коришћење дијаграма потребно је одредити следеће односе:

$$K_1 = E_1/E_2 \quad K_2 = E_2/E_3 \quad H = h_1/h_2 \quad A = r/h_2$$

Помоћу ових коефицијената из групе дијаграма (сл. 3) одређује се вредност σ_r/p_0 за предпостављене вредности коефицијента K_1 да би се из дијаграма (сл. 4) одредила тачна вредност σ_r/p_0 за нашу вредност K_1 .



Сл. 3. и 4 — Дијаграми за одређивање односа r/p_0

Вредности напона утврђених рачунским путем упоређују се са вредностима дозвољених напона који зависе од величине еквивалентног саобраћајног оптерећења и од динамичких модула еластичности материјала одговарајућих слојева.

Вредност дозвољеног вертикалног напона одређује се по обрасцу:

$$\text{дозв. } \sigma_v = \frac{0,006}{1 + 0,7 \cdot \log n} \cdot E$$

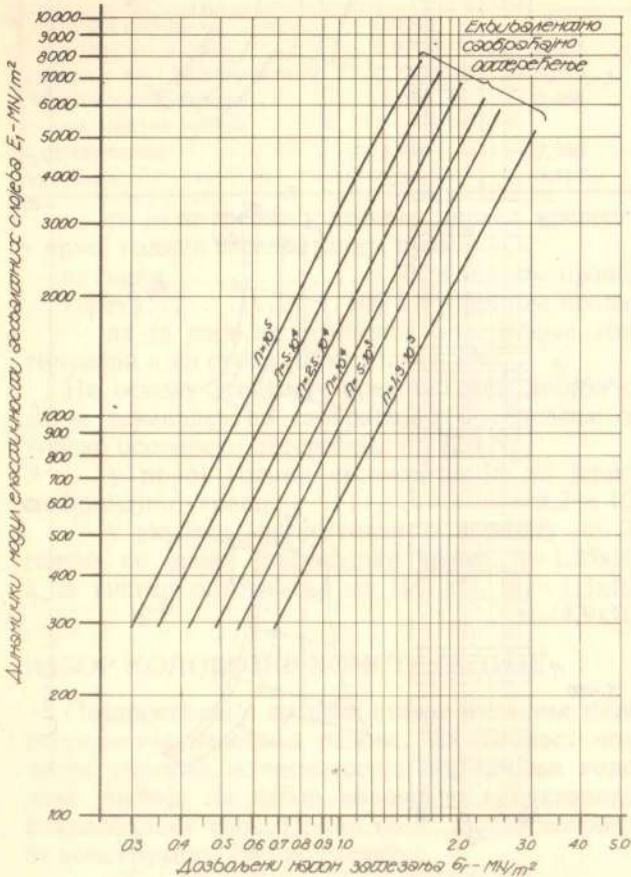
где је:

n — еквивалентно саобраћајно оптерећење (типско оптерећење по осовини 100 kN),

E — динамички модул еластичности материјала на чијој се горњој површини утврђује вертикални напон.....MN/m²

Вредност дозвољеног напона затезања на контакту асфалтних слојева и доњих носећих слојева (механички стабилизовани) одређује се помоћу

дијаграма (сл. 5) а у зависности је од величине еквивалентног саобраћајног оптерећења (типско оптерећење по осовини 100 kN) и од динамичког модула еластичности асфалтних слојева.



Сл. 5 — Дијаграм за одређивање дозвољеног најлона зајезања

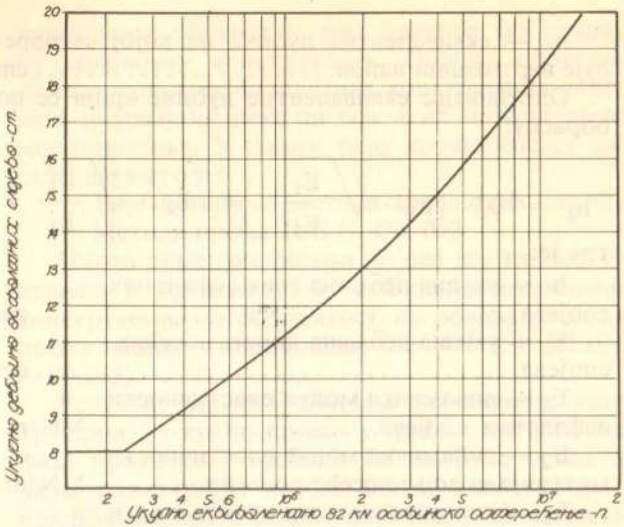
Метода димензионисања према JUS U.C4.012

Димензионисање по овом пропису врши се путем одговарајућих дијаграма који су урађени за типске материјале. Промена материјала захтева употребу одговарајућих коефицијената еквиваленције. За димензионисање потребно је утврдити следеће показатеље:

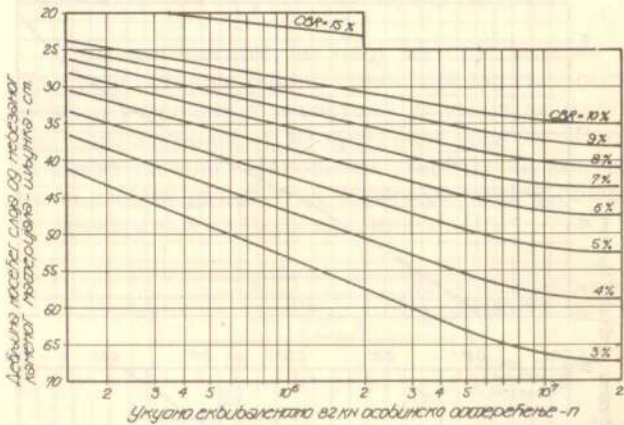
- еквивалентно саобраћајно оптерећење (типско оптерећење по осовини 82 kN,и
- носивост материјала постељице изражене помоћу вредности CBR одређене по стандарду JUS U.E8.010

Укупна дебелина асфалтних слојева одређује се помоћу дијаграма (сл. 6) а на основу величине еквивалентног саобраћајног оптерећења. У оквиру овако утврђене вредности потребно је извршити прерачунавање, користећи следеће коефицијенте еквиваленције:

- асфалтбетон.....0,42 (0,833)
- битуменизирани дробљени камени материјал.....0,35 (1,000)
- битуменизирани шљунак са додатком камене ситнежи (мин 30%).....0,33 (1,061)
- битуменизирани шљунак...0,28 (1,250)



Сл. 6 — Дијаграм за одређивање дебљине асфалтних слојева



Сл. 7 — Дијаграм за одређивање дебљине доњег носећег слоја

Укупна дебелина доњег носећег слоја од материјала механички стабилованих одређује се помоћу дијаграма (сл. 7) а на основу величине еквивалентног саобраћајног оптерећења и на основу вредности CBR за материјал постељичног слоја. Обзиром да је овај дијаграм дат за типски материјал (гранулирани шљунак, дробљени природни шљунак) за примену других материјала потребно је извршити прерачунавање користећи следеће коефицијенте еквиваленције:

туцаник.....	0,14	(0,786)
дробљени камени агрегат.....	0,14	(0,786)
гранулирани шљунак.....	0,11	(1,000)
дробљени природни шљунак...	0,11	(1,000)
природни шљунковити песак...	0,07	(1,571)

Провера осетљивости коловозне конструкције на дејство мраза

За процену осетљивости коловозне конструкције на дејство мраза потребно је познавање следећих чиниоца:

- климатски услови подручја на коме се налази пут,
- хидролошки услови у којима се налази пут,
- карактеристике материјала коловозне конструкције.

Штетно дејство мрза (промена карактеристика материјала и смањење носивости тла, стварање сочива леда, бубрење итд) није могуће увек елиминисати али је неопходно да се зна у којој мери је коловозна конструкција угрожена тако да се у фази пројектовања као и у експлоатацији предузму мере које би побољшале услове у којима се пут налази.

а) Климатски услови

Климатски услови подручја, кроз које пролази пут, могу се исказати низом параметара у зависности од појаве која се анализира. У нашем разматрању потребно је познавати:

- највише дневне температуре
- најниже дневне температуре
- просечне највеће и најмање дневне температуре по годишњим добима (период открављивања, сушни период итд)
- дубину смрзавања
- индекс смрзавања (збир производа просечних дневних температура ваздуха и временског периода у коме је читавана температура — дани)

б) Хидролошки услови

Хидролошки услови се деле на повољне и неповољне, у зависности од:

- нивоа подземне воде,
- одводњавања површинских вода,
- односа дубине смрзавања и нивоа подземне воде, и
- могућности капиларног пењања воде.

Сматра се да су хидролошки услови повољни кад је:

- насип висине изнад 1,5m,
- плитак усек са добрим одвођењем површинских вода,
- ниво подземне воде нижи од дубине смрзавања,
- спречено дотицање површинских вода у зону изнад нивоа подземне воде,
- спречена могућност да путем капиларног пењања подземне воде буде угрожена коловозна конструкција (не сме достићи дубину смрзавања).

в) Карактеристике материјала коловозне конструкције

Најосетљивији део у коловозној конструкцији, с обзиром на положај и опасност од штетног дејства мрза је постељични слој, па је потребно оценити осетљивост материјала у том слоју на дејство смрзавања. У вези с тим материјали могу бити повољни и неповољни. Процена осетљивости материјала врши се утврђивањем њиховог гранулометријског састава и граница конистенције на основу чега се разврставају у четири групе и то:

— „G₁“ врло мало осетљиви (шљунак; GW; GP; GM; GC)

— „G₂“ слабо до средње осетљиви (шљунак; GM; GC—GL; GM—GC; GM—ML или песак; SW; SP; SM; SC)

— „G₃“ средње осетљиви (шљунак са преко 20% честица мањих од 0,02 mm; песак, искљу-

чујући врло ситан и прашинасти песак, са преко 15% честица мањих од 0,02 mm; глина са индексом пластичности већим од 12%: CL; CH)

— „G₄“ врло осетљиви материјали на дејство смрзавања

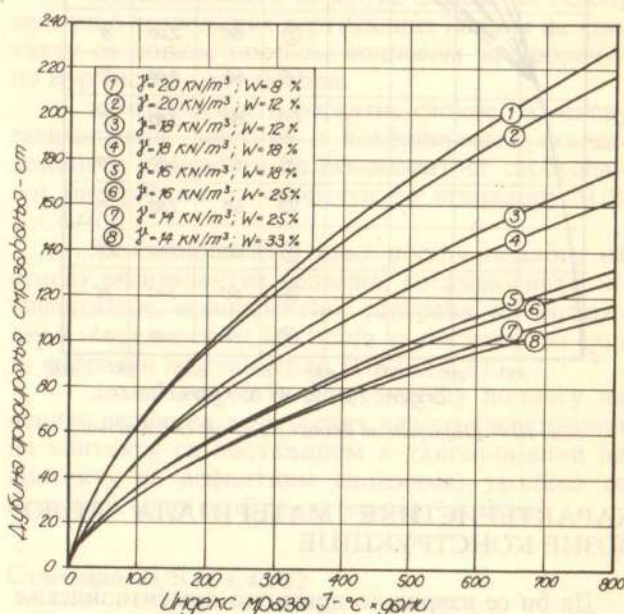
Начин провере осетљивости коловозне конструкције на дејство мрза је следећи:

— утврди се или предпостави дубина смрзавања,

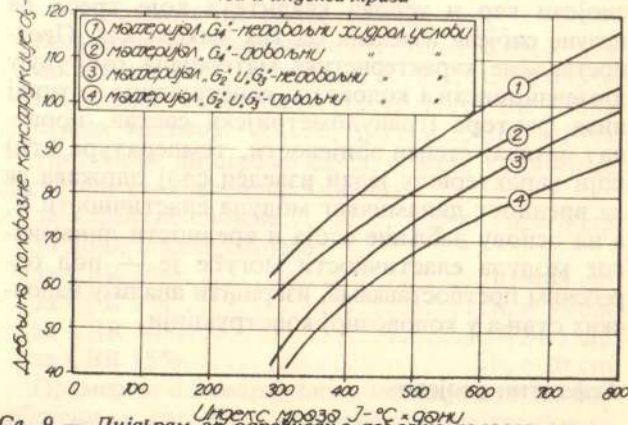
— утврди се врста материјала у постељичном слоју,

— утврди се или предпостави индекс мрза, и — одреде хидролошки услови,

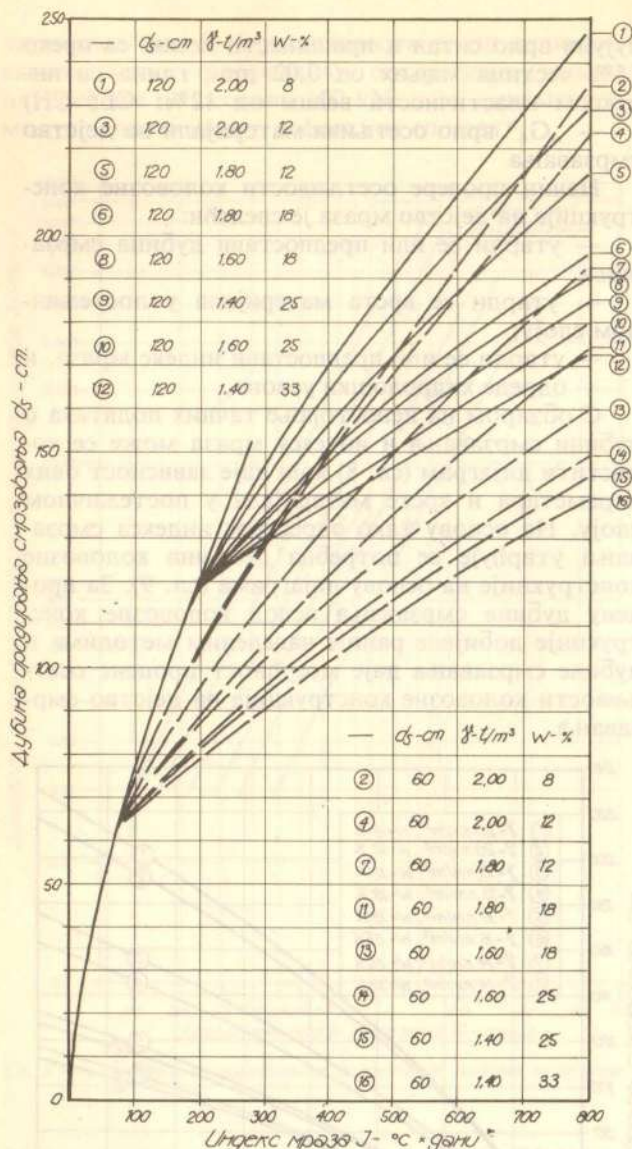
С обзиром на непостојање тачних података о дубини смрзавања и индексу мрза може се користити дијаграм (сл. 8) који даје зависност ових параметара и врсте материјала у постељичном слоју. На основу тако одређеног индекса смрзавања утврђује се потребна дебљина коловозне конструкције на основу дијаграма (сл. 9). За процену дубине смрзавања испод коловозне конструкције добијене раније наведеним методима и дубине смрзавања даје могућност процене осетљивости коловозне конструкције на дејство смрзавања.



Сл. 8 — Дијаграм за одређивање зависности дубине смрзавања и индекса мрза



Сл. 9 — Дијаграм за одређивање дебљине коловозне конструкције



Сл. 10 — Дијаграм за процену дубине смрзавања

КАРАКТЕРИСТИКЕ МАТЕРИЈАЛА КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Да би се извршило правилно димензионисање коловозне конструкције потребно је да се одаберу материјали од којих ће се градити поједини слојеви као и услови квалитета које треба да испуне слојеви изведени од тих материјала. Претпостављене карактеристике материјала омогућају димензионисања коловозне конструкције. Утицај низа фактора (гранулометријски састав, проценат везива, степен збијености, температура итд) који карактеришу један изведен слој одржава се на вредност динамичког модула еластичности E , а на основу дебљине слоја и вредности динамичког модула еластичности могуће је — под одређеним претпоставкама, извршити анализу напонских стања у коловозној конструкцији.

Асфалтни слојеви

Сви захтеви за хабајући слој морају да буду у складу са стандардом JUS U.E4.014 уз напо-

мену да је минимална дебљина слоја 3,0 cm и да је препоручљиво да се за справљање асфалтних мешавина употреби мекши тип битумена (BIT 90).

Сви захтеви за горње носеће слојеве морају да буду у складу са стандардом JUS U.E9.021 уз напомену да као везиво треба користити мекше типове битумена (BIT 90).

Динамички модул еластичности мења се изразито у зависности од температуре (сл. 11), а у зависности од аутора и институција које обављају испитивања постоје различити дијаграми међусобних односа.

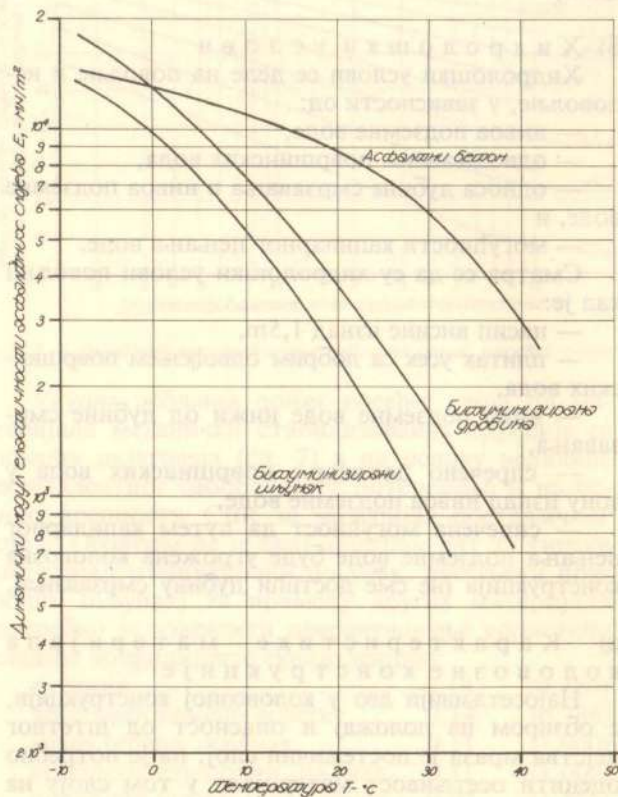
У даљем раду коришћене су следеће вредности динамичког модула еластичности:

битуменизирани шљунак... $E = 2.500 \text{ MN/m}^2$

битуменизирана дробина... $E = 3.500 \text{ MN/m}^2$

асфалтни бетон 0/8 mm... $E = 9.000 \text{ MN/m}^2$

Ове вредности су предпостављене и односе се на температуру од 20°C мада би било правилније коришћење највећих и најмањих дневних температура у зависности од годишњег доба (период одмрзавања, сушни период итд).



Сл. 11 — Промена динамичког модула еластичности у зависности од температуре

Механички стабилизирани слојеви

Доње носеће слојеве од механички стабилизираних материјала треба изградити у складу са стандардом JUS U.E9.020. У зависности од врсте изворишта материјала могу фигурисати следећи материјали:

— туцанички материјал
крупноће 0/60 mm... $E = 400 \text{ MN/m}^2$

- дробљени материјал
крупноће 0/35 mm $E = 300 \text{ MN/m}^2$
- шљунчани материјал
крупноће 0/60 mm $E = 200 \text{ MN/m}^2$

Доњи строј (постељични слој)

У зависности од стања старог коловоза у зони постељице може се наћи или коловозна конструкција старог типа (шљунчани коловоз, ломњени камен итд) или је у питању постељица од кохерентног материјала.

У даљем разматрању анализираће се следећи случајеви:

- постојећи стари коловоз од шљунка или дробљеног материјала најмање дебљине 30 cm $E = 150 \text{ MN/m}^2$
- материјал из локалних позајмишта (мајдански шут или песковити шљункови слабе гранулације) $E = 100 \text{ MN/m}^2$
- кохерентни материјали бољих карактеристика тако да је вредност $\text{CBR} = 5\% E = 50 \text{ MN/m}^2$
- кохерентни материјали лошијих карактеристика тако да је вредност $\text{CBR} = 3\% E = 30 \text{ MN/m}^2$

КОНТРОЛА КВАЛИТЕТА ИЗВЕДЕНИХ РАДОВА

Основни услов да усвојене предпоставке буду што реалније као и да коловозна конструкција има што дужи век трајања је да сви радови буду квалитетно изведени. Квалитет изведених радова контролише се са више параметара од којих су најбитнији:

- дебљина слоја,
- квалитет материјала од кога се изводи слој,
- степен збијености уграђеног слоја,

Изведена дебљина слоја не сме бити мања од пројектоване. У случају да је неки од слојева изведен у мањој дебљини потребно је следећим слојем извршити надградњу тако да укупна дебљина та два слоја има пројектовану вредност.

Квалитет материјала од кога се изводи слој контролише се на месту испоруке (асфалтна база, каменолом, шљункара) и мора да задовољи критеријуме дате у стандардима.

Степен збијености слоја одређује се упоређивањем запреминских тежина остварених на терену и у лабораторији или опитима плочом, на основу величина модула стишљивости. У даљој анализи сматра се да су испуњени следећи услови:

— горњи носећи слојеви (минимална дебљина регулисана је могућношћу уградње) морају бити збијени до 98% од лабораторијске вредности,

— доње носећи слојеви (минимална дебљина регулисана је могућношћу уградње) морају бити збијени до тог степена да носивост слоја у зависности од врсте материјала треба да износи:

- за туцанички слој. $M_s = 100$ до 120 MN/m^2
- за дробљени материјал. $M_s = 80$ до 100 MN/m^2
- за шљунчани материјал. $M_s = 50$ до 60 MN/m^2

— постељични слој (минимална дебљина 30 cm) мора бити збијен до 100% од оне по стандардном проторовом поступку код кохерентних материјала

односно код незезаних материјала до тог степена збијености да носивост слоја у зависности од врсте материјала износи:

- за ломњени камен. $M_s = 50$ до 80 MN/m^2
- за мајдански материјал. $M_s = 40$ до 60 MN/m^2
- за бољи локални материјал. $M_s = 30$ до 40 MN/m^2
- за лошији локални материјал. $M_s 25$ до 30 MN/m^2

ПРИМЕРИ ДИМЕНЗИОНИСАЊА КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Редослед у поступку димензионисања слојева коловозне конструкције је следећи:

— одредити материјале од којих се гради коловозна конструкција и утврдити параметре који ће се користити при прорачуну,

— одредити величине дозвољених напона на контактима слојева (вертикални напон и тангенцијални напон) на основу карактеристика материјала и еквивалентног саобраћајног оптерећења за прорачун по Бурмистер-овој методи,

— димензионисати асфалтне слојеве на основу величине дозвољених вертикалних напона на контакту са доњом носећом подлогом за прорачун по Бурмистер-овој методи,

— димензионисати асфалтне слојеве на основу еквивалентне дебљине и коефицијената еквиваленције у зависности од еквивалентног саобраћајног оптерећења за прорачун по стандарду JUS U.C4.012,

— димензионисати доњу носећу подлогу на основу еквивалентне дебљине, коефицијената еквиваленције, еквивалентног саобраћајног оптерећења и вредности CBR броја за постељични слој уз прорачун по стандарду JUS U.C4.012,

— димензионисати доњу носећу подлогу на основу величина дозвољених напона (вертикални на контакту са постељицом и тангенцијални на контакту са асфалтним слојевима) уколико се прорачун врши по Бурмистер-овој методи.

Стандард JUS U.C4.012

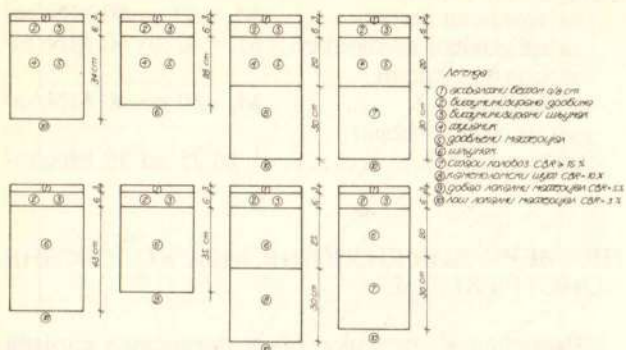
— еквивалентно саобраћајно оптерећење 82 MN
 $p = 1,25 \times 10^4$

- вредност CBR за постељични слој
- лош локални материјал. $\text{CBR} = 3\%$
- добар локални материјал. $\text{CBR} = 5\%$
- мајдански материјал. $\text{CBR} = 10\%$
- стари коловоз. $\text{CBR} = 15\%$

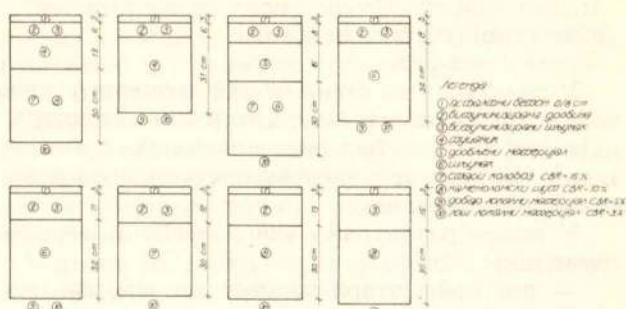
На основу дијаграма са сл. 6 и сл. 7 добијене су следеће еквивалентне дебљине:

- за асфалтне слојеве. $h_e = 8 \text{ cm}$
- за доње носеће слојеве
- за CBR 3%. $h_e = 43 \text{ cm}$
- за CBR 5%. $h_e = 35 \text{ cm}$
- за CBR 10%. $h_e = 24,5 \text{ cm}$
- за CBR 15%. $h_e = 20 \text{ cm}$

Примером одговарајућих коефицијената замене добијени су следећи типови коловозне конструкције (сл. 12)



Сл. 12 — Типови коловозне конструкције добијени на основу стандарда JUS U.C4.012



Сл. 13 — Типови коловозне конструкције добијени Бурмистеровом методом

Бурмистер-ова метода

— еквивалентно саобраћајно оптерећење..... $p = 4,9 \times 10^3$
 — дозвољени вертикални напон на контакту доњих и горњих носећих слојева, за доње носеће слојеве од:

туцаничког материјала... $1\sigma_v = 0,669 \text{ MN/m}^2$
 дробљеног материјала... $1\sigma_v = 0,501 \text{ MN/m}^2$
 шљунчаног материјала... $1\sigma_v = 0,334 \text{ MN/m}^2$

— дозвољени тангенцијални напон на контакту асфалтних слојева и доње носеће подлоге за горњи носећи слој од:

битуменизиране дробине... $\sigma_r = 1,95 \text{ MN/m}^2$
 битуменизираног шљунка... $\sigma_r = 1,65 \text{ MN/m}^2$

— дозвољени вертикални напон на контакту доњег носећег слоја и постеличног слоја за случај кад је постелични слој од:

лошег локалног материјала..... $2\sigma_v = 0,050 \text{ MN/m}^2$
 доброг локалног материјала..... $2\sigma_v = 0,083 \text{ MN/m}^2$
 мајданског материјала... $2\sigma_v = 0,167 \text{ MN/m}^2$
 старог коловоза..... $2\sigma_v = 0,251 \text{ MN/m}^2$

У зависности од комбинације слојева и применом раније датих образаца добијени су следећи типови коловозне конструкције (сл. 13).

ПРОВЕРА ОСЕТЉИВОСТИ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ НА СМРЗАВАЊЕ

Под условом да постоји пројекат за извођење радова може се претпоставити да су предвиђена решења за одводњавање и регулисање режима површинских и подземних вода тако да се хидролошки услови могу оценити као повољни. Што се тиче карактеристика материјала постеличног слоја, према раније наведеним карактеристикама у поглављу о карактеристикама материјала, може се рећи да су то најчешће материјали групе „G₂“; „G₃“ и „G₄“.

На основу дијаграма са сл. 8 и на основу опште претпоставке о дубини продирања мрза (70

до 90 cm) добија се да су индекси смрзавања око 300° C x дана. Са дијаграма на слици 9 добија се да потребна укупна дебелина коловозне конструкције сигурне на мраз износи:

— у случају кад су у постелици материјали групе „G₄“..... $d_s = 58 \text{ cm}$

— у случају кад су у постелици материјали групе „G₂“ и „G₃“..... $d_s = 40 \text{ cm}$

Може се видети да овако утврђена потребна дебелина коловозне конструкције с обзиром на заштиту од смрзавања није одговарајућа укупној дебелини која је утврђена прорачуном по Бурмистеровој методи да у појединачним случајевима имамо задовољавајућу дебелину конструкције а димензионисање по стандарду JUS U.C4.012.

С обзиром на ранг и значај оваквих путева не може се очекивати да изведена коловозна конструкција буде такве дебелине да не постоји опасност од смрзавања материјала у зони постелице. Према томе решење треба потражити у смањењу оптерећења пута у фази кад долази до одмрзавања и наглог пада носивости коловозне конструкције. Најбоље решење је забрана кретања тешких возила или смањење њихове носивости (оптерећење) и брзине.

ЗАКЉУЧАК

Без претензија да се у овом чланку врши упоређивање резултата димензионисања коловозних конструкција по различитим методама, обрађен је проблем коловозних конструкција за мање значајне путне правце и то за лак саобраћај. У току обраде коначних димензија појединих слојева вршена су заокруживања добијених вредности а ради смањења броја различитих комбинација коловозне конструкције (разлике 1 до 2 cm) извршена су су и одређена груписања.

Потребно је да се за сваки путни правац, пре његове изградње, изврше детаљна геомеханичка испитивања на траси у циљу утврђивања карактеристика материјала у постелици а исто тако и у циљу утврђивања карактеристика материјала

из локалних позајмишта. Оно што сматрам да треба посебно истаћи је следеће:

— при истим дебелинама горњих носећих слојева од битуменизираних материјала не добијају се битније разлике у дебелинама осталих слојева коловозне конструкције (мања предност је на страни битуменизираних дробина);

— при истој дебелини доњих носећих слојева механички стабилованих употребом квалитетнијег материјала битно се утиче на дебелину битуменизованих горњих носећих слојева;

— смањење дебљина доњих и горњих носећих слојева може се постићи само у случају кад је материјал постеличног слоја квалитетнији (осетне разлике се појављују кад вредности CBR постану веће од 10%);

— фазност у изградњи може се постићи на више начина уз напомену да при сваком наставку радова треба извршити поправке раније обављених радова и утврдити да није дошло до промена у раније утврђеним предпоставкама. Уколико се као фаза одвоји изградња битуменизованих слојева, неопходно је да се изврши затварање површине доњих носећих слојева како би се спречио штетни утицај површинске воде.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] ЈУС У. Ц4. 012
- [2] ЈУС У. Ц4. 010
- [3] ЈУС У. Ц4. 016
- [4] ЈУС У. Б9. 012
- [5] Упутство за одређивање саобраћајног оптерећења на путевима, Савез друштава за путеве Југославије, 1978 год.
- [6] Предлог Правилника о техничким нормативима за димензионисање коловозних конструкција нових путева, Савез друштава за путеве Југославије, 1978 год.
- [7] Предлог прописа о димензионисању коловозне конструкције Институт за путеве.

Прилазни путеви тунелу Учка — од тунела до Лупо- глава

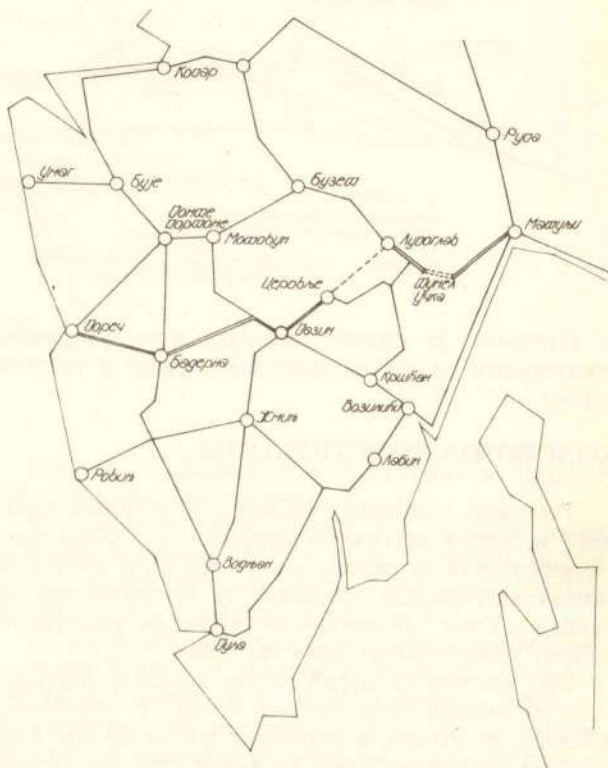
КРЕШИМИР СИРОВЕЦ, дипл. инж.

1. УВОД

У планинском раздобљу од 1977. до 1981. године предвиђено је било довршење путног правца Матуљи — Учка — Лупоглав, као дела магистралног пута број 2-а; Ријека — Лупоглав — Пазин — Пореч који омогућује најкраћу везу западног и централног дела Истре с Ријеком (слика 1).

Главни пројект пута Матуљи — Учка — Лупоглав подељен је на две деонице: Матуљи — тунел „Учка“ и тунел „Учка“ — Лупоглав, које чине посебне грађевинске целине, док је сам тунел „Учка“ предмет посебног пројекта.

У овом чланку биће приказана деоница од тунела „Учка“ до Лупоглава, дужине 7,1 km.



Сл. 1 — Карта пуйне мреже Истуре

ПРОЈЕКТИНИ ПРОГРАМ

Пут је требало пројектовати као пут првог разреда у планинском терену.

Разматрањем неколико варијанти пута од тунела „Учка“ до Лупоглава, усвојена је варијанта чија дужина трасе износи 7,1 km са следећим елементима: $V_{\text{гас}} = 80 \text{ km/čas}$, минимални радијус хоризонталне кривине 250 m и максимални уклон 3% (слика 2).

За остваривање везе постојећих путева с новим путем израђен је један спој на командном платоу испред западног улаза у тунел у чвориште у Лупоглаву.

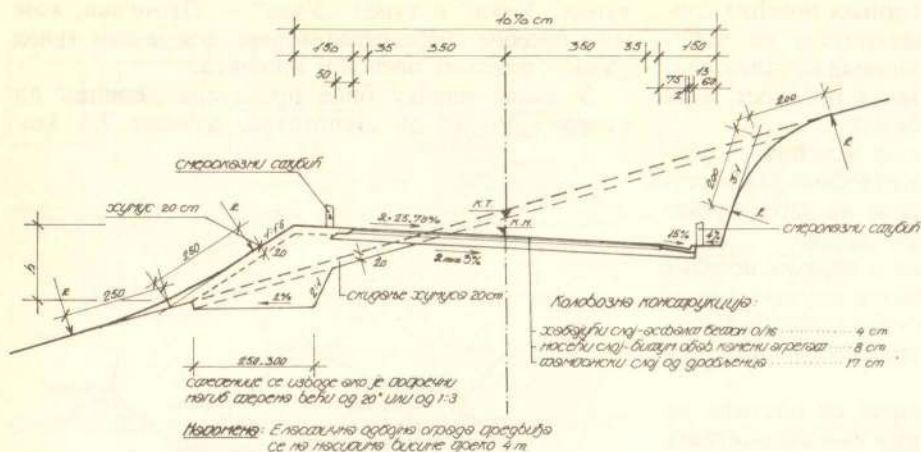
Како нова траса на четири места сече постојећи пут Поклон — Лупоглав, потребно је било премештање постојећег пута укључујући и изradу одговарајућих објеката на њему.

За израду главног пројекта урађене су геодетске подлоге ситуације терена у размери 1:1000 аерофотограметријском методом, а за обраду и прерачунавање пројекта пута коришћен је компјутерски пакет-програма за прорачун пројекта пута.

Kao materijal dobiven programom u osnovi (situaciji) služi osa puta definisana glavnim tačkama, a u nacrtu poprečni profili i kote na svakih 5,0 m.

Нормални попречни профил пута у каменом материјалу
R=1:100

Сл. 2 — Нормални попречни профил пута у каменом материјалу



Предмет је такође обрађен компјутерским прорачуном, и то за количине доњег и горњег строја.

КОЛОВОЗНА КОНСТРУКЦИЈА

Темељно тло испод насипа и у усецима израђено је према захтевима пројекта и „Опћих техничких увјета за радове на цестама“, а потребне замене материјала извршене су материјалом из тунела „Учка“ (издробљени кречњак релативно доброг гранулометријског састава).

Сви насипи су израђени од каменог материјала добивеног ископом из усека, у слојевима дебљине до 70 см, а највећим зрном 30 см. Сав лош материјал из усека (лапор и сл.) депонован је у депоније.

Насипи су рађени према захтевима пројекта и опћих техничких увјета, а према резултатима текућих и контролних испитивања збијености у потпуности задовољавају тражене захтеве. Како је каменог материјала из тунела „Учка“ било релативно доста, то је последњи слој насипа рађен од њега у дебљини око 30 см.



Сл. 3 — Вијадукт Еринишчак и командна зграда

Битуменизирани носиви слој израђен је од камене ситнежи 0/31 mm у дебљини 8 см, а хабајући слој од асфалтног бетона 0/16 mm (од племените камене ситнежи) дебљине 4 см.

ОПИС ТРАСЕ

Почетак трасе је дефинисан већ изграђеним предтунелом „Зриншчак I“ и командном зградом (слика 3), а на крају — већ изграђеним путем Бузет — Лупоглав (слика 4).

Фиксне тачке у ситуационом плану биле су: насеља Прашићи, Долења Вас и Горења Вас, затим железничке пруге Лупоглав — Раша и Лупоглав — Пазин и пут Поклон — Лупоглав.

Веома важну улогу у избору трасе одиграла је геолошка и морфолошка структура терена којим је пут требало да прође.

У висинском погледу, фиксне тачке су биле: пресецање нове трасе с постојећим путем Поклон — Лупоглав у Прашићима и Доленој Васи, прикључак у Лупоглаву, чвориште Лупоглав, а нарочито укрштање с пругама.

Бујични токови, којих је на траси веома много, такође су утицали на положај трасе пута.

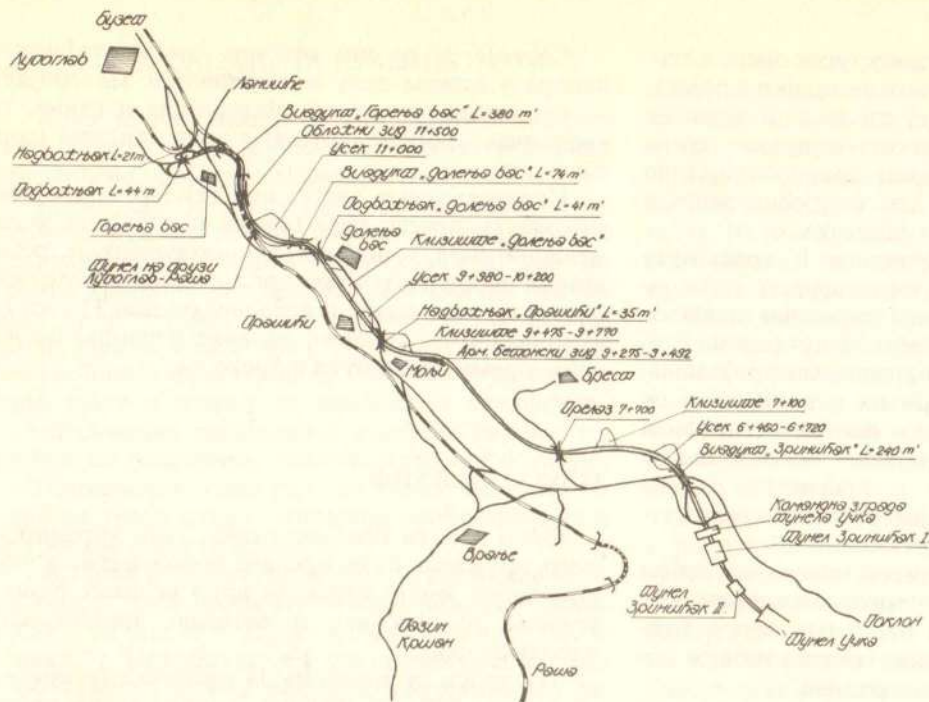
ПРЕМЕШТАЊЕ ПОСТОЈЕЋИХ ПУТЕВА

Премештање путева извршено је на местима где се није могао избећи прелазак новог пута преко постојећег Поклон — Лупоглав. На тим местима изграђена су укрштања у два нивоа, тако да на целом потезу новог пута од наплатног платоа до чворишта Лупоглава нема споја старог пута с новим.

Постојећи пут је пут II реда с елементима пута 4. разреда у планинском терену, па је на основу тога и $V_{\text{газ}} = 40 \text{ km/čas}$ спроведено и пројектовање премештених путева.

Нормални попречни профил премештених путева састоји се од две возне траке по 3,0 m и банке ширине по 1,0 m, односно чија је ширина заједно с риголом 1,0 m. Коловозна конструкција састоји се из:

— носивог слоја (тампонски слој) од механички сабијеног каменог материјала дебљине 17 см;



Сл. 4 — Ситуациони план трасе пута са важнијим објектима

- битуменизираног носећег слоја од камене ситнежи 0/31 mm дебљине 5,0 cm;
 - хабајућег слоја од асфалтног бетона 0/11 mm, дебљине 3,0 cm.
- Изграђено је приближно 3 km измештених постојећих путева.

ЧВОРИШТЕ ЛУПОГЛАВ

У зони Горње Васи, уз железничку пругу Лупоглав — Пазин, израђено је путно чвориште ради омогућавања везе Лупоглава и даље Бузета, с једне стране, Пазина (у будућности), постојећег пута Поклон — Лупоглав и Лабина, те тунела „Учка“ и Ријеке — с четврте стране (слика 5)!

Основни правац новог пута је за Пазин и у будућности је потребно израдити око 12 km новог пута од Лупоглава до Церовља како би се Пазин директно везао кроз тунел „Учка“ с Ријеком.

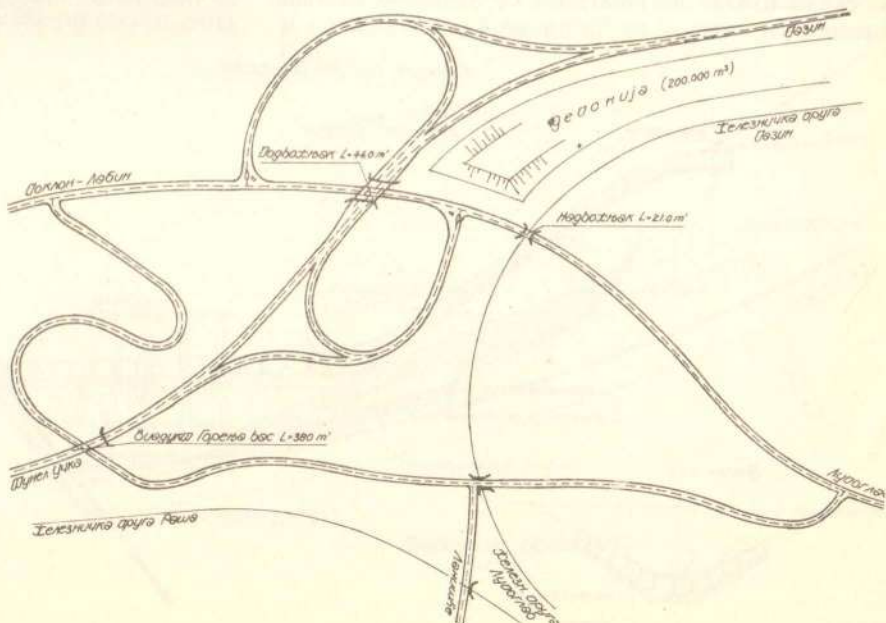
Изграђено чвориште у Лупоглаву је највеће у Истри и има 2,3 km пута.

У чворишту су изграђена два објекта: један на главном правцу дужине 44 m и ширине 18,2 m и један у железничкој прузи Лупоглав — Пазин дужине 21,2 m и ширине 6,4 m.

Да би се чвориште израдило потребно је било ископати 32.000 m³ каменог материјала, израдити 150.000 m³ насипа и 3.100 m³ тампона, 1.200 m³ битуменизираног носивог слоја те 540 m³ хабајућег слоја и неколико стотина метара бетонираних отворених канала ради одводњавања једног потока и површинских вода с коловоза.

ИНЖЕЊЕРСКО-ГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ТЕРЕНА НА ПОДРУЧЈУ ТРАСЕ

На пројектованој траси нису били обављени детаљни истражни геомеханички радови па је



Сл. 5 — Ситуациони план чворишта Лупоглав

главни пројект рађен на основу геолошких и геомеханичких радова обављених за идејни пројект.

Претпостављало се да су ти подаци довољно детаљни, да је могуће уз рекогносцирање терена с геологом и геомеханичарем трасу оптимално положити, тј. предвидети сва потребна решења важна за стабилност пута и објеката.

На излазу из тунела „Зриншчак I“ траса пута је на фораминиферским кречњацима, а даље — на лапоровитим и флишним теренима с наглашеним јаружањем. Краћи потези пута су на глиновитим слојевима и осулинским материјалима.

Геомеханички параметри на основу којих су одређени елементи нормалног попречног профила установљени су лабораторијским испитивањима репрезентативних узорака и прегледом терена (обављеним за идејни пројект) и детаљног прегледа терена за главни пројект.

Претпоставка да је квалитет материјала којим пролази терен такав да не треба очекивати веће потешкоће при земљаним радовима и при фундању објеката и потпорних зидова није се показала тачном при извршењу радова.

Појавило се неколико клизишта, темељи потпорних зидова морали су се спуштати дубље до здравог носивог материјала него што је предвиђено, објекти су се продуживали за неколико распона ради прелаза преко несигурног терена, а изграђен је и вијадукт на пилотима дужине 380 m ради прелака преко једног санираног клизишта итд.

Одмах с почетком радова увидело се да треба прићи детаљним геомеханичким истражним радовима, бушењу сонди, прегледу терена, лабораторијском испитивању материјала и друго.

Радове су обавили Геолошки завод из Љубљане и Факултет грађевинских знаности из Загреба (Завод за геотехнику), а налази су дати у посебним извештајима (њихово детаљније изношење прелази оквиру овог чланка).

На основу тих извештаја израђени су пројекти за санацију клизишта, објеката, потпорних зидова и усека.

Основна карактеристика слојева, преко којих прелази пут је да имају нагиб управно на смер пута.

Састоје се из два основна слоја: стабилног лапора у нижем делу и нестабилног материјала — мешавина осулинског материјала и глине, те кречњачке дробине (грушч) у површинском (горњем) делу.

Ископом усека, засека или темеља потпорних зидова, тј. пресецањем терена, ослобођена је ламеларна сила у ножици а прекорачена је резидуална чврстоћа контактнoг материјала (слој високопластичне глине и дебљини од цца 15 cm) па је долазило до клизања дробине (грушћа) по лапору, према траси пута и преко ње.

ОДВОДЊАВАЊЕ

Врло велики број водотока, који управно на смер пружања пута прелазе преко њега, а који повремено имају карактер врло великих бујица, условио је пажљиво и детаљно пројектовање одводњавања.

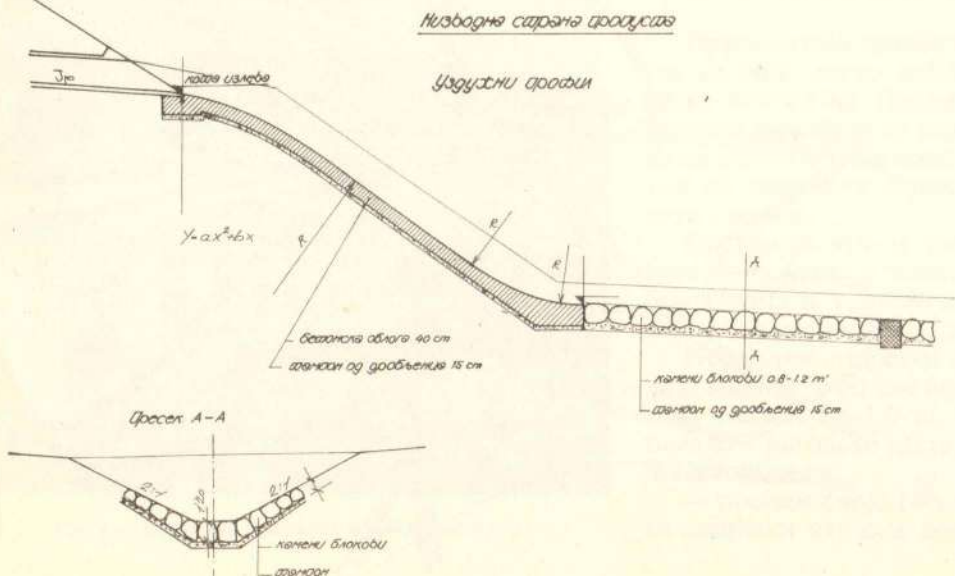
На траси су израђена 34 пропуста (у просеку на сваких 208 m). Већину бујица, а све припадају изворишном делу слива Бољунчице, чине практично два платоа, која међусобно дели кречњачка литица. Водотоци који прелазе с једног на други плато чине скокове с великом висинском разликом која у самом прорачуну није узимана у обзир.

Сливови су сврстани у седам група (према величини и карактеристикама) а у свакој групи одређен је репрезентативни слив, па је његов специфични проток примењен и на остале сливове те групе.

Капацитети пропуста (чије су минималне димензије одабране из конструктивних разлога) премашују, према провери, могуће протоке.

Одабрано је 14 цевастих бетонских пропуста различитих отвора, и то: 1 ком. ϕ 0,50 m, 4 ком. ϕ 0,80; 10 ком. ϕ 1,00 и 2 ком. ϕ 1,20 m те два типска бетонска цеста пропуста ϕ 1,5 m и два ϕ 2,0 m.

Код већих бујица, на низводној страни пропуста урађени су објекти за умирење водне енергије, према посебном пројекту (слика 6).



Сл. 6 — Излазни гео објекти за испуштање воде

ОБЈЕКТИ И САНАЦИЈА КЛИЗИШТА

Како је већ наведено, због различитих разлога, обим радова је био већи него што је било предвиђено пројектном документацијом.

Ради тога је траса пута била подељена на деонице дужине 200 до 500 m, тј. градилиште са двадесет радилишта (радних места) као засебних грађевинских целина. Док сви ти радови нису били готови, није било могуће ни приступити изради самог пута у ужем смислу речи. Ти проблеми наметнули су нови приступ изради целе трасе у односу на првобитно предвиђену, уз максимално ангажовање извођача радова, усклађивање динамичких планова изградње и слично.

Приказаћемо само укратко главне изведене радове на траси пута с основним проблемима које је требало решити (слика 4).

● Први је објект, полазећи од командне зграде тунела Учка према Лупоглаву, вијадукт „Зриншчак“ на km 6+185, изграђене дужине 240 m (слика 3). Првобитно је била предвиђена дужина $6 \times 30 = 180$ m, али се накнадно геотехничким радовима дошло до закључка да је потребно објект продужити за још два отвора, по 30 m. Претпоставило се да би насип, који је требало изградити на потезу од вијадука до усека на km 6+460, величине око 15.000 m³ материјала, оптеретио слој трошног лапора и глине на чврстом лапору и да би могло доћи до клизања терена. Истовремено су темељи објекта спуштени до чврстог лапора.

● Усек од $km\ 6+720$ требало је извести с нагибом косина 3:1. Чим су радови почели видело се да је материјал чисти лапор, те је након извршеног испитивања закључено да се усек изведе с нагибом 1:1,5 уз заштиту косина жичаном мрежом, и сађењем растиња. Радови су успешно завршени тако да је усек у потпуности стабилизован и озелењен.

У односу на првобитно предвиђених 16.000 m³ материјала ископано је 28.000 m³, што је знатно поскупело радове.

● На стационажни km 7 + 100 требало је по пројекту санирати клизиште. Радови на изради засека с нагибом 3:1 у дужини од око 150 m, започети су у јесен 1978. год.

У току зиме и пролећа 1979. године, на дужини од педесетак метара, дошло је до већег клизања тла према путу и до издицања трупа пута; покренуло се око 40.000 m³ материјала.

Након спроведеног геотехничког испитивања закључено је да се оса пута хоризонтално одмакне за 10 m од падине. Испод коловоза је извршена замена материјала дубине од 1 m чистим каменим материјалом.

Само клизиште санирано је ископом тла које је клизило и његовим одвожењем у депонију.

Ископ је изведен у облику трапезастог канала ширине 10 m и нагибом косина 1:2. У средини тог канала изграђен је одводни бетонски канал за површинске воде, а попречно на осу пута изведено је 5 дренава.

Дрвени су изведени од тузаничког материјала, у рововима обложеним геотекстилом — водо-пропусном пластиком.

Одводњавање дренажа изведено је централним пропустом.

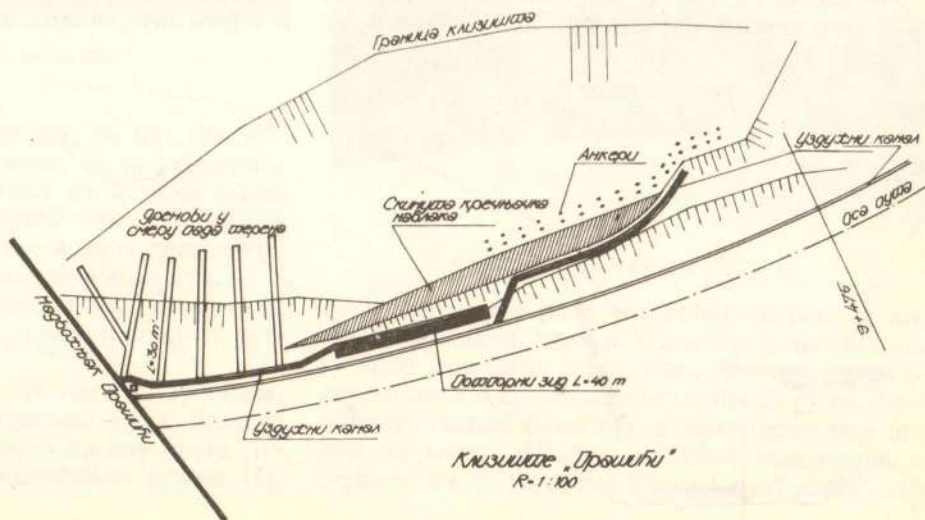
Након завршетка радова, крајем лета 1981., јавила су се два мања клизања унутар самог трапезастог канала, која, међутим, нису угрозила сам пут.

Цео предео је озелењен и до данас нема померања земљишта која би угрозила пут.

● На деоници од km 9 + 275 до km 9 + 492 пут је требало да изгради преко падине од лапора, с нагибом од око 45°. Да би се избегле дугачке косине насипа израђен је армирано-бетонски монолитни зид (L профила) с темељем на здравом лапору. У зид је уграђено 3.800 m³ бетона и 14.000 kg арматурних мрежа.

● На потезу od km 9+475 do km 9+720 put je u useku na чијој десној страни је санирано клизиште. Специфичност је у следећем: доњи слој је компактан лапор на којем се налази кречњачка навлака дебљине 1 m до 5 m, а преко ње се налази грушч.

Смер нагиба лапора и кречњачке навлаке је у смеру стационаже и управно на пут. После довршења усека дошло је до клизања кречњачке навлаке у усек а и до клизања грушча по кречњачкој навлаци. У зони тог клизања налазио се и надвожњак „Прашићи“ са својим упорњаком (слика 7).



Сл. 7 — Ситуација клизи-
шта Прашићи

Да би се клизиште стабилизovalo изведени су следећи радови:

а) Уклоњен је ивични део кречњачке навлaке на дужини око 100 m од почетка усека и на ширини 10 m, а откривени лапор заштићен је танким слојем грушча и уздужним бетонским одводним каналом. Ивични део навлaке стабилизovan је челичним анкерима ϕ 30 mm у лапор.

б) На средњем делу усека, где се лапор губи испод површине пута, израђен је бетонски зид дужине 40 m и висине 2 m, темељен на здравом лапору, како би држао насип материјала који задржава кречњачку навлaку.

ц) Од зида до стуба изведено је 6 дренава управно на пут. Дренови су обложени водопрпусном филтер пластиком (геотекстилом) а дренажни ров је испуњен чистим дробљенцем. На изласку из дрена уграђене су дренажне цеви а одводњавање је решено подужним отвореним каналом.

На целом подручју клизишта скинут је већи део грушча и одвезен у депонију да би се на тај начин што више смањила могућност утицаја, евентуално, поновно клизног материјала на стуб. Све пукотине су засуте, а терен поравнат и затрављен.

д) Криво стуба надвожњака „Прашићи“ заштићено је од силе клизишта израдом арматуре на обе стране крила стуба и уметањем две армиране хоризонталне греде као разупирача између крила стуба.

До данас нису примећена никаква померања у зони клизишта и може се сматрати да су радови успешно изведени.

● На делу од km 9 + 980 до km 10 + 220 предвиђено је било да се изведе усек с нагибом дужине око 15 m, а материјал је био мешавина осулинског материјала и глине са местимично већим кречњачким комадима (до 100 m³ по комаду). Одлучено је да се усек изведе с нагибом 1:1,5. Смањењем нагиба косине изведен је додатни ископ 9.000 m³ материјала.

По завршетку радова цела површина косине усека заштићена је хидросетвом, што је допринело да до данас нема знакова клизања косине.

● На потезу од km 10 + 300 до km 10 + 550 изведен је 1979. године усек дубине до 8 m.

По десној страни пута дошло је до клизања навушеног грушча по лапору, јер је исти имао

нагиб према путу и у смеру стационаже. Санација клизишта изведена је израдом масивног бетонског потпорног зида. Зид је дугачак 250 m, а у њега је уграђено око 9.000 m³ бетона и камена. До данас није примећено никакво померање терена или зида.

● Од km 10 + 550 до km 11 + 000 израђена су два објекта, и то подвожњак „Долења Вас“ дужине 41 m (према првом пројекту дужина 13 m) и вијадукт „Долења Вас“ дужине 74 m (према првом пројекту дужина 55 m). Оба објекта продужена су ради сигурности јер је на нестабилном терену требало израдити насипе који су могли узроковати померање терена. Ради сигурности један од стубова вијадука темељен је на два пилота 100 cm на дубини 9 m.

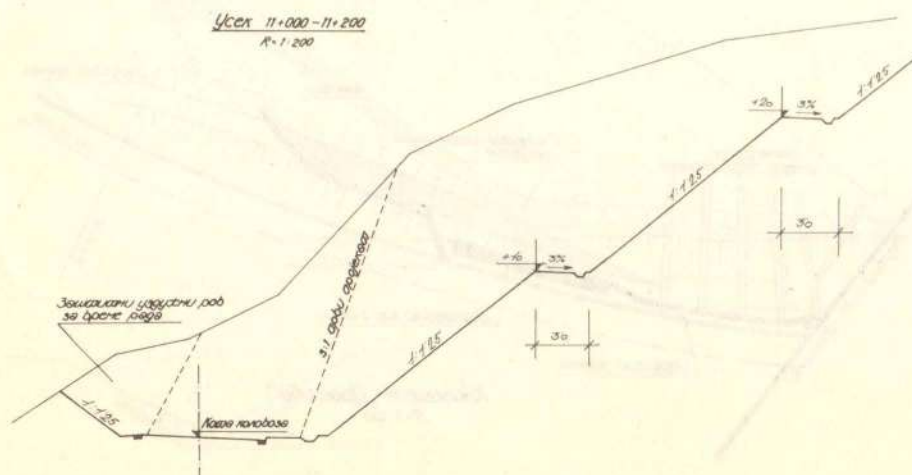
● На делу пута од km 11 + 200 требало је израдити врло дубок усек (до 30 m) са нагибом косине 3:1. Главним пројектом предвиђало се да је усек у каменом материјалу, али приликом ископа целог усека констатовано је тло од разломљеног кречњака са земљаним везивом, а на дубини 12 m бушењем је утврђен слој лапора са нагибом од око 15° управно према путу. Након теренских и геомеханичких истражних радова и лабораторијских испитивања израђен је пројект усека. Усек је изведен са две берме ширине 3 m и нагибом косина између берми 1:1,25. Цела површина косине заштићена је хидросетвом ради спречавања ерозије (слика 8).

Укупно је ископано око 85.000 m³ материјала који је одвезен у депонију.

Посебан проблем при изградњи усека била је близина железничке пруге Лупоглав — Раша и тунел на к.зј, што је онемогућавало било какво минирање.

Ископ је вршен у слојевима, одозго према доле, с тим да је прво израђен уздужни ров у подножју усека (као заштита од евентуалног падања камена. У току рада није било падања камена мимо рова, тако да се саобраћај железничком пругом одвијао несметано. Ни до данас није примећено никакво померање косина усека.

● На делу од пута од km 11 + 500 до km 11 + 645, по десној страни, израђен је обложни потпорни зид као заштита косине засека. Након израде засека утврђено је да је због врло лошег материјала (кречњачки самци са слојевима глине и већим шупљинама између) а стабилност изве-



Сл. 8 — Решење усека на km 11 + 100

деног засека врло проблематична. Заштитни зид, дебљине 1 m изграђен је од бетонских елемената величине 5 m x 0,5 m x 0,15 m, који су уједно служили као спољна оплата при изради бетона уграђиваног из бетонске мешалице.

● На делу од km 11+600 до km 12+040 главним пројектом је било предвиђено да се изведе потпорни зид дужине 170 m (од km 11+595 до km 11+765 лево), затим надвожњак преко пруге Лупоглав — Раша, дужине 70 m, подвожњак „Горења Вас“ преко пута Поклон — Лупоглав, дужине 15 m (km 12+125), а између њих насип висине до 12 m са око 50.000 m материјала. Међутим, одустало се од овог решења из више разлога. Године 1952. клизнуло је више десетака метара насипа пруге Лупоглав — Раша и морало се прићи санацији целог подручја.

Санација је добро изведена, тако да од онда нису примећена никаква померања терена. Дрго, није се могло са сигурношћу тврдити да насип тако великих димензија не би неповољно деловао на цело санирано подручје.

Трећи разлог је био повећани опрез због појаве клизишта дуж целе трасе од тунела до Лупоглава.

Након спроведених геомеханичких истраживања закључено је да се на том делу изради вијадукт дужине 380 m (14x27,1 m), темељен на пилотима. Оптерећење вијадука преноси се преко стубова и пилота на компактни лапор без деловања на санирано клизиште (слика 9 и 10).



Сл. 9 — Вијадукт „Горења Вас“

● У самој петљи Лупоглав, на km 12+367, израђен је подвожњак дужине 44 m и ширине 18,2 m (слика 11), а особеност му је да је укрштање косо, неједнолика закривљеност оба пута у ситуационом плану, одвајање возних трагова на самом објекту, лом површине коловоза итд.

Објект је због тога изведен као монолитна шупља армирано-бетонска плоча подупрta витким стубовима.

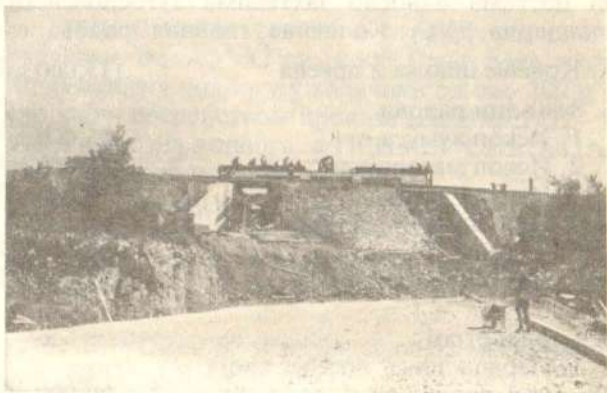
Да би се омогућио улазак пута у Лупоглав, а тиме и спој Бузета са тунелом Учка, било је потребно да се у железничком насипу пруге Лупоглав — Пазин изради подвожњак (слика 12).



Сл. 10 — Вијадукт „Горења Вас“



Сл. 11 — Подвожњак $l = 44$ m



Сл. 12 — Објект у пруги $l = 21$ m

За све време рада саобраћај пругом се није смео прекидати, што је условило ручно бушење уз врло пажљиво минирање. Два армирано-бетонска дела подвожњака бетонирана су на железничкој станици Лупоглав, а затим превезена пругом до места уградње и затим монтирана на стубове, па за то време (само 1 дан) једино није

било саобраћаја пругом. Након монтаже горњег строја уклања се део насипа између стубова подвожњака. Дужина подвожњака је 21,2 m, а ширина 6,4 m.

ОСНОВНИ ПОДАЦИ О ГРАДЊИ ПУТА

Радови су започели у јесен 1978. године, а уговорени рок довршења је била средина 1980. године. Због великог повећања накнадних радова (санација клизишта, продужење објеката, итд.) радови су довршени крајем септембра 1981, а пут је пуштен у саобраћај заједно са отварањем тунела „Учка“ 27. 9. 1981. године.

Послове инвеститора обављала је радна организација за консалтинг „Учка“ из Пазина.

Пројектну документацију израдио је Грађевински институт ООУР Факултет грађевинских знаности у Загребу, а за објекте „Хидроелектра“ из Загреба, „Градис“ из Марибора и „Ријека-пројект“ из Ријеке.

Носилац радова била је СОУР „Хидроелектра“ из Загреба, а радове су изводили:

ТОЗД „Приморје“ из Ајдовшчине: доњи и горњи строј пута, санирање клизишта, потпорни зидови, доњи строј 2 објекта, доњи и горњи строј 2 објекта, одводњавање и уређење околине;

„ГРАДИС“ из Марибора: горњи строј 4 објекта;

СОУР „Хидроелектра“ из Загреба: доњи строј 2 објекта, доњи и горњи строј 4 објекта и асфалтне слојеве на свим објектима;

— „ГЕОТЕХНИКА“ из Загреба: пилоти објеката.

Надзор над извршењем радова и контролна испитивања квалитета вршио је Грађевински институт — ООУР Завод за материјале и конструкције из Ријеке.

На основу свих извештаја о квалитету може се рећи да је цели објект изведен у складу с пројектом и Опћим техничким условима за радове на цестама односно захтевима Југословенских стандарда ЈУС. Количине главних радова су:

А. Крчење шибља и дрвећа	115.000 m ²
Б. Земљани радови	
1. Ископ хумуса	23.000 m ³
2. Ископ материјала	485.000 m ³
3. Израда насипа	270.000 m ³
4. Планирање и ваљање пос-тељице	82.000 m ²
5. Депонија материјала	215.000 m ³
В. Горњи строј	
1. Израда доњег носећег слоја (тампон)	20.000 m ³
2. Израда битуменизираног носећег слоја	5.100 m ³
3. Израда хабајућег слоја	2.600 m ³
4. Одбојна ограда	5.400 m
Г. Бетонски радови	
1. Израда и уграђивање бетона свих марки	22.000 m ³
2. Израда рибола	10.200 m

Д. Објекти

1. Пропусти	34 ком.
2. Потпорни зидови (дужина)	365 m
3. Обложни зидови (дужина)	265 m
4. Надвожњаци и подвожњаци 6 ком, укупне дужине	225 m
5. Вијадукти 3 ком, укупне дужине	690 m

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Пројектна документација деонице Тунел „Учка“ — Лупоглав 1976 — 1981.
- [2] Опћи технички увјети за радове на цестама, СИЗ за цесте Хрватске, Загреб 1978.
- [3] Градилишна документација
- [4] Цестовни тунел „Учка“ — Бањад Иван, дипл. инг. — XI конгрес Савеза друштава за путеве Југославије
- [5] Мостови на цести Матуљи — тунел „Учка“ — Лупоглав, Звонимир Марић, дипл. инг., Грађевинар, 4/82.
- [6] Санирање клизишта Долења Вас, Сировес Крешимир, дипл. инж. Симпозиј „Истраживање и санација клизишта“, Блед, 1981.

Санација пукотина и асфалтни премази који се користе за заштиту асфалтних застора од разорног дејства нафте, деривата нафте и неорганских соли

Мр ИМРЕ ПАП

Коловозни застори који су намењени за врло тежак и фреквентан саобраћај моторних возила као и површине намењене за авионски саобраћај, под експлоатационим условима, током времена могу претрпети различите облике оштећења. Оштећења у виду стварања колотрага, валова, пукотина, ударних рупа, зона клизања и других, смањују век трајања асфалтног застора и утичу на смањење експлоатационе способности застора. Узроци настајања поменутих оштећења последица су неправилног димензионисања, пројектовања и избора коловозне конструкције, неодговарајућег квалитета и квантитета компоненталних материјала, лошег уграђивања, утицаја климатских фактора, деривата нафте и неорганских соли и други.

Одговарајућом интервенцијом путем санације и обнове треба омогућити да се оштећени асфалтни застор брзим и економичним поступцима доведе у такво стање да задовољи експлоатационе захтеве у погледу равности, храпавости, клизавости и отпорности према деловању саобраћајног оптерећења, климатских фактора и утицаја органских и неорганских једињења.

Оштећени асфалтни застор се у принципу санира или скидањем комплетног слоја и уграђивањем новог или, уколико нису велика оштећења, наношењем новог асфалтног застора преко већ постојећег.

После уграђивања, заштита асфалтног застора од стварања пукотина, неравнина, деловања нафтених деривата и других оштећења као и санација мањих оштећења постиже се заштитним премазима и материјалима. Такви материјали и премази морају имати добру прионљивост за асфалт тако да у експлоатационим условима не долази до чупања масе из пукотина, односно до скидања асфалтног премаза под дејством саобраћаја, дејства млаза авиона и средстава за чишћење (како механичког тако и хемијског). Клизавост и рапавост асфалтног застора, пресвученог заштитним премазом, мора бити у границама експлоатационих захтева. Квалитет материјала и поступак уграђивања мора обезбедити могућност експлоатисања застора већ после 2-3 сата након извођења радова. Обновљени застор мора бити издржљив на механичке и физичко-хемијске утицаје у периоду експлоатације од најмање 2 године и мора бити обезбеђена поновљивост поступка — наношења асфалтног премаза.

Заштитни премази у зависности од примене су мешавине битумена емулгованог у води (емулзије) или битумена разређеног неком бензинском фракцијом (разређени битумен), катрана или природног асфалта модификованог еластомером (каучук, епокси смола, полиуретан, полиестар или акрилат) уз додатак пластификатора и специјалних адитива, пунила и дробљеног песка.

1 МАТЕРИЈАЛИ И ПОСТУПЦИ ЗА ЗАШТИТУ И САНАЦИЈУ ПОВРШИНЕ КОЛОВОЗНОГ ЗАСТОРА ОД ПУКОТИНА И НЕРАВНИНА

Према проспектима домаћих и иностраних фирми за заштиту и обнову површине коловозног застора, као и за санацију неравнина и пукотина на површини хабајућег слоја, могу се применити следећи премази и материјали:

1. „БИТЕК О“, производ „АДИНГ — ОПИСА“ ИЗ Скопља, представља еластичну једнокомпонентну масу на бази разређеног битумен-каучука у растварачима. Користи се за хидроизолацију свих врста објеката и за санирање и заштиту површина од стварања пукотина.

Наноси се на суву и чисту површину. „БИТЕК О“ поседује добру прионљивост, еластичност, отпорност у интервалу температура од -60°C до $+120^{\circ}\text{C}$. Време сушења је између 20-30 сати у зависности од спољне температуре.

За заливање хоризонталних фуга код бетонских и ливеноасфалтних путева и писта користи се „БИТЕК“ — пластично-еластична маса на бази разређеног каучуком модификованог битумена.

2. „СТАБИЛИЗАТОР Р“ производ „АДИНГ — ОПИСА“ — Скопље, представља заштитни премаз на бази катјонске флуксирајуће битуменске емул-

зије који продужава век трајања бетонских и асфалтних површина. Примењује се за заштиту и санацију пукотина бетонских или асфалтних застора на путевима, аеродромским пистама и другим.

„СТАБИЛИЗАТОР Р“ се наноси на чисту и суву подлогу а затим посипа дробљеним еруптивним песком. Застор је спреман да прими саобраћај после 2 до 3 часа од наношења.

3. „THANATAR“, производ „MEYNADIER + CIE AG“ — Цирих (итал BARRA S.P.A. — Милано) је високофлексибилна двокомпонентна хладна маса за заливање пукотина и фуга. „THANATAR“ је изграђен на бази полиуретанске смоле и гудрона. Поседује изванредну еластичност, механичку и хемијску отпорност посебно на дејство киселина и база, деривате нафте (бензин, керозин). Употребљава се за херметизацију хоризонталних спојница ширине 8—10 mm на бетонским и асфалтним засторима који су изложени великом саобраћајном оптерећењу и деловању агресивних материја.

„THANATAR“ се уграђује на суву и чисту подлогу у количини од 10 g/m, односно 100-150 g/m²

4. „THIOCHROM 211 S“ производи „ЦХРОМОС — РО ЦХРОМОС ПОЛИМЕРИ“, Загреб.

„THIOCHROM 211 S“ је еластични двокомпонентни херметик израђен на бази полисулфида. Користи се за херметизацију привидних и радних хоризонталних спојница у бетону на аеродромима и у нискоградњи.

„THIOCHROM 211 S“ поседује отпорност на деловање нафте и деривата, минерална и биљна уља, хемијске агенсе, атмосферичке, УВ — зраке, воду, а све у опсегу температура од -50°C до $+120^{\circ}\text{C}$.

Степен еластичности при тренутном оптерећењу износи 100-300%, а при трајном 25%. Има одличну прионљивост за бетон а лошу за битумен и катран.

„THIOCHROM 211 S“ се уграђује на температуре од $+5^{\circ}\text{C}$ до $+30^{\circ}\text{C}$ на суву, чисту и одмашћену подлогу у количини од око 200 g/m спојнице, посредством премаза (ПРИМЕР Н—17 ако је порозна подлога, а ПРИМЕР СПЕЦИЈАЛ ако је подлога непорозна).

Због компонената које штетно делују на људски организам, „THIOCHROM 211 S“ се мора употребљавати уз све неопходне мере безбедности и заштите.

5. „LIVOBIT S“ је црна заливна маса, производ СГП „Словенијацесте — Техника“ ТОЗД Ниске градње, Љубљана.

„LIVOBIT S“ је црна, неутрална високомолекуларна и термички топива мешавина састављена од висококвалитетног битумена, еластичног пунила и посебних додатака за побољшање прионљивости и отпорности према старењу. Отпоран је на воду, киселине, базе и соли и зато се употребљава и као трајно водонепропустиво средство. Раствара се у нафти, петролеуму, терпен-

тину, бензину, толуолу, ксилолу, угљен-тетрахлориду и другим органским растварачима.

„LIVOBIT S“ се употребљава за заливање бетонских и асфалтних пукотина ширине мин. 5 mm и дубине од 5 до 200 mm. Поседује одличну прионљивост за материјале као што су: бетон, асфалт, метали, керамика, стакло, ПВЦ, ПП.

„LIVOBIT S“ се наноси растопљен на 180° C на суву и чисту подлогу. Уколико је спољна температура 25° C, премаз се осуши за 6 часова; при нижим температурама, време сушења се продужава и на 24 сата. После хлађења и сушења „LIVOBIT S“ задржава трајну конзистенцију.

6. „LIVOLIT“ је хладна заливна маса коју производи, уграђује и продаје СГП „Словенија-цесте—Техника“ ТОЗД Низке градње, Љубљана.

„LIVOLIT“ је полугуста, хладна битуменска маса израђена на бази природног асфалтног материјала, еластомера и додатака.

Потребна вискозност за хладно заливање, постиже се растварачем који омогућава брзо уграђивање масе.

„LIVOLIT“ се употребљава за заливање хоризонталних пукотина ширине од 0,1 до 5 mm у асфалтним и бетонским засторима. Маса се наноси на хладно помоћу посебне брызгалице при чему није потребно накнадно посипање и изравнавање. Због садржаја лако-испарљивих органских растварача, при раду са „LIVOLITOM“, морају се одстранити сви извори топлоте.

7. „PROMAK A“ је производ GOLDSCHMIDTA из Есена. Материјал је на бази катранских деривата и додатака. Користи се за санацију мањих пукотина и оштећења и као заштита од деловања нафте и нафтених деривата на асфалтним и бетонским површинама која подносе и најтежа саобраћајна оптерећења. Употребом „PROMAK A“ продужава се век трајања објекта. У зависности од намене и врсте објекта као и од подлоге врши се обрада површине. На очишћену и суву подлогу наноси се претходни премаз који може бити или само „PROMAK A“ или 80% водени раствор „PROMAK A“ у количини од 0,2 — 0,4 kg/m². Затим се наноси заштитни премаз од мешавине 50% „PROMAK A“, 10% филера и 40% природног песка 0/1 или 0/2 mm. Евентуално може да се нанесе још један слој од мешавине 35% „PROMAK A“ и 65% песка 03 mm. Наношење премаза врши се на хладно при амбијентним температурама вишим од +5° C. Време сушења према износи око 3 дана.

Поступак заштите и санације захтева следећу опрему: уређај за прскање, кипер за камени материјал, разастирач и уређај за шлемовање.

Систем заштите са „PROMAK A“ досад је примењен на следећим аеродромима:

Белгија:	— Zaventum код Brüssela
Немачка:	— Bremgarten код Freiburga
	— Lech код Flensburga
	— Neuburg код Donaua
Холандија:	— Eindhoven
	— Shipol код Amsterdama
	— Twente

8. „REINAU TF“ — „SPECIAL“ је врућа заливна маса коју производи FORMFLEX GMBH из Ludwigshafen/Rhein употребљава се за заливање хоризонталних бетонских спојница ширине мин. 6 mm и дубине мин. 12 mm на површинама које су изложене дејству горива и саобраћајног оптерећења (ауто-путеви, аеродроми, рафинерије, паркиралишта, војни објекти и др.).

„REINAU TF — SPECIAL“ је чврста црна маса на бази катранске смоле оплемене еластомером. Наноси се на чисту и суву површину при амбијентној температури изнад +5° C у количини од 1,5 kg по 1 dm³ спојнице.

„REINAU TF — SPECIAL“ по својим карактеристикама задовољава америчке федералне спецификације SS—S 1614.

9. „FORMFLEX TP“ је црна, незапаљива двокомпонентна хладна заливна маса на бази полиуретана и специјалних катранских деривата.

„FORMFLEX TP“ производи FORMFLEX GMBH из Ludwigshafen/Rhein. Користи се за заливање свих хоризонталних спојница на путевима, паркиралиштима, аеродромским пистама, радним површинама у гаражама, сервисним радионицама и другим објектима.

„FORMFLEX TP“ поседује одличну хемијску и механичку стабилност, растељивост и еластичност, отпорност према деловању горива, растварача, разблажених киселина и алкалија. Чврстоћа по Shoreu је између 10-15. Отпоран је на температуре између -30° C до +80° C. Употребљава се за заливање сувих и чистих спојница ширине 8-10 mm и дубине 8-10 mm, при температури околине од +5° C до +40° C. Време сушења масе износи између 4-6 часова, а комплетно очвршћавање масе после отприлике 24 сата при температури од +20° C.

Оштећења коловозног застора као што су: пукотине, неравнине, клизавост, уколико се не санирају на време, условиће повећање старих оштећења и појаву нових, што се на крају манифестује у прогресивном пропадању коловозне конструкције. Зато санација и заштита застора треба бити благовремена и одговарајућа, а по могућству одмах након уградње хабајућег слоја. Једино тако продужавамо век трајања и експлоатациону способност застора.

II ЗАШТИТА ПОВРШИНЕ АСФАЛТНИХ ЗАСТОРА ОД РАЗОРНОГ ДЕЈСТВА НАФТЕ И НАФТЕНИХ ДЕРИВАТА КАО И ДРУГИХ ОРГАНСКИХ И НЕОРГАНСКИХ ЈЕДИЊЕЊА

Битумен је комплексна смеша органских једињења добијена комбинованим поступцима прераде последње, најтеже фракције нафте. Састоји се углавном од угљоводоника алифатске, нафтenske и ароматске природе које поседују киселу, базну или неутралну функцију. Због овако сложеног састава врло је мали број органских једињења који су инертни према битумену. Органски растварачи (хлороформ, угљен-тетрахлорид,

трихлоретилен, перхлоретилен, бензол, ацетон, етар и др.) као и деривати нафте (бензини, керозини, дизел-горива, мазива уља, лака моторна уља и други) растварају битумен при чему му погоршавају оне физичко-хемијске карактеристике које га чине применљивим као везиво у асфалтним мешавинама, што доводи до разарања асфалтних површина. Тешка уља у већој мери утичу на разарање асфалтних застора од керозина, а керозин у већој мери од бензина. Утицај нафте и нафтених деривата зависи и од типа и од врсте битумена који служи као везиво у асфалтним мешавинама. Утицај је израженији код мекших, нисковискозних битумена. Компонентални минерали материјали у асфалтним мешавинама се, без битумена као хидроизолационог, везивног и заштитног средства против деловања агресивних материјала, разарају под утицајем саобраћаја, воде, соли, киселина, алкалија и др.

У табели 1 приказане су хемикалије, осим органских растварача, горива и мазивих уља, који се најчешће примењују у хемијској индустрији и њихов утицај на битумен у зависности од температуре и концентрације (1).

Неорганска једињења, ако изузмемо концентроване киселине (хлороводонична, сумпорна, фосфорна, азотна и друге киселине), немају евидентно дејство на битумен.

Утицај концентрованих киселина на битумен је постепен у зависности од температуре и од односа неутралних, базних и киселих компоненти у битумену и није у тој мери изражен као што је при деловању органских растварача. Концентроване киселине и соли иницирају хемијске процесе у битумену које убрзавају његово „старење“.

У случају да дође у додир са каменом агрегатима у склопу асфалтне мешавине, киселине растварају кречњачки а базе еруптивни камени материјал условљавајући пропадање коловозне конструкције. Из горе наведених разлога врло је тешко пројектовати коловозе који ће бити отпорни истовремено на утицај органских и неорганских једињења. Асфалтна мешавина за путеве и друге објекте мора бити тако пројектована да искључи утицај киселина и база на минерални материјал, значи једна мешавина затвореног типа са битуменом тврђе врсте.

Заштита битумена у хабајућем слоју коловозне конструкције постиже се употребом заштитног премаза у виду емулзије на бази катрана и синтетских смола или употребом, уместо битумена, специјалног везива на бази катрана и епоксидне, полиуретанске, полиестарске или акрилатне смоле.

Заштита површине коловозног застора постиже се танким заштитним слојем од материјала на бази катрана и/или синтетских смола.

На тржишту се налазе следећи материјали:

1. „BAGIE-FERTIG SCHLAEME OT 80“

Материјал производи „Bau-Chemie Giessen/Lahn“ из Немачке. Премаз је на бази катранског везива. На асфалтну површину наноси се везни слој у количини од 0,2 до 0,3 kg/m² и заштитни слој у једном или више слојева. Први слој у количини од 2 до 3 kg/m² а други или трећи у количини од 1 до 1,5 kg/m².

Табела 1. утицај хемикалија на битумен

ХЕМИКАЛИЈЕ	Концентрација %	Температура	
		30°C	65° C
НЕОРГАНСКЕ КИСЕЛИНЕ			
Сумпорна — киселина	< 25	+	+
	> 25	+	x
	< 95	—	—
Олеум		—	—
Азотна — киселина	< 10	+	x
	> 10	x	x
	65	—	—
Хлороводонична — киселина	< 25	+	+
	> 25	+	x
	36	x	—
ОРГАНСКЕ КИСЕЛИНЕ			
Млечна — киселина		+	+
Лимунска — киселина		+	+
Киселина за штављење	< 25	+	+
	> 25	+	+
Винска — киселина	< 25	+	+
	> 25	+	+
Мравља — киселина	40	+	x
Сирћетна — киселина	25	+	+
Бутерна — киселина		—	—
Олеинска — киселина		—	—
Оксална — киселина		+	+
Бензоева — киселина		+	+
Фтална — киселина		+	+
Фенол		+	—
НЕОРГАНСКЕ БАЗЕ			
Калијум — Хидроксид		+	x
Натријум — Хидроксид		+	x
Амонијум — Хидроксид		+	+
ОРГАНСКЕ БАЗЕ			
Триетаноламин		+	—
Анилин		—	—
Пиридин и Хомолози		—	—
РАСТВОРИ СОЛИ			
Сулфати		+	+
Хлориди		+	+
Нитрати		+	+
РАЗНА ЈЕДИЊЕЊА			
Вода за пиће		+	+
Раствор сапуна		+	+
Водоник — Пероксид	30	x	—
Формалин		+	+
Глицерин		+	+
Гликол		+	+
Меласа		+	+
Шећер		+	+
Пиво		+	+
Отпадна вода		x	x

ЛЕГЕНДА:

- + — резистентан на утицај хемикалије
- — неотпоран на деловање хемикалије
- x — утицај хемикалије није евидентан (потребна је провера)

2. „TEEROID PARC“. Материјал производи „ASEOL“ из Швајцарске а заступник се налази у Бечу. Премаз је на бази катранских деривата и додатака. Наноси се у једном, два или три слоја у количини од 1; 1,5 или 2,5 kg/m².

3. „PROMAK A“. Материјал производи „GOLDSCHMIDT“ из Немачке. Материјал је на бази катранских деривата и додатака. Наноси се у количини од 2 kg/m^2 и то мешавина 50% материјала „PROMAK A“, 10% филера и 40% песка $0/1 \text{ mm}$.

4. „SHELLGRIP“. Материјал производи SHELL International Petroleum Company. Премаз је на бази двокомпонентне епокси смоле са посипом од калцинисаног боксита. Наноси се у количини од $1,5 \text{ kg/m}^2$ и посипа са $6,5 \text{ kg/m}^2$ калцинисаног боксита.

5. „EMULSION SEALER“ је производ „OHISA“ из Скопља. Премаз је на бази угљоводоничног везива и других хемијских адитива емулгираних у води. Наноси се у два слоја у количини од 1 l/m^2 на чисту и одмашћену површину. Употребљава се као средство за заштиту асфалтних и бетонских површина од разорног дејства нафте и нафтиних деривата.

6. „PERMA — BIND“. Материјал производи „LARUTAN“ у САД или „GIL — BIND“ који производи француска фирма „CHENEVIER BAILLY“ из Париза. Премаз је на бази природног асфалта гилсонита. Служи за обнову асфалтних површина али према проспекту користи се и као заштита против дејства уља.

7. „KATROID“ је производ „Катрана“ из Загребa. Премаз је на бази катранских материјала и додатака. Наноси се у количини од $1,5 \text{ kg/m}^2$.

8. „ЕМУЛЗИЈА NND“ је производ „ADING-OXICA“ из Скопља. Спречава разорно дејство нафте, нафтиних деривата и атмосферских утицаја.

Примењује се за заштиту асфалтних површина на паркинг просторима, бензинским пумпама, авионским паркиралиштима гаражама, односно свуда где је потребна заштита од нафте и нафтиних деривата.

„ЕМУЛЗИЈА NND“ наноси се гуменим ваљком на чисту и одмашћену површину у два слоја у количини од $1,0 \text{ l/m}^2$. За постизање храпаве површине „ЕМУЛЗИЈА NND“ се меша са кварцним песком максималне величине зрна $0,6 \text{ mm}$ у односу 1:10. После 24 сата сушења третирана површина може да се пусти у употребу.

9. „UNIEPOX (RIVALFIX)“ производи Ital BARRA S.p.A. међународна групација BARRA-EXPANDITE-MEYNADIER са седиштем у Милану. „UNIEPOX“ је двокомпонентна, у води диспергована, маса на бази епокси смоле и очвршћивача. Резистентан је на дејство киселина, база, нафте и нафтиних деривата. Поседује добру прионљивост за све подлоге, велику механичку отпорност и флексибилност, незапалив је и неотрован. Због ових особина примењује се као заштитни премаз за све подлоге против деловања влаге, корозивних супстанци, деривата нафте на свим објектима који су изложени наведеним утицајима (паркиралишта, бензинске пумпе, ауто-

путеви, фабричке хале, магацини, резервоари, лабораторије и др.). Употребом „UNIEPOX-a“ продужава се век трајања објекта. Производи се у 4 различите боје: бела, зелена, црвена и смеђа. Наноси се у два слоја, ручно и машински при амбијентној температури од $5-30^\circ \text{ C}$ на чисту и одмашћену површину у количини од $400-600 \text{ g/m}^2$. Комплетно време сушења износи 3 дана при амбијентној температури од 20° C и релативној влажности од 60%.

10. „SB—A“ производи FORMFLEX GMBH из LUDWIGSHAFEN/Rhein. Користи се као заштитни премаз од деловања нафте и нафтиних деривата на асфалтним и бетонским површинама, на бензинским пумпама, аутобуским стајалиштима, путевима, авионским пистама, паркиралиштима и другим.

Не препоручује се употреба на површинама која су изложене дејству тешко испарљивих минерала уља као што су мазива и хидраулична уља.

„SB—A“ је на бази везива отпорног на дејство горива чији садржај аромата не прелази 25%. Површине пресвучене са „SB—A“ поседују одличну флексибилност према саобраћајном оптерећењу као и водонепропустивост. Наноси се на чисту и одмашћену површину са гуменим ваљком ако је површина мала, а машински на веће површине, при температурама изнад $+5^\circ \text{ C}$. Пре nanoшења заштитног слоја, површина се обрађује воденим раствором „SB—A“ (80%) у количини од $0,2 - 0,4 \text{ kg/m}^2$, који служи за побољшање прионљивости слојева.

Заштитни слој се састоји од 50% „SB—A“, 10% филера и 40% дробљеног песка $0/1$ или $0/2 \text{ mm}$.

Количина која се уграђује је између $2 - 4 \text{ kg/m}^2$ у зависности од намене радне површине.

„SB—A“ задовољава захтеве квалитета прописане у америчким федералним спецификацијама R—P—00355 C.

11. „KEKOLUX-A“ је производ америчке хемијске компаније JAKOV KECK. „KEKOLUX-A“ представља дисперзију везивних материја отпорних на дејство горива. Употребљава се као заштитни премаз на асфалтним и бетонским површинама које су изложене дејству горива (аеродроми, бензинске пумпе, аутобуске станице, паркиралишта, складишта горива и други објекти). Употреба „KEKOLUX-A“ не препоручује се на местима и површинама које су под утицајем тешко испарљивих хидрауличних и мазивних уља и оних горива код којих је садржај аромата већи од 25% (дизел горива). „KEKOLUX-a“ је ефикасно заштитно средство против деловања лако испарљивих горива (бензини) чак иако је садржај аромата у гориву до 50%. Премаз од „KEKOLUX-A“ је флексибилан, оптимално храпав и водонепропустан. Наноси се на претходно очишћену и обрађену бетонску и асфалтну површину у два или више слојева при сувом времену и околној температури која није нижа од -5° C .

Прионљивост заштитног слоја постиже се nanoшењем претходног премаза од „KEKOLUX-A“ у количини од 150 g/m^2 и посипањем дробљеним песком.

Коловозни застор на путевима и објектима који имају специфичну намену као што су: бензинске станице, паркиралишта за моторна возила, гараже, сервиси, магацини, индустријски погони, односно сви они застори на објектима где се производе, транспортују и продају агресивне материје, морају бити заштићени од разорног дејства органских (нафта и деривати, растварачи) и неорганских (киселине и соли) једињења.

Незаштићени коловозни застор се под утицајем наведених материја брзо разара условљавајући пропадање коловозне конструкције. Ефикасна заштита се постиже наношењем заштитног премаза преко хабајућег слоја одмах након уградње. Тиме се продужава век трајања и експлоатациона способност застора за минимум једну годину.

Разблажене киселине, базе и соли реагују са минералним материјалом растварајући га. Зато се прописује употреба камене ситнежи, песка и филера отпорних на дејство разблажених киселина, база и соли. препоручује се и употреба мешавина типа ливеног асфалта које су по концепцији такве да отежавају директан контакт агресивних супстанци са минералним материјалом.

Дејство алкалија на битумен није евидентно, али се приликом употребе алкалија мора испитати њихов утицај. Концентроване киселине, алкалије и соли погоршавају карактеристике битумена јер иницирају хемијске реакције које условљавају „старење“ битумена тако да битумен у асфалтним мешавинама, током времена, губи своју основну функцију као везиво. Из тог разлога неопходна је благовремена и ефикасна заштита асфалтног застора након уградње заштитним премазом који је резистентан на деловање киселина и соли. Заштитни премази и материјали спречавају пропадање и продужавају век трајања коловозне конструкције. Данас, када су средства намењена за изградњу и реконструкцију путева ограничена, употреба ових премаза има све већу оправданост.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Bitumen und Asphalt Taschen Buch, Fünfte Neubearbeitete Auflage 1976, Bauverlag GMBH Wiesbaden und Berlin

Изградња деонице ауто-пута Делиград — Алексинац

ВУИЦА БОЖИНОВИЋ, дипл. инж.

ПОЛОЖАЈ ТРАСЕ И УСВОЈЕНО РЕШЕЊЕ

Деоница од Делиграда до Алексинца, укупне дужине 15,25 km, део је ауто-пута од Београда до Ниша, са почетком код Делиграда (km 774 + 860) а крајем иза Алексинца (km 790 + 610).

Радове на овој деоници, започете средином 1981. године, изводи ГРО „Планум“ из Земуна, изузев прелаза преко ауто-пута које изводи ГРО „Мостоградња“ из Београда.

Траса ауто-пута на овој деоници положена је по контакту јужноморавске долине и суседних брежуљака. Први део од Делиграда до села Бобовишта положен је по брежуљкастом терену, односно траса је по једној тераси паралелној са моравском долином, док је други део од Бобовишта до Алексинца положен по равничарском терену моравске долине. На овој деоници постојећи пут је највећим делом коришћен као део ауто-пута:

— од почетка деонице до km 776 + 334 постојећи пут је проширен једнострано, и то са десне стране у правцу стационаже;

— од km 781 + 892 до km 783 + 464 постојећи пут се напушта уз проширење са обе стране;

— од km 781 + 892 до km 783 + 464 постојећи пут се напушта и ради се потпуно нови ауто-пут (овај потез је у зони насеља Бобовиште па је на овај начин ауто-пут удаљен од насеља а уједно су побољшани хоризонтални елементи трасе);

— од km 783 + 464 до km 784 + 725 постојећи пут се у потпуности користи уз проширење са обе стране;

— од km 784 + 725 до km 787 + 063 постојећи пут се напушта и ради се нови ауто-пут пошто хоризонтални и вертикални елементи постојећег пута нису одговарали условима пројектовања а имао је и изгубљене висине;

— од km 789 + 958 леви коловоз се опет улива у постојећи пут а десни се гради потпуно нов. Деоница се завршава на делу петља „Глоговица“.

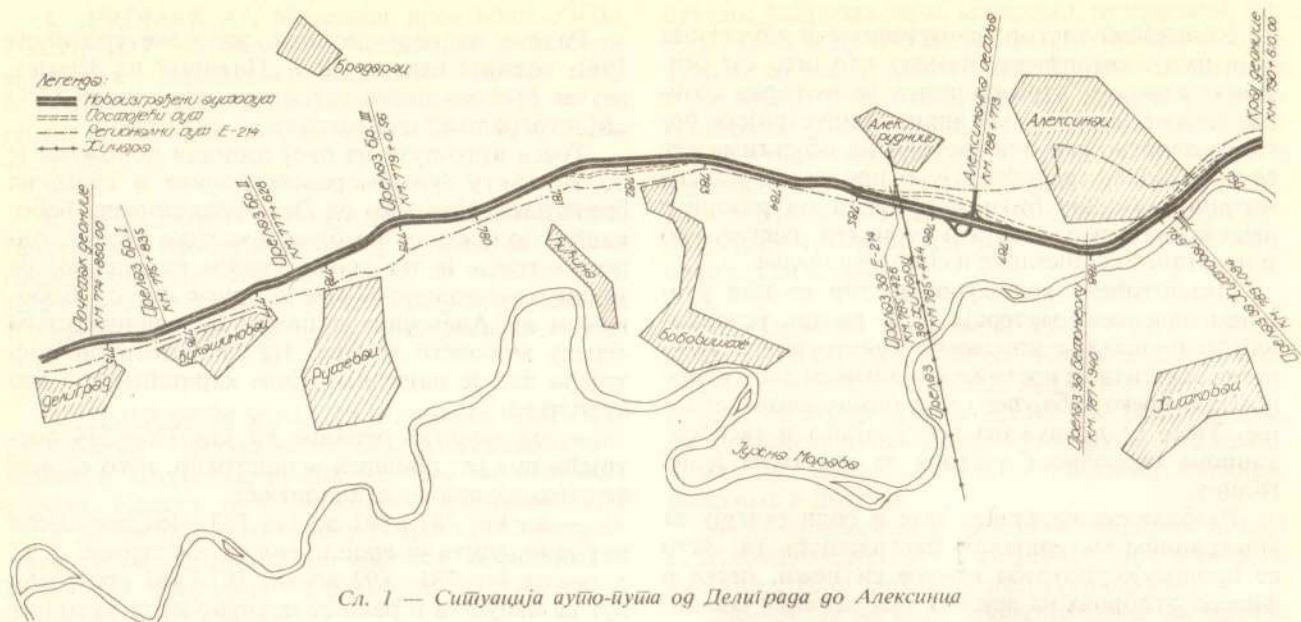
ЕЛЕМЕНТИ ТРАСЕ

Ауто-пут је пројектован са следећим елементима:

- рачунска брзина. $V = 120 \text{ km}/\text{čas}$,
 - најмањи радијус хоризонталне кривине. $R = 800 \text{ m}$,
 - највећи попречни нагиб у кривини. $i_p(\text{max}) = 6,6\%$
 - минимална прелазница. $L_{\text{min}} = 70 \text{ m}$,
 - најмањи радијус вертикалне кривине. $R = 10.000 \text{ m}$,
 - ширина коловоза $4 \times 3,75 \text{ m}$ $15,0 \text{ m}$,
 - ширина траке за заустављање возила у нужди $2 \times 2,5 \text{ m}$ $5,0 \text{ m}$,
 - ширина ивичне траке $4 \times 0,5 \text{ m}$ $2,0 \text{ m}$,
 - ширина разделне траке. $4,0 \text{ m}$,
 - ширина банкина . . . $2 \times 1,0 \text{ m}$ $2,0 \text{ m}$.
- Укупна ширина планума ауто-пута: $28,0 \text{ m}$.
Елементи попречног профила постојећег пута су:
- ширина коловоза $2 \times 3,75 \text{ m}$ $7,5 \text{ m}$,
 - ивичне траке $2 \times 0,35 \text{ m}$ $0,7 \text{ m}$,
 - банке $2 \times 0,9 \text{ m}$ $1,8 \text{ m}$.
- Укупно. $10,0 \text{ m}$.

Минимални радијус хоризонталне кривине $R_{\text{min}} = 800 \text{ m}$ примењен је три пута.

Површинска вода са коловоза, уколико не отиће попречним падом ван трупа ауто-пута, слива



Сл. 1 — Ситуација ауто-пута од Делиграда до Алексинца

се у осу разделне траке, где се прихвата бетонским јарком и кроз канализацију одводи у пропусте.

За прихватање воде са околног терена пројектован је довољан број пропуста одговарајућег отвора.

За одводњавање постелице урађен је посебан дренажни систем са цевима пречника 20 до 30 см, повезан са пропустима за одводњавање воде са околног терена.

ВЕШТАЧКИ ОБЈЕКТИ

Од вештачких објеката највише је прелаза преко ауто-пута (укупно девет). Највећи од њих је петља за Алексинац (km 786+773) а затим прелаз за РО „Бетоњерка“ из Алексинца (km 787+940). Прелази за регионални пут Е-214 који се пружа паралелно са ауто-путем (km 785+426) и за жичару Алексиначких рудника (km 785+444).

Остали прелази су пројектовани са по два отвора за прелаз једне у друге траке ауто-пута са стубом у зеленом појасу. Прелаз број I је од села Вукашиновца, за село Мозгово (km 775+835); прелази број II и III од села Рутеваца за село Брадарац (km 777+628), односно (km 779+056); прелаз број IV је наспрам села Ћићина и служи за прелаз у поље са друге стране ауто-пута.

Последњи прелаз је на km 789+084 и служи да повеже Алексинац са Житковцем јер је алексиначка железничка станица у Житковцу. Испред овог прелаза на око 100 m налази се пумпа „Југопетрола“ која по пројекту треба да се уклони јер баш на том месту пролазе обе траке ауто-пута.

То је доста успорило радове јер се чекало, да прође туристичка сезона и један је од главних разлога да је померен рок изградње ауто-пута до краја 1983. године.

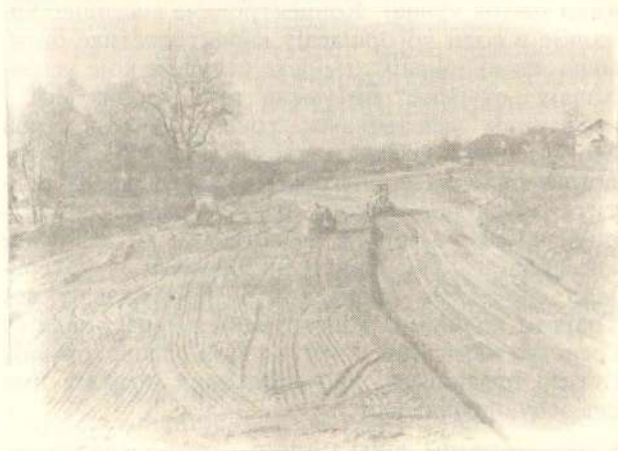
У труп ауто-пута на овој деоници изграђена су три моста, и то: на km 776+817,10

мост отвара..... L=11,5 m;

на km 778+771,68 мост отвара L = 11,5 m;

на km 787+720,60 мост са три отвора укупне дужине L = 33,1 m преко реке Моравице.

Осим мостова, на траси постоје још четири плочаста пропуста отвора L = 4,0 m, два засведена пропуста отвора L = 4,0 m, а остали пропусти су плочасти и цестасти отвора L = 1,0 m.



Сл. 2 — Изградња слојена насипа

ГЕОТЕХНИЧКИ РАДОВИ

Пре почетка радова извршена су детаљна истраживања терена и утврђивање геомеханичких карактеристика на овој деоници, као и испитивања позајмишта а искоришћени су и резултати прибављени при изградњи постојеће траке ауто-пута.

На овој деоници ауто-пута постоји само један дубоки усек у коме су извршена испитивања истражним бушотинама, а већина испитивања на деоници извршена су сондажним јамама. Испитивање позајмишта вршено је сондажним бушотинама.

Материјали из подтла насипа при гранулометријском саставу и границама конистенције могу се сврстати у финозрне, и то:

— средње пластичне глине са финим песком или без њега, нископластичне прашине са мало песка

и високопластичне глине и пескови са доста кохерентног материјала, лоше или добро гранулирани.

Према границама конзистенције већина испитаних материјала из подтла и позајмишта је средње пластичности (62%), знатно мањи број (26%) је високе пластичности, 10% је ниске пластичности, а само 2% су непластични материјали.

Резултати испитивања стања природе збијености и влажности материјала показали су да материјали у подтлу насипа имају врло малу запреминску масу у односу на лабораторијску па је потребно накнадно збијање.

Влажност испитаних узорак је била у 50% случајева блиска оптималној влажности по Проктору.

Материјали из позајмишта коришћени за израду насипа могу се сврстати у следеће групе:

— највише су заступљене средње и високопластичне глине са мањом количином песка (CI, MI, CH), а затим песковите или глиновите прашине (ML, CL), гранулисани пескови, односно пескови са доста кохерентног материјала (SW, SF) и ситне камене дробине са глиновитим везивом.

Границе конзистенције најчешће су у интервалима $W_L = 31$ до 78%; $W_P = 0$ до 31% и $IP = 0$ до 53%.

Карактеристике збијености наведених материјала по Проктору најчешће су биле у следећим границама, зависно од врсте материјала:

— $\gamma_d = 1,65$ до $1,82 \text{ t/m}^3$; $W_{opt} = 15,0$ до $19,1\%$ (за 64% материјала);

— $\gamma_d = 1,87$ до $2,12 \text{ t/m}^3$; $W_{opt} = 10,2$ до $14,2\%$ (за 21% материјала);

— $\gamma_d = 1,55$ до $1,64 \text{ t/m}^3$; $W_{opt} = 21,0$ до $22,6\%$ (за 10% материјала);

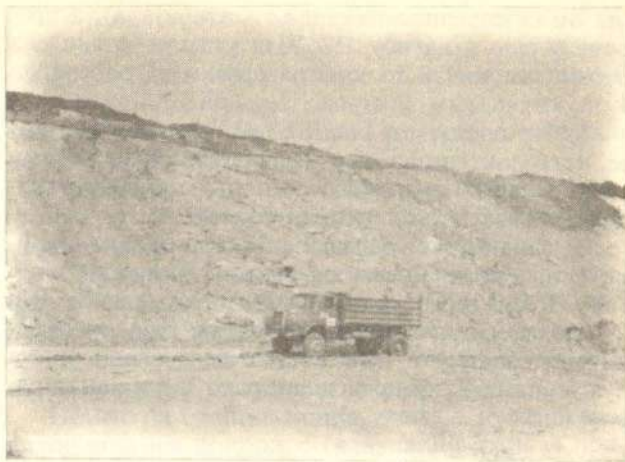
— $\gamma_d = 1,47$ до $1,48 \text{ t/m}^3$; $W_{opt} = 25,2$ до $25,7\%$ (за 5% материјала), што показује да су земљани материјали погодни за израду слојева насипа и постељице.

Влажности материјала у природном стању веће су од оптималних по Проктору за 1 до 13 јединица (78% случајева), а у преосталим случајевима су једнаке или мање од оптималне.

При истражним радовима, као и за време грађења, није се појавила подземна вода у истражним бушотинама ни у једном позајмишту, сем у дубоком усеку. За израду постељице одабрани су они материјали који имају $CBR \geq 5\%$, границу течења $W_L \leq 40\%$ и индекс пластичности $IP \leq 20\%$, а индекси носивости материјала из позајмишта били су у границама $CBR = 2$ до 28% .

Проблеми при изградњи усека на km 782+238 до km 783+203 због откидања и клизања косине годину дана после изградње.

Због велике дужине косина на страни левог коловоза њихов нагиб је предвиђен по пројекту 1:2. Усек нема десну косину јер је на тој страни коловоз постојећег ауто-пута. Усек је рађен током 1982. године, презимио је и за то време косине



Сл. 3. Оштактање материјала са косине усека после кишног периода

су претрпеле извесна оштећења. (сл. 3). Да би се санирала ова оштећења усек је подељен на три потеза:

1) Косина усека на потезу од km 782+238 до km 782+515, по целој висини на почетном и крајњем делу изграђена је од чврсто везане прашинасте глине, мрко-жуте боје, која се може слободно држати у косини са изведеним нагибом а у средњем делу је од високо пластичне, светлоплаве лапоровите глине, јако испуцале и провлажене са пукотинском порозношћу. Овај материјал се тешко може слободно држати у косини са изведеним нагибом, нарочито после обилних кишних периода. За овај потез карактеристично је да се у доњем слоју у прослојцима глине јавља вода која на km 782+276 цури танким млазом а испред и иза се види да је глина провлажила и може се такође очекивати вода.

Ради санације урађен је потпорни зид од km 782+230 до km 782+297, дужине 66,6 m а висине око 1,0 m са прописном дренажом иза зида. Нагиб косине иза зида на целој висини је 1:2.

2) Косина на потезу од km 782+518 до km 782+933 хетерогеног састава са следећим материјалима:

— прашинасти пескови са или без шљунка, мрко-жуте до мрко-сиве боје, углавном заступљени у вишим деловима косине,

— Лапоровита сиво плава глина са или без песка, шљунка или ситних облутака, појављује се у виду прослојака — трака по целој висини косине, на одстојањима од око 20 до 30 m. Простор између лапоровитих прослојака испуњен је шареном песковитом глином, сиво-жуте боје са или без комада шљунка и ситних облутака.

— У горњем делу косине а местимично и у подножју постоје велики блокови слабо везаног пешчара или конгломерата сиве боје.

На овом потезу појавила су се највећа оштећења и то најпре на km 782+815 па затим на km 782+740, са пукотинама испред њих, што је показивало тенденцију даљег откидања. Појава воде није запажена већ се откидање и клизање горњих песковитих слојева вршило по глиновитом материјалу у доњим слојевима.

Санација је извршена на тај начин да је на првих 6 m висине косина урађена у нагибу 1:3

(да би се спречило откидање материјала), а преостали део у нагибу 1:2. Иза ригола је урађена берма ширине 2 m уместо раније изграђене од 1 m.

3) На потезу од km 782+933 до km 783+203 је исти материјал као на претходном потезу, само је био мањи обим рушења косине а откидања само у доњој трећини косине.

За санацију је урађена берма иза ригола ширине 2 m, а косина усека на првих 3 m висине у нагибу 1:3, а преостали део висине у нагибу 1:2.

После свих обављених радова који су предвиђени санацијом дела косине леве стране усека хумусирана је, фино испланирана и засејана травом (сл. 4).



Сл. 4 — Хумусирање косине великог усека и припремање сипарот и новог ауто-пута

КОЛОВОЗНА КОНСТРУКЦИЈА

На новопроектованој траси ауто-пута усвојена је полукрута конструкција са асфалтним застором димензионисана на основу очекиваног саобраћајног оптерећења и геотехничких карактеристика гла у њеној основи.

На деловима ауто-пута на којима се предвиђа коришћење постојеће коловозне конструкције после испитивања њеног стања утврђен је поступак појачања асфалтним слојевима укупне дебљине 24 cm (сл. 8).

Стање постојеће коловозне конструкције

Постојећа коловозна конструкција на овој деоници је делом флексибилна а делом крута. Испитивањем старе коловозне конструкције добијени су следећи резултати:

а) — на потезу од km 774+860 до km 780+100 постојећа конструкција је флексибилна а састоји се из следећих слојева:

— битуменизирани агрегат дебљине до 10 cm (појачање у току редовног одржавања),

— асфалтни бетон 3 до 6 cm,

— засути макадам 7 до 11 cm,

— механичка стабилизација 10 до 20 cm,

— песковит шљунак у слоју 24 до 41 cm (сл. 7—1a).

б) — на потезу од km 780+100 до km 790+610 постојећа коловозна конструкција је крута (це-

ментно-бетонски застор), а састоји се из следећих слојева:

— цементно-бетонска плоча дебљине 20 cm урађена са еруптивним каменим агрегатом у горњих 5 cm,

— песковити шљунак у слоју 30 cm, што износи укупно 50 cm (сл. 7—1б).

Предвиђено је истоветно појачање постојеће коловозне конструкције на целој деоници, и то изградом следећих слојева:

— битуменом обавијени камени агрегат у слоју дебљине 14 cm,

— асфалтни бетон 0/16 у слоју дебљине 6 cm,

— асфалтни бетон 0/11 у слоју дебљине 4 cm, што износи укупно 24 cm.

Пре појачања коловозне конструкције уклоњени су бетонски ивичњаци са старог коловоза уз његово проширење за 90 cm, према зауставној траци (слојем цементне стабилизације) да би се добиле две возне траке новог коловоза ширине по 3,75 m (сл. 5).



Сл. 5 — Проширење левог коловоза за 2,8 m и контрола збијености



Сл. 6 — Разбијање цементно-бетонског коловоза машином Wirtgen

Постојеће плоче цементно-бетонског коловоза разбијене су оруђем Wirtgen за ломљење плоча, тзв. „гиљотином“. То је машина са плочом масе 40 kN која вертикално слободно пада са висине од око 90 cm на коловоз. Брзина машине подешена је тако да је размак удараца плоче на бетонски коловоз 50 до 60 cm. Ширина плоче „ги-

лотине“ је толика да јој је потребно пет пролаза да би сломила целу ширину постојећег коловоза (сл. 6).

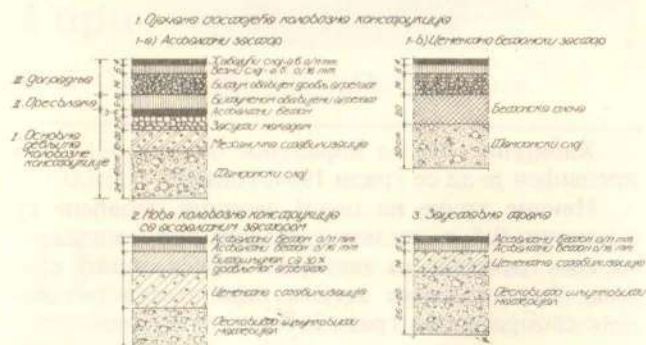
Нова коловозна конструкција

Коловозна конструкција на саобраћајним тракама као и на тракама за заустављање возила у нужди димензионисана је према уобичајеном поступку за димензионисање коловозних конструкција ауто-путева, а састоји се од следећих слојева:

- хабајући слој од асфалтног бетона 0/11 4 cm
- везни слој од асфалтног бетона 0/16 6 cm,
- горњи носећи слој од битуменизованог агрегата..... 14 cm,
- доњи носећи слој од битуменизованог агрегата..... 20 cm,
- тампон од песковитог шљунковитог материјала..... 26 cm,

што укупно износи 70 cm (сл. 7—2).

Ово је сити састав коловозне конструкције као на раније изграђеној деоници ауто-пута од Сурчина до Баточине.



Сл. 7 — Пресеци коловозне конструкције

Траке за заустављање возила у нужди

На овим тракама коловозна конструкција је полукрута са асфалтним зазором, а састоји се из следећих слојева:

- асфалтни бетон 0/11..... 4 cm,
- битуменизовани агрегат..... 6 cm,
- цементна стабилизација..... 14 cm,
- песковити шљунак..... 20 + 26 cm,

што укупно износи 70 cm.

Уместо битуменизованог агрегата урађен је асфалтни бетон 0/16 јер се исти налази у нивоу везног слоја на саобраћајним тракама тако да је цела ширина коловоза асфалтирана одједном (сл. 7—3).

Анализа слојева коловозне конструкције

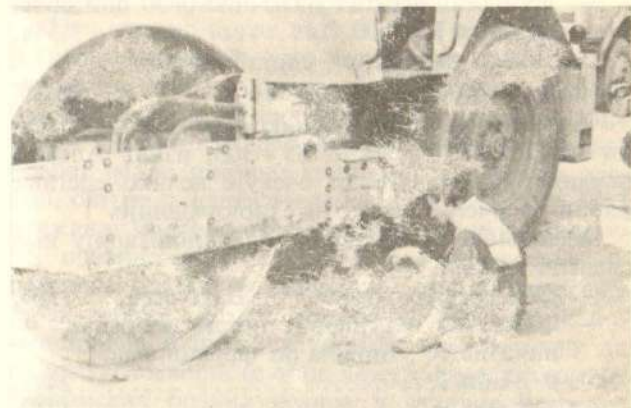
Основни слој рађен је од песковитог шљунковитог материјала природне гранулације 0/35 mm из реке Јужне Мораве, налазиште „Ћићина“ — Боровиште. Шљунковити песковити материјал је доста ситан тако да гранулометријска крива има „грбу“ односно 40% материјала пролази кроз сито од 2 mm (песак).

Садржај трошних зрна је мали, свега 0,45%, а облик зрна је углавном лоптаст и непотпуно добро заобљен са храпавим, фино храпавим и глатким површинама. Садржај муљевитих честица је незнатан тако да је материјал отпоран на штетно дејство мрза.

Приликом збијања оваквог материјала налазило се на тешкоће јер су на појединим местима крупна зрна пливала у маси ситних па је из тог разлога површински слој тампона „шлемован“ брдским шљунком из позајмишта код Алексиначких рудника. Брдски шљунак је имао 1,51% честица мањих од 0,02 mm тако да је и он био отпоран на штетно дејство мрза.

Цементна стабилизација урађена је од песковитог шљунка природне гранулације који је примењен и за тампонски слој, налазиште „Ћићина“ — Боровиште. Овом шљунку додаје се цемент ПЦ 25 Беочин или ПЦ 35 Нови Поповац.

Уколико се употребљава цемент ПЦ 35 Беочин он се додаје у количини 3,4 до 3,7% уз оптималну влажност од 6,3%, а уколико се употреби цемент 35 Нови Поповац он се додаје у количини 3,2 до 3,5% уз оптималну влажност 6,3%.



Сл. 8 — Испитивање носивости основног слоја кружном валиком

Цементна стабилизација је справљана у бетонској бази типа „Elba“; уграђивана је финишном, уз збијање комбинованим валиком „Рута“.

Захтевана је збијеност од 98% у односу на лабораторијску, што је постигнуто у свим случајевима, односно није било поновљених опита при испитивању.

Испитивање чврстоће на притисак на пробним телима после 7 и 28 дана дало је задовољавајуће резултате у прописаним границама:

- после 7 дана..... 2,1 до 4,2 МПа,
- после 28 дана..... 2,8 до 7,0 МПа.

Отпорност на дејство мрза испитивана је у Институту за путеве, а добијени су следећи резултати:

- промена запремине... 0,0 до 1,15% (<2%),
- промена масе..... 0,93 до 2,46% (<14%),
- индекс отпорности на мраз..... 81 до 98,5% (>80%).

Слој од битуменизованог шљунка рађен је у дебљини 14 cm иако је било предвиђено пројектом 2x7 cm, с тим што је на пробној деоници доказано да се добијају задовољавајући резултати у погледу равности и збијености.

За справљење мешавине коришћени су:

- филтер „Стражевица“ — Баточина.... 5%,
- дробљени кречњак 7/15 mm..... 15%,
- „Баточина“ 15/30 mm..... 15%,
- шљунак „моравца“ 0/31,5 mm..... 55%,
- 16/31,5 mm..... 10%,
- битумен БИТ 60..... 4%.

Због мале крупноће природног шљунка додана је фракција IV за бетон да би се побољшала гранулометријска крива и смањила количина битумена. Количина дробљеног агрегата је 30%. Коришћен је битумен БИТ 60 рафинерије из Босанског Брода, Ријеке и Панчева.

Битуменизовани дробљени агрегат коришћен је за изравњавање постојећег коловоза и на потезу изнад Алексиначких рудника, као везни слој где се очекује велико слегање тла.

Употребљена мешавина има следећи састав:

- филер „Баточина“..... 4%,
- дробљени кречњак 0/3 mm..... 10%,
- дробљени агрегат Баточина 0/30 mm. 86%,
- битумен БИТ 60..... 3,5%.

Дебљина уграђеног слоја битуменизованог дробљеног агрегата је 10 cm.

Битуменска стабилизација рађена је на потезу од km 782+950 до km 785+300, изнад Алексиначких рудника, где се очекује велико слегање тла, и то уместо цементне стабилизације.

Мешавина за битуменску стабилизацију има следећи састав:

- филер „Стражевица“ — Баточина.... 5%,
- разсејани шљунковит песак „моравца“ — налазиште „Ћићина по фракцијама:
- 0/2 mm..... 24%,
- 2/5 mm..... 12%,
- 5/15..... 32%,
- 15/40 mm..... 27%,
- битумен БИТ 60..... 3,5%.

Битуменска стабилизација рађена је у слоју дебљине 13 cm.

Везни слој дебљине је 6 cm на возним тракама и уместо битуменизованог агрегата на зауставним тракама, односно целом ширином коловоза.

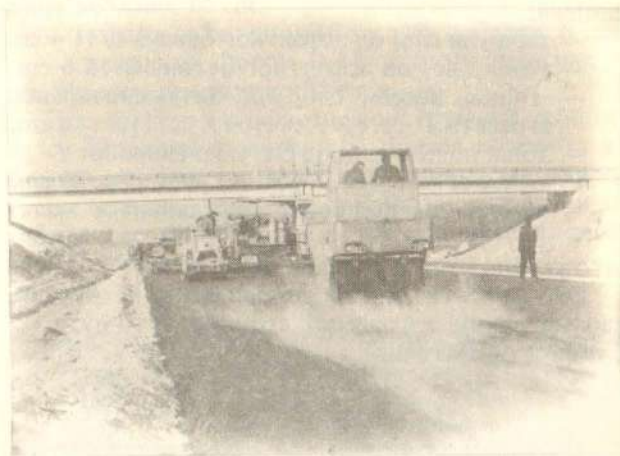
Састав мешавине асфалтног бетона 0/16 mm је:

- филер „Стражевица“ — Баточина.... 3%,
- дробљени агрегат „Баточина“ 0/3 mm 39%,
- дробљени агрегат еруптивног порекла „Рашка“ по фракцијама:
- 2/5 mm..... 8%,
- 5/8..... 10%,
- 5/8 mm..... 10%,
- 8/11 mm..... 10%,
- 11/16 mm..... 30%,
- битумен БИТ 60..... 5%.

Све асфалтне мешавине уграђене су финише-ром „ABG—TITAN“, а збијане су следећим ваљцима:

- „Dinapac“ CC 20“ — дупли вибро ваљак
- „Aleksandar“ — комбиновани ваљак
- „14 октобар DVV — 11“ — дупли вибро-ваљак,
- „ABG“ ваљак са гуменим точковима (сл. 9).

Асфалтна маса справљана је у централном постројењу „Марини“, капацитета 150 t/čas готове масе.



Сл. 9 — Уграђивање асфалта

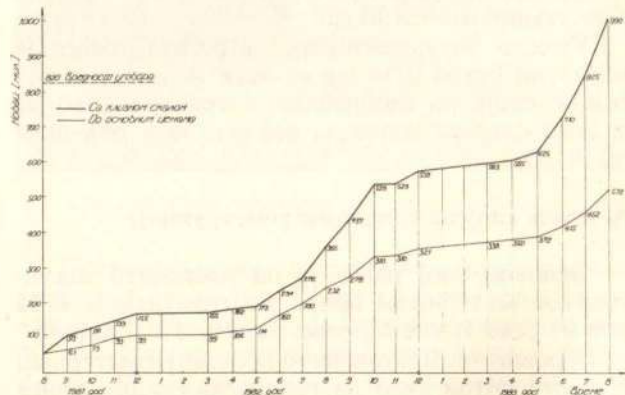
Хабајући слој од асфалтног бетона 0/11 mm предвиђен је да се уради 1984. године.

Ивичне траке на целој деоници израђене су у ширини 0,5 m, из истог разлога као и коловозна конструкција, са застором од асфалтних слојева. Формирају се жутијим линијама а раздвајање саобраћајних трака је белим линијама.

ТРОШКОВИ ГРАЂЕЊА

Изградња деонице ауто-пута од Делиграда до Алексинца, дугачке 15,25 km, започета је средином 1981. године. Завршетак изградње планиран је за крај 1983. године, без хабајућег слоја од асфалтног бетона који ће се изградити 1984. године.

Уговорена вредност радова за изградњу ове деонице је 820 милиона динара.



Сл. 10 — Динамика најплате месечних ситуација

У 1981. години, од јуна до децембра, реализовано је и наплаћено 99 милиона, односно заједно са клизном скалом 155 милиона динара. У целој 1982. години, заједно са 1981, остварено је и наплаћено 321 милион динара, односно заједно са клизном скалом 558 милиона динара. У 1981, 1982. и закључно са августом 1983. године остварено је и наплаћено 512 милиона динара, односно заједно са клизном скалом 990 милиона динара.

Из овог се може закључити да је извршено приближно 70% радова, а пошто су остали већином скупи радови на горњем строју и хабајући слој који ће се радити наредне године може се реално очекивати завршетак радова до краја 1983. године.

Јадрански пут у СР Црној Гори

СВЕТОЗАР РАЖНАТОВИЋ, дипл. инж.

УВОДНИ ДЕО

Пре изградње јадранског пута на подручју Црне Горе постојале су друмске саобраћајнице које су дуго служиле пешачком, запрежном и аутомобилском саобраћају. Ти стари путеви заслужују кратак приказ, као увод у изградњу првог савременог пута на овом подручју.

На садашњем подручју СР Црне Горе, у другој половини 19. века, за запрежни (касније аутомобилски) саобраћај, односно за своје потребе, граде путеве: Аустро-Угарска, Турска и Кнежевина Црна Гора. Тај период изградње траје око 60 година, а завршава се почетком 1914. године. Између два рата на овом подручју путеве гради Краљевина Југославије.

Сви путеви у СР Црној Гори изграђени и коришћени за саобраћај до 1941. године били су слични по врсти и ширини коловоза, елементима и начину изградње. Коловоз, ширине 3,0 до 5,0 m ни на једном путном правцу није имао асфалтни застор, већ искључиво туцанички. Како је доњи строј рађен искључиво ручно (ако се занемари коришћење парних ваљака између два рата), а претежно на кречњачким теренима са честим падинама као и увалама и избочинама, то су путеви били прилагођени терену ради економичније изградње. Због тога су имали честе оштре и непрегледне кривине, изгубљене висине и велике успоне уз знатан број серпентина. Тунела практично није било а мостова врло мало. При прелазу већих водотока мостови су били увек управни на водоток, због чега су прилази нај-

чешће били у оштрим кружним кривинама. Бољи део тих путева био је доњи строј, без обзира што је рађен ручно. На стрмим падинама су рађени изузетно квалитетни зидови, испод и изнад нивелете, без коришћења везног средства. Није познат случај да је неки од тих зидова (неки стари чак и 100 година) срушен од утицаја саобраћаја иако се чак и данас неки путеви користе за саобраћај (Цетиње — Његуши — Котор, Биоче — Матешево — Андријевица и др.). На свим старим путевима одвођење воде је било квалитетно решено, што је повољно утицало да се они дуго користе, без већих оштећења. У брдском и планинском подручју, где се претежно и налазе ови путеви, нивелете и нагиби су били углавном добро решени. Подужни нагиби нивелете и при савладавању великих висинских разлика, па и преко 1000 m (већ наведена два пута) ретко су прелазили 7%, а била су пројектована знатна ублажења на серпентинама. У целини, за време када су грађени, од почетка изградње до 1941. године, стари путеви су били квалитетни, с обзиром на обим и квалитет превозних средстава и њихову ограничену (малу) брзину.

За време рата 1941. до 1945. године многи путеви су оштећени или порушени а највише су страдали путеви и мостови концем 1944. године, у времену повлачења непријатеља.

Непосредно после рата путеви се поправљају и граде мостови уместо порушених, па се путна мрежа за кратко време оспособљава за саобраћај. Иако оспособљена и добро одржавана, није могла обезбедити економичан и безбедан саобраћај (мале ширине коловоза, туцанички застор, оштре и непрегледне кривине и застоји због отежаног мимоилажења возила и скоро немогућег претицања. После 1945. године настају израженије тешкоће у саобраћају, при истом стању путне мреже, јер се појављују савременија комерцијална и путничка возила која не могу да се ефикасно користе због неусклађености између економских брзина возила и стварне безбедне брзине која се могла постићи на туцаничким путевима (20 до 25 km/čas). Тако изражен несклад може се поткрепити примером: било је случајева да се моторно возило амортизује — расхлађује, а да на путевима у Црној Гори при вожњи није никад користило највећи степен брзине. При таквом саобраћају једина повољност била је — јефтино погонско гориво.

ИЗГРАДЊА ЈАДРАНског ПУТА

Обнову, изградњу и привредни развој, након рата, у Црној Гори, свесрдно помаже, материјално и кадровима, читава југословенска заједница, а та помоћ не заостаје (за дужи период) и за решавање свих видова саобраћаја. Интензивнији развој могао се очекивати након изградње савремених саобраћајних веза са контактним и ширим подручјима Југославије, а пре свега копненим саобраћајницама. Не упуштајући се и у друге објективне разлоге, који су утицали на изградњу јадранског пута, основни су ипак били:

изузетно лоша путна мрежа и омогућавање бржег развоја Републике на ширим просторима.

Почетком 50-тих година ЈНА приступа изградњи јадранског пута на потезу Титоград — Колашин, који је био и најтежа деоница за изградњу. То је почетак изградње првог савременог пута у Црној Гори, са две саобраћајне траке и асфалтним коловозом. После неколико година почиње, sukcesивно изградња овог пута и на осталим деоницама готово без прекида, до 1974. године. У почетку и током изградње пут је назван — јадранска магистрала. Доследно томе, и ради економичнијег израза, у даљем тексту ће се користити краћи назив магистрала.

Изградња јадранске магистрале практично је обављена у три фазе. Прва фаза: поред пута Титоград — Колашин, обухвата деонице: Дебели Бријег — Каменари, Лепетани — Тиват — Будва — Бар и Петровац — Титоград. Све деонице ове фазе пуштају се у саобраћај повремено, између 1961. и 1965. године. Друга фаза изградње обухвата период 1964. до 1971. године, а гради се у континенталном делу: Колашин — Рибаревица — Иванград — Рожаје — СР Србија и деоница: Каменари — Рисан — Котор, у Приморју. Коначно, и у трећој фази гради се деоница Бар — Улцињ и то 1972. до 1974. године. Укупном изградњом, која је трајала 24 године, завршено је 396 km магистрале, од чега је на дужини 367 km ширина асфалтног коловоза 7,0 m, док је само на делу Боке (Каменари — Рисан — Котор) дужине 29 km, ширина асфалтног коловоза 6,0 m. На слици 1 приказана је основна путна мрежа Црне Горе.

На изградњи магистрале, поред ЈНА, учествовала је грађевинска оператива из свих наших република. Такође је, 1964. године, на изградњи магистрале од Колашина до Бијелог Поља, учес-

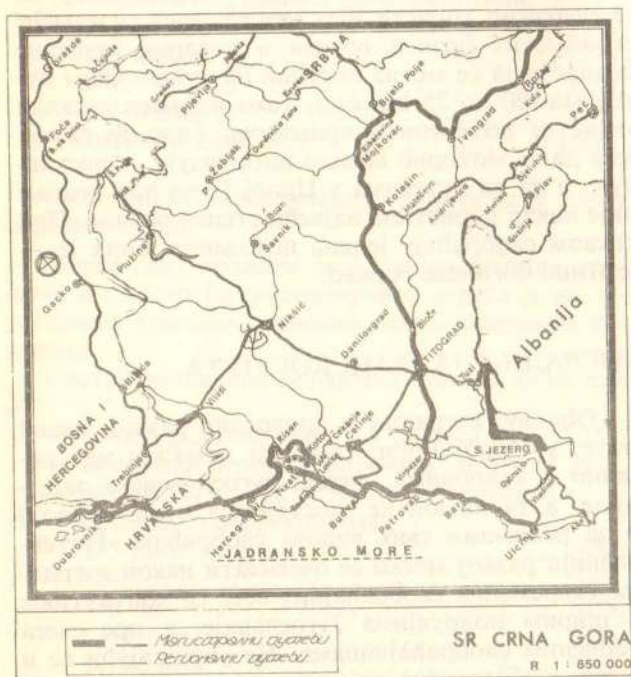
товала омладина Југославије. То је била веома масовна и успешна савезна омладинска радна акција. Идеална комбинација при изградњи: грађевинска оператива здружена са радним еланом омладине, омогућила је да се те године заврши магистрала на потезу Колашин — Бијело Поље дужине 40 km. У тој години завршено је и 10 km магистрале на Приморју, па је 1964. година и рекордна, са 50 km пута у једногодишњој изградњи. Иначе је просечно годишње грађено по 16,5 km магистрале. Свеукупни грађевински успеси, на овом крупном објекту потичу од градитеља из свих крајева Југославије.

Завршетак веома обимних радова на магистрали 1974. године није означио и потпуну изградњу овог пута. То се односи и на изграђени део, на којем нису била обезбеђена одговарајућа решења, или су заостала са извесним разлогом. На Дебелом Бријегу решење са две серпентине и део пута преко лабилног терена, са већим клизиштем, претила је опасност прекидања саобраћаја. Те околности су утицале да се изгради девијација, Дебели Бријег — Суторина, дужине 2,2 km, без серпентина и квалитетнијим решењем. На слици 2 види се једна од серпентина и део клизишта на Дебелом Бријегу, а за то је сада део напуштеног пута. Пролаз кроз Пераст био је изграђен са једном саобраћајном траком, па је и поред накнадно постављених семафора саобраћај био веома отежан. Изграђен је обилазак, дужине 1,5 km, чиме је нормализован саобраћај у овом делу Боке. У Бару се магистрала укрштала са пругом (неколико колосека) у нивоу. Изградњом надвожњака са прилазима елиминисан је повремени прекид друмског саобраћаја. Стари мост у Мојковцу и клизиште „Црквине“ (код Колашина) готово 20 година представљали су опасност за саобраћај, а било је више (па и тешких) саобраћајних несрећа на овим местима. Нови мост је изграђен, а клизиште санирано, тако да је и на овим местима обезбеђен нормалан саобраћај. Изградње на наведених пет места извршене од 1978. до 1983. године и сада обезбеђују континуитет уз већу сигурност саобраћаја.

Незавршени део магистрале је деоница Котор — Лепетани (12 km, стари пут са коловозом ширине 3,5 до 4,5 m, пресвлачен асфалтом — на слици 1 — црткано) и мост „Вериге“ на истом именом теснацу у Боки Которској. Прекид континуитета квалитета магистрале на тим местима само је делимично ублажен изградњом (1976. године) квалитетног регионалног пута Котор — Тројица — Радановићи, са две саобраћајне траке, слично магистрали на потезу Каменари — Рисан — Котор, и превозом возила трајектима између Каменара и Лепетана. Трајектни превоз не може бити супституција мосту „Вериге“, посебно за транзит, који је знатан, а нарочито у туристичкој сезони.

КВАЛИТЕТ УСВОЈЕНИХ РЕШЕЊА

Као и изградња магистрале, израда техничке документације трајала је 25 година. На изради техничке документације, у почетку, радиле су



Сл. 1



пројектне организације из Београда, Загреба и Љубљане, а касније и из Сарајева и Титограда. Готово истовремено се почело са израдом техничке документације на потезима: Дебели Бријег — Бар и Петровац — Титоград — Колашин, што је означавало почетак припреме за изградњу тог дела магистрале, али и згуснуту динамику израде многих пројеката. Почетком 60-тих година сускесивно се раде одговарајући пројекти за преостали део магистрале.

Пројектанти су имали изузетно тежак и сложен посао да би обезбедили квалитетна решења. На почетку рада, па и до 10 година касније, пројектанти су, поред тога што су били малобројни, имали разне тешкоће да би благовремено понудили квалитетна решења која ће и дугорочно представљати оптималан избор као и недостатак одговарајуће литературе и добрих приручника, оскудна и застарела техничка средства за рад

на терену и у бироу; нису имали урбанистичко-техничке услове (само је Титоград тада имао урбанистички план) и водопривредне услове. Те, и многе друге неповољне околности утицале су да се понуде варијантна решења на многим потезима магистрале. Као карактеристичан пример износи се избор решења у Будви.

На слици 3 јасно се сагледава реализовано решење магистрале, а делимично и стари пут поред обале. Једно од варијантних решења било је између постојеће магистрале и обале — ближе обали, да би се нови пут што више приближио Будви. Постојало је и треће решење, преко Топлиша, најудаљеније од Будве (ван простора који обухвата фотографија — сл. 3), које би узгред речено, сада највише одговарало (као чак и од пре 10 година). Међутим, било је разлога да се тада прихвати пројект реализованог решења. У прилог томе треба напоменути да су сви основни



градски садржаји Будве били у старом делу града или у непосредној близини (на сл. 3, у задњем плану, део који личи на полуострво), док је преостали простор Будванског поља тада био готово празан — без објеката. То значи да је тада магистралом био потпуно обезбеђен одговарајући обилазак Будве. Фотографија на сл. 3 је из 1973. године и илуструје развој Будве након изградње магистрале. Слична решења, као у Будви, реализована су у Херцег Новом, Тивту, преосталом делу Будве и све до улаза у Бар: са обиласком општинских центара — Херцег Новог и Тивта и скоро свих насеља на наведеним подручјима, тако да је остао знатан део старог пута уз обалу, за локално коришћење. Ово показује да је избор положајног решења имао одговарајући квалитет на читавом потезу од Дебелог Бријега до Бара. Поред тога, хоризонтални елементи и подужни нагиби су решени тако да претежно одговарају рачунској брзини од 60 до 80 km/čas, зависно од теренских услова. Како је и одвођење површинских вода било изузетно добро решено, то значи да се радило о комплетно квалитетном решењу овог дела магистрале. Запажен је квалитет овог дела магистрале након пуштања у саобраћај па и 5 до 10 година касније, када је ниво услуга био висок.

Техничко решење реконструкције магистрале, на потезу Каменари — Рисан — Котор обрађено је и реализовано коректно, уз каснију обраду и изградњу обиласка Пераста.

Посебно тешки задаци за избор квалитетних решења били су пред пројектантима на правцу Петровац — Титоград — СР Србија, где су многи потези били на беспућу. Таквих деоница било је доста, али највише на потезима: Петровац — Титоград — Колашин и Иванград — Рожаје — СР Србија, где је око 80% трасе било на потпуном беспућу. Ипак, посебно треба издвојити деоницу Титоград — Колашин, као најтежу, и прву, за пројектовање магистрале. Ову деоницу нису могли трасирати сви добри пројектанти. Од њих, онда малобројних, теренске радове кањоном Мораче могли су обављати само они који су поред тога били: храбри (вребале су разне опасности), издржљиви (радили су по читав дан, а ноћу сређивали добијене дневне податке) и који су имали планинарског дара (ходање и рад помоћу конопца). То су били изузетно тешки и одговорни умни и физички напори пројектаната, тежи или бар једнаки градитељима овог дела магистрале.

У континенталном делу магистрале, као на већ наведеном делу приморја, за техничка решења, поред осталог, коришћени су Привремени технички прописи за путеве из 1949. године и Технички прописи за путеве из 1957. године. На положајно решење у Титограду утицао је урбанистички план, којим је магистрала била зацртана у централном делу града. Пројектована и реализована положајна и висинска решења континенталног дела магистрале, са одговарајућим условима (или без њих) а коришћењем важећих прописа за путеве, може се утврдити да су била ближа оптималном избору него грешкама. На

ту констатацију од утицаја су многе и сада објективне чињенице од којих су најбитније: магистрала је положена преко најнижих превоја, посматрајући шири коридор правца Петровац — Титоград — Иванград — СР Србија; реализовано решење тангира (или пролази) шест општинских центара (сл. 1), што је од значаја за шири развој и као потпуна новоградња, на многим деоницама, решење трајно представља општу допуну путне мреже у Црној Гори, која је иначе најређа у нашој земљи. Узимајући у обзир ове аргументе, као и већ истакнуте тешкоће и услове, решење континенталног дела магистрале, за оно време, пружило је одговарајући квалитет, а на дужим потезима и квалитет трајније вредности.

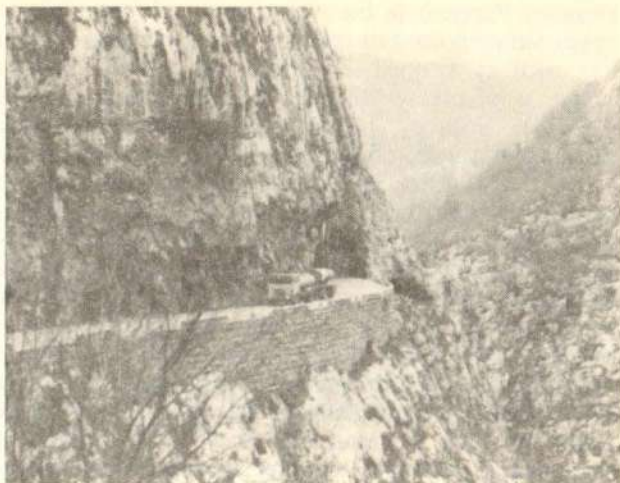
Најквалитетније техничко и саобраћајно решење магистрале остварено је на деоници Бар — Улцињ. За обезбеђење веома квалитетног решења, поред осталог, утицали су Технички прописи за пројектовање путева из 1969. године (квалитетнији од претходних) који су у целини поштовани. То је омогућило да се, први пут, на магистрали изграде: саобраћајне траке за спору возњу, аутобуска стајалишта, одморилишта и паркиралишта, шире банке и др., што је од утицаја на потпун квалитет овог дела пута.

Да би основно решење магистрале, које је утицало на њен општи квалитет задржало ту функцију, било је потребно обезбедити квалитет свих делова пута, а нарочито горњег строја. Коловозна конструкција у почетку (и до 15 година касније) са подлогом претежно од туцаника или шљунка и два асфалтна слоја (5+3 cm) — везни и хабајући — укупне дебљине конструкције око 30 cm, показала се нејаком за величину и тежину саобраћаја који се убрзо појавио. Тек средином 60-тих година, појавом квалитетних Техничких прописа, Техничких услова и стандарда за коловозне конструкције, о квалитету материјала и обавезном претходном испитивању свих делова материјала коловозне конструкције, као и обавеза њеног прорачуна, решења за горњи строј постају квалитетнија. То је утицало на избор моћи и квалитетније коловозне конструкције за касније изграђене потезе (Рибаревина — Иванград — Рожаје — СР Србија, Каменари — Рисан — Котор и Бар — Улцињ) где је конструкција износила око 40 cm, у којој, поред подлоге и три слоја асфалта, изузев у Боки — 2 слоја асфалта (7+3). Димензије и квалитет горњег строја најповољније су на деоници Бар — Улцињ. Овде је хабајући слој дебљине 4 cm, док је на свим осталим деоницама на 93,7% укупне дужине магистрале хабајући слој 3 cm.

КВАЛИТЕТ ИЗГРАДЊЕ

Изградњу магистрале у почетку, па и више од 10 година касније, карактерише ручни рад и у мањем обиму примена механизације, а нарочито при изради доњег строја. Да би се могло оценити колика је била заступљеност ручне изградње наводе се многи такви радови: ископи хумуса и свих врста земљаних радова у нижим

категоријама; крчење ниског растиња и шуме са вађењем пањева; планирања насипа, постељице, туцаника и шљунка; сејање шљунка за квалитетније бетоне; утовари и истовари земље, камена, шљунка, цемента, туцаника и дрвене грађе; разни транспорти — колицима, трагачима и др. Малобројну механизацију за изградњу пута и објеката сачињавали су: компресори малог капацитета; камиони мале носивости и без уређаја за истовар; бетонске мешалице од 250 l; ваљци (претежно парни); цистерне за воду (као провизоријуми) ради квашења туцаника при ваљању; покретне дробилице и касније асфалтне базе са својом комплетном механизацијом за израду и уграђивање асфалта. Као састани део механизованог и ручног рада свако веће градилиште са добром организацијом рада имало је градилишну радионицу са ковачницом за оправке механизације и израду или оправку разног ручног алата. Уз претежно ручну изградњу, и поред великог броја радника, са механизацијом малог радног ефекта, доњи строј је морао да се гради. На дуготрајну изградњу доњег строја утицао је и веома тежак терен са доста мостова, тунела, галерија и зидова, па је било нужно изградити уз трасу многе тешке девијације ради приступа објектима. Веома дуга изградња доњег строја и објеката била је на деоницама: Дебели Бријег — Бар и Петровац — Титоград — Колашин (на неким потезима и до 10 година) које су прве грађене. Та дуга изградња била је и од помоћи за обезбеђење квалитета многих насипа (неки високи и 10 m — преко Скадарског језера) због могућности слегања и стабилизације, јер су статички ваљци били немоћни да обезбеде одговарајућу збијеност. На свим овим деоницама карактеристична је изградња са значајним коришћењем камена (из трасе) за зидове, ролирање насипа, ограде, колобране и туцаник. Многобројни зидови, од којих је знатан део висок и дуг, изграђени су од обрађеног камена. Поред њихове стабилности и квалитета изградње (у цементном малтеру) делују естетски и прави су украс магистрале као и сви други



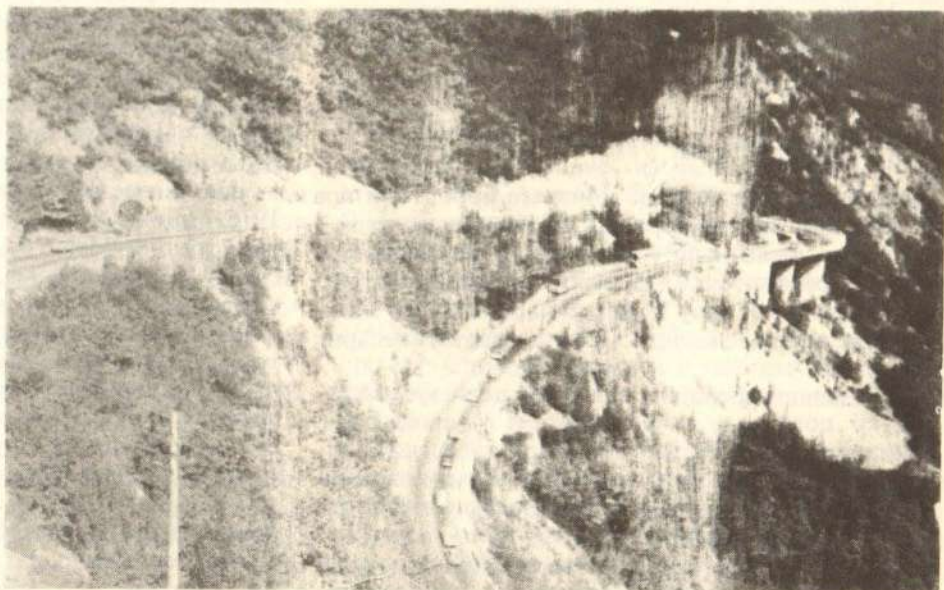
Сл. 4

видни делови од обрађеног камена уграђеног у пут. То показују и сл. 4 (у кањону Мораче) и сл. 5 (деоница Петровац — Вирпазар).

Након изградње овог дела магистрале појавила су се клизишта, на пар места у приморју, која су због хитних потреба санирана бетонским зидовима, што се уочава и на сл. 2.

Почетком 60-тих година грађевинска оператива већ располаже савременом механизацијом: лафетне бушилице и бољи компресори, булдожери, утоваривачи, вибрациони ваљци и плоче, грејдери, камиони — кипери и др., што омогућава бржу а истовремено и квалитетну изградњу свих осталих деоница магистрале. У циљу брже изградње деоница Колашин — Иванград — СР Србија, Каменари — Рисан — Котор и Улцињ — Бар, не користи се камен као на раније поменути деоницама, већ се граде бетонски зидови и шљунчана подлога за горњи строј, што ипак, у смислу стабилности, економичности и квалитета обезбеђује добро решење.

Већи део магистрале (око 270 km) захватио је катастрофални земљотрес 15. априла 1979.



Сл. 5

године. Колико је било разорно дејство земљотреса може показати пример са фотографије (сл.3) на којој су у предњем плану — између магистрале и обале — хотели на Словенској плажи у Будви, који су, на жалост, сви порушени. С обзиром на већ добро познато дејство катастрофалног земљотреса, магистрала је ипак добро издржала. Само на три места је потпуно оштећена, и то: у Каменарима (потонуо већи део насипа у море); код Будве (Жута греда) огромна откидања брдске масе срушила се на магистралу у дужини од око 500 m и објекат на сл. 5. онеспособљен за саобраћај. Наравно да је било и других знатних оштећења на многим потезима магистрале (појава клизишта, готово из свих већих шкарпи и изнад њих било је откидања и затрпавања коловоза, отклон зидова, разна оштећења коловоза, оштећења тунела и лежишта мостова и др.), што је све било видљиво и евидентирано након земљотреса. Уз наведена три потпуна прекида магистрале, најхитније су изграђене или оспособљене три девијације за саобраћај. И на много места, такође најхитније, уклоњени су блокови и осулине са коловоза и тако успостављен саобраћај који је дуже време био отежан и успорен. На магистралама се прекид саобраћаја могао мерити сатима или данима, захваљујући пре свега брзој и солидарној интервенцији оперативе ЈНА, путара и грађевинара из Црне Горе и других република. Хитне и солидарне интервенције нису изостале ни на суседним регионалним и локалним путевима, али је на њима прекид саобраћаја трајао недељама или месецима (Рисан — Грахово) или чак више од године (Вирпазар — Суторман — Бар). Магистрала је разорно дејство земљотреса знатно боље издржала од ових суседних путева који су били ужи и више прилагођени терену, што је доказ квалитета њене изградње. У целини, по основу квалитета изградње, бољи део магистрале је доњи строј и објекти, узимајући у обзир размеру трајности горњег и доњег строја пута. Већа усклађеност квалитета доњег строја и коловозне конструкције остварена је на потезу Бар — Улцињ, док је на свим осталим деоницама, или претежном делу магистрале, лошији део овог пута горњи строј.

САДАШЊЕ СТАЊЕ

Већи део магистрале почео се користити пре 20 година. За тај период, уз свеукупни развој, изузетно интензивно развија се друмски саобраћај. Непрекидан раст друмског саобраћаја на путној мрежи у Црној Гори, а нарочито на магистралама, најкраће ће приказати следећи табеларни преглед.

Следећи табеларни преглед показује вишеструко повећање, појединачно и укупно, броја возила у Црној Гори, у периоду 1963. до 1981. године, што је утицало на сразмерно повећање саобраћаја на путној мрежи. Просечно повећање носивости (1,5 о 2 пута) теретних превозних средстава представљало је знатно повећање осовинског оптерећења, што се негативно одразило на

Табела 1 — Развој саобраћаја у Црној Гори

Разни показатељи који се односе на Црну Гору или поједина подручја		У годинама		
		1963.	1975.	1981. (1978)
1. Путнички аутомобили — број		1.759	24.471	48.352
2. Теретни аутомобили — Број		1.450	3.542	5.994
3. Аутобуси — број		232	537	681
4. Прикључна возила — број		356	865	1.549
5. Просечна носивост теретног аутомобила — t		6,3	10,7	13,6
6. Просечна носивост теретног прикључног возила — t		10,3	14,3	15,1
7. Лука Бар	Утовар робе — t Истовар робе — t	11.253 67.708	135.984 583.663	220.211 1198.336
8. Туризам (приморја)	домаћи посетиоци — број страни посетиоци — број	132.700 32.800	454.000 229.000	517.600 (666.000) 179.200 (286.300)

коловозну конструкцију. Поред тога, комерцијална возила су непрекидно повећавала број пређених km, тако да сада годишње прелазе 2 до 3 пута више km од пређених у 1963. години, чему је допринела квалитетнија путна мрежа, али је зато она и оптерећенија. У луци Бар, у времену од 1963. до 1975. године (пре пуштања у саобраћај пруге Београд — Бар), укупно је утоварено и истоварено 7,2 милиона тона робе. Тај огромни терет, готово у целини је превезен магистралом, а то је морало имати негативан одраз на коловозну конструкцију. Учестали ванредни превози (и оптерећења већа од 10 t по осовини) изузетно су неповољни за коловоз магистрале. Након земљотреса (већ 5 година), коришћена су интензивна превозна средства велике носивости (депониија материјала рушевина, допрема разног грађевинског материјала и др.) што је представљало додатно и тешко оптерећење магистрале. Ови подаци, претежно конкретни, као и они раније изнети показују: коловозна конструкција није могла издржати без оштећења стварно оптерећење које је знатно веће од планираног. Захваљујући инвестиционом одржавању коловоза од 1976. године, стање је добро на око 50% дужине магистрале. Међутим, на деловима магистрале где су коришћена мала средства редовног одржавања, стање је изузетно лоше и забрињавајуће. На тим потезима претежно постоје све врсте оштећења коловоза (колотрази, улегнућа, таласи, ударне рупе, мрежасте и друге напрслине асфалта и др.) које захтевају хитну инвестициону интервенцију. Изузетно тешко стање по питању средстава (тешко је обезбедити средства и за редовно одржавање) наговештава још лошије стање коловоза и саобраћаја. То би такође било веома неповољно за привреду, јер је саобраћај њен саставни део. Значи да је веома важно и не-

опходно обезбедити средства за инвестиционо одржавање, јер без тога она би била изгубљена по основу мање економичног саобраћаја. Ово је било нужно истаћи јер се сада од укупног саобраћаја на путној мрежи Црне Горе 60 до 70% одвија преко магистрале (раније и више).

Из табеларног прегледа се запажа веома интензиван развој туризма на црногорском приморју. Посебно динамичан развој је у периоду: 1963. до 1978. године (подаци у заградама), када је у 1978. години (пре земљотреса) постигнут рекорд туристичких посетилаца, 5,75 пута више од 1963. године. Туристички и други развој у приморју утицао је на интензивну и разноврсну изградњу објеката високоградње. Док је та изградња трајала на просторима између магистрале и обале, није било битнијих погоршања саобраћаја. Већ почетком 70-тих година објекти високоградње изграђују се изнад магистрале. Сада магистрала личи на недовршену градску улицу (или лошије) у свим општинским центрима приморја, изузев Улциња. Изградња са обе стране магистрале, са невероватно много прикључака на њу, још више неповољно утиче на саобраћај. Многобројни прикључци (асфалтни, шљунчани и земљани) па и преко одводних канала и ригола, са најчешће лошим техничким и саобраћајним решењем, поред поремећаја нормалне одводње, представљају и низ опасних тачака за безбедност саобраћаја. Колико су густе прикључци може послужити пример из Тивта: на око 5 km магистрале има преко 80 прикључака (много и за градску улицу!). Слична је ситуација и у осталим општинским подручјима. Има и других негативних појава: изграђеност разноврсних објеката у путном појасу или чак на деловима пута (захваћен део насипа или засека), што је такође неповољно за саобраћај. Резултат већ наведеног „урбанизма“ изнудио је решења у многим местима, са ограниченом брзином (претежно 50 km/čas), а на знатној дужини магистрале, која би са постојећим елементима одговарала рачуној брзини 60 до 80 km/čas. Тако умањена саобраћајна вредност магистрале, уз појаву семафора на магистрали у неколико општинских центара приморја представља врло низак ниво услуга, а нарочито за транзитни саобраћај, који је непрекидан и посебно повећан у туристичкој сезони. Из низа наведених неповољности за саобраћај, чини се да је крајње време за измену законских одредби, јер досадашње искуство показује да су надлежни општински органи своја права злоупотребили, на штету саобраћаја, а дали незнатан допринос за боља саобраћајна решења у односу на магистралу. Снажан замах негативних појава за саобраћај на магистрали неопходно је зауставити, јер се ради о веома значајном путу (за Црну Гору и шире), који је магистрални а истовремено је у групи главних европских путева (Е-65, Е-80), односно прикључни Е пут на потезу Петровац — Улцињ (Е 752).

У Титограду је магистрала на средишњем делу урбанизованог подручја дужином 14 km. На тој дужини непрекидно је обиман саобраћај, односно већи од било које друге деонице, јер је стално



Сл. 6

присутан знатан локални и транзитни саобраћај. Срећна је околност што магистрала у Титограду, у централном делу Титограда, има коловоз ширине 9 m, а на дужини од 3 km, где је и саобраћај најгушћи, изграђена је као градска улица (сл. 6). То је омогућило формирање три саобраћајне траке на раскршћима за скретања улево без застоја уздужног саобраћаја магистралом када је саобраћај био мањи. Међутим, од пре 5 до 10 година, када је саобраћај нарастао, у централном делу града постављено је на магистрали 5 комплета семафора. Семафорске фазе дају знатну предност саобраћају магистрале, али и поред тога се запажа већи застој у часовима вршног саобраћаја. Ограничена брзина на магистрали (50 km/čas) у Титограду, на дужини 7 km не може се постићи ни у једном времену током дана, јер то ометају семафори, пешачке стазе на коловозу и др. Тако је магистрали у Титограду знатно смањена магистрална и саобраћајна вредност с обзиром да њени елементи омогућавају знатно веће брзине.

Стање магистрале, посматрано са урбанистичког аспекта, знатно је повољније у континенталном делу од већ наведеног у приморју и Титограду. Магистрала једино пролази кроз Рожаје, док остале општинске центре (Колашин, Мојковац, Бијело Поље и Иванград) претежно обилази или тангира, због чега је занемарљив неповољан урбанистички утицај на овом делу магистрале.

Карактеристичан пример ван урбанизованог подручја интензивне изградње индивидуалних стамбених и других објеката је подручје Зете. Објекти изграђени пре магистрале, и знатан део касније, па и неодговарајући прикључци (Голубовци и др.) утицали су на ограничење брзине (50 km/čas) на дужини од неколико km, иако су елементи магистрале за безбедну брзину — 80 km/čas. Сличних примера у многим мањим местима има више, где је такође ограничена брзина, али на малој дужини.

На неколико дужих потеза магистрале влада непрекидан и већи подужни нагиб, а уз то и недовољно прегледних и повољних дужина за претицање. То је најизраженије на два дужа сектора деоница Петровац — Вирпазар, где је уздужни

нагиб претежно од 7 до 9%, и на већем делу пута манастир Морача — Колашин, где је нагиб око 7%. Сва та три потеза, сваки приближно исте дужине, (укупно око 30 km) без знатнијих ублажења нагиба, изузев у серпентинама, представљају лошији део магистрале за саобраћај. Када се узме у обзир да је у саобраћају број комерцијалних возила увек изнад нормале (преко 20%), тада је могуће утврдити да се ради о три изузетно споровозна сектора магистрале. Увек се на тим уздужним нагибима може запазити колона путничких аутомобила (слика 5) иза тежих теретних возила, а нарочито у туристичкој сезони. Тада се возачи путничких аутомобила морају прилагодити спорој, досадној и неекономичној вожњи, а неки — нервозни (уз тежки ризик) обављају и претицање, без довољно услова за безбедност. Као споровозни сектори се могу сматрати и деонице: Мојковац — Улошевина и Дапсичи — тунел „Локве“, али у блажем виду од претходних деоница, јер су им дужине (2,5 km, односно 8,5 km) и подужни нагиби мањи (око 6%), а мањи је и број комерцијалних возила у саобраћају.

Динамичнији развој јавног путничког ауто-саобраћаја у Црној Гори, а нарочито градског и приградског, остварује се од пре 10 до 15 година, посебно израженије на магистрали и подручјима: Титограда, Бијелог Поља и Иванграда. Овај саобраћај и сада је у порасту, а знатније у туристичкој сезони, највише у приморју. Како на магистрали нема изграђених аутобуских и других стајалишта ван коловоза (изузев деонице Бар — Улцињ), то је посебно неповољно за безбедност саобраћаја. Неизграђена тунелска облога и портали (сл. 4), већег броја тунела на деоници Титиград — Колашин објективно представља додатну опасност за безбедност саобраћаја.

На магистрали је увек одговарајућа врста, број и квалитет саобраћајних знакова. Они благовремено упозоравају и информишу учеснике у саобраћају. Средишња линија и друге ознаке на коловозу обнављају се сваког пролећа, што омогућава нормалнији саобраћај и у неповољним временским условима.

Све изнете појединости о садашњем стању магистрале, ако се посматрају здружено у оквиру глобалне оцене стања, показују да је оно претежно лоше. Неопходна је и нужна оправка коловоза на многим потезима, па и изградња потребних стајалишта (аутобуска, одморишта, видиковци) уз коловоз (као лакше решив проблем), што би значило знатно побољшање стања, економичности и безбедности саобраћаја на магистрали, на шта обавезује значај овог пута. Многи делови магистрале обухваћени урбанистичким „квештима“ као и наведени споровозни сектори, укупне дужине око 20% овог пута, представљају дуже времена лоше стање за саобраћај, јер би одговарајућа решења (измештања магистрале и др.) захтевала изузетно велика средства за реализацију. Од оскудних расположивих финансијских средстава за путну мрежу Црне Горе (у којој је око 390 km или 22,7% магистралних и регионалних путева са туцаничким коловозом ши-

рине 3,5 до 4,0 m и изузетно лоших елемената и око 440 km или 25,6% сличних путева, али обесправљених једним слојем асфалта) било је веома тешко један део укључити за мање интервенције на магистрали (сада још теже), што значи да се крупнија решења морају одгађати за касније.

Неки аспекти дефинисања опасних места на путевима

Мр СВЕТОЗАР КОСТИЋ, дипл. инж.

УВОД

Проблемом опасних места на путевима баве се стручњаци широм света већ више година. Од 1968. године се и у СР Србији овом проблему посвећује већа пажња. Уведено је периодично праћење саобраћајних незгода по месту настајања и откривања места са повећаним бројем незгода. Ова места се детаљније анализирају и изналазе мере да се опасности на њима отклоне или ублаже. Међутим, убрзо је уочено да се број опасних места из године у годину значајно повећава. Међу издвојеним местима има и таквих где нису откривени неки битни недостаци који би допринели настанку саобраћајних незгода. Све ово указује на потребу да се детаљније размотре критеријуми за избор опасних места, па и само схватање појма опасног места, или деонице пута.

Треба одмах констатовати да постоји више аспеката сагледавања овог проблема, па самим тим и више метода за његово решавање. Проблематику на нашим путевима прати већи број друштвених организација и органа. Сви су они, у оквиру своје надлежности, заинтересовани и за решавање проблема опасних места и зато није ништа необично да свака од ових институција, гледано са њеног аспекта, на одређен начин дефинише опасна места, па и методологију њиховог откривања. На жалост, у оваквој ситуацији, наше стручне и научне организације нису у потребној мери заинтересоване за ову проблематику, те изостаје њихово, најкомпетентније мишљење. И поред тога о неким појмовима и методологијама већ сада се могу заузети јединствени ставови.

У литератури под појмом опасно место најчешће наилазимо на дефиницију да је то свако место или део пута на коме се у јединици времена догоди већ број саобраћајних незгода него на другим сличним деловима пута (појава прекомерне концентрације незгода). Ова места се често у пракси зову и „црне тачке“.*

* Анализе саобраћајних незгода према месту настајања и мере за њихово санирање на путевима у САП Војводини, Институт „Кирило Савић“

Међутим, остаје још доста недефинисаних појмова како би се општа дефиниција успешно и правилно применила. Да ли су сва места иста по природи настанка незгоде и степену опасности? Колики део пута можемо прогласити опасним? Шта је то: „већи број незгода него на другим деловима пута сличних карактеристика“? Колика је јединица мерења у којој треба осматрати опасно место? итд. Да би се што потпуније схватио појам опасног места потребно је нешто детаљније размотрити могуће поделе и карактеристике опасних места која су до сада откривена на нашим путевима.

Подела опасних места

У литератури (1, 3, 5, 8, 9, 10, 11) се углавном срећу две основне категорије опасних места:

а) опасно место као последица одређеног конструктивног недостатка или стања пута и његове околине;

б) опасно место услед неиздиференцираног саобраћаја.

а) Више пута је констатовано да се у нашој пракси пут као узрок незгоде среће у занемарљивом проценту. Сем недостатака у постојећој статистици и судска пракса не покушава да коригује овај третман пута. Међутим, возачи се свакодневно срећу са извесним опасностима на путу које су последице недостатка конструкције пута или његове околине. А ови недостаци су углавном скривени за зато и врло опасни. Поред радијуса кривина, попречних нагиба, површине коловозног застора, сужења на путу, као веома присутан и најчешће одлучујући узрок незгоде јавља се и околина пута (прегледност, видљивост итд.), као и постојећа путана сигнализација.

б) Као последица неиздиференцираног саобраћаја, обично опасна места срећемо на раскрсницама, путним прелазима преко железничке пруге и местима која карактерише мешовит саобраћај. Раскрснице су по природи ствари опасна места, јер долази до укрштања саобраћајних токова. Једно укрштање двеју саобраћајница може бити у грађевинском смислу изведено коректно, али с обзиром да на њој обично постоји 16 и више конфликтних тачака ово место је веома опасно.

Прелаз пута преко железничке пруге у нивоу је такође опасно место које заслужује посебну пажњу. Пре свега што је њихов број велики, а већина није адекватно обезбеђена браницима и полубраницима и одређеном светлосном и звучном сигнализацијом. Ова места су и недовољно прегледна са лошим коловозним зазором, ударним рупама, превојима итд., што на њима ствара још неповољније услове саобраћаја.

Опасна места, која карактерише мешовит саобраћај, представљају по правилу деонице пута на којима је сем моторних возила присутан интензиван саобраћај пешака, бициклиста и запрежних возила. Ова места се налазе најчешће на прилазним путевима за насеља и у самим градовима, па је безбедност саобраћаја на њима посебно угрожен.

Наведена подела се у доброј мери поклапа са раздвајањем опасних места карактеристична за: **градске агломерације и отворене путеве.**

Поред наведене поделе опасних места према условима пута и саобраћаја, можемо издвојити још неке групе опасних места које карактеришу извесна заједничка обележја. Ове поделе значајне су за потпуније сагледавање природе опасних места, њихово идентификовање и избор оптималних мера за отклањање недостатака и узрока опасности. На основу досадашњих истраживања и дугогодишњег праћења ове проблематике могу се извести следеће поделе опасних места, и то према:

- 1.1. условима пута и саобраћаја,
- 1.2. карактеристикама пута,
- 1.3. дужини,
- 1.4. степену опасности,
- 1.5. преовлађујућем недостатку,
- 1.6. фази откривања.

Ове поделе не треба схватити сувише круто, јер се оне преплићу, подударују или допуњавају. У оквиру једне поделе конкретно опасно место може да има обележја више група, јер се најчешће ради о местима са више недостатака и карактеристика. У жељи да се што потпуније дефинише ова проблематика и створи што боља основа за предузимање мера и отклањање недостатака, потребно је оваква места размотрити са свих аспеката.

1.1. Опасна места према условима пута и саобраћаја

О овој подели детаљније је написано на почетку овог поглавља. Међутим, она само грубо раздваја две групе проблема, те не пружа већу могућност да се сагледају суштина и основна обележја опасних места. У овом смислу знатно јаснију слику пружа следећа подела:

1.2. Опасна места према карактеристикама пута

Анализирајући основна обележја, а посебно природу опасности на већем броју опасних места, уочене су неке заједничке карактеристике за готово свако место. Тако се сва ова места могу сврстати у једну од следећих група:

- а) раскрснице,
- б) кривине,
- в) пролази кроз насеља,
- г) прелаз пута преко железничке пруге,
- д) правци.

Ове групе представљају основну карактеристику опасног места, односно основни узрок опасности на њему. Међутим, сигурно је да има места која су кривине али имају и неко уливање споредног пута, или пролаз кроз насељено место где постоји раскрсница итд.

Ова подела омогућава да се свака од наведених група опасних места посебно анализира и изучава. По правилу места из исте групе су слична по својој дужини, степену опасности, уоченим недостацима и, што је врло значајно, могу се примењивати јединствене мере и акције.

1.3. Опасна места према дужини

У свакодневном животу склони смо најчешће да за опасно место помислимо да је то неко конкретно место на путу са израженим недостатком који доприноси повећаном броју саобраћајних незгода. Отуда се за ова места и одмахно израз „црна тачка“. Међутим, већ прве анализе постојећих опасних места указале су на објективно постојање читавих потеза од 500, 2000 па и више метара који су врло опасни. Анализом већег броја опасних места као и самог процеса настанка незгоде дошло се до поделе места према дужини, на:

- а) опасно место,
- б) опасан потез,
- в) опасна деоница.

а) Опасно место

Опасно место се не може схватити као једна тачка на путу где извештан његов недостатак узрокује настанак незгоде. Сама незгода се одиграва на потезу у коме фигурира дужина возила реакција возача, дужина зауставног пута, прегледност...

Ако је у питању судар два возила, онда могамо узети у обзир и пређени пут другог возила у тренутку уочавања опасности. Непосредан недостатак пута може да угрози једног возача, али да до незгоде дође нешто даље од тог места пошто возач није успео да одржи возило на путу.

У одређеним случајевима незгода се може догодити и непосредно пре опасности на путу, када је возач опази и покуша наглим маневром да избегне. Значи може се слободно констатovati да је у питању извесна дужина пута која је посебно угрожена због недостатка. С обзиром да је и дефинисање места незгоде (стационаже) од стране увиђајних органа обично недовољно прецизно, не може се очекивати ни већа тачност при одређивању дужине опасног места. Узимајући у обзир све изнете констатације, за границу опасног места може се прихватити дужина пута до 300 m.

б) Опасан потез

Анализе опасних места, која су до данас евидентирана на нашим путевима, указују на извесна заједничка обележја следеће групе места од 300 — 1500 m. Таква места се најчешће срећу на путевима недовољне ширине коловоза и банкина, са више узастопних кривина и малом прегледношћу (каких код нас има доста) где се може појавити више узастопних опасности које у одређеним временским условима могу допринети настанку саобраћајне незгоде. Чест је и случај да се код два блиска опасна места повећањем интензитета саобраћаја изгубе праве границе па добијемо једно опасно место на целој дужини, односно опасан потез.

в) Опасна деоница

Није мали број случајева да на путу постоје извесне деонице дуге неколико километара на којима је забележен велики број незгода. Овакве

деонице често срећемо на прилазима већим градовима или при проласку пута кроз насељено место. Њих карактерише велика густина незгода (незгода/km) и најчешће захтевају детаљније реконструкције или измештање трасе у циљу елиминисања евидентне опасности. Карактеристични су и случајеви клизавих деоница, која због недовољне рапавости коловоза постају врло опасне, посебно при влажном коловозу. Зато је посебно издвојена ова група опасних деоница дужине преко 1500 m.

1.4. Опасна места према степену опасности

Због недовољно усавршених критеријума за откривање и издвајање опасних места, сада се у пракси срећемо са местима на којима се у току године догоди 5, па све до 30 и више незгода са настрадалим лицима. Ове разлике су присутне због саме природе недостатка и опасности на путу, али и због различитих дужина места, обима саобраћаја и сл. До сада се за мерење недовољне безбедности пута најчешће користио коефицијент угрожености изражен као:

$$K_u = \frac{10^6 N}{365 Q \cdot L} \quad (\text{незгода на милион воз. km.})$$

при чему је:

K_u — коефицијент угрожености

N — број незгода

Q — просечан дневни обим саобраћаја (воз/24h)

L — дужина деонице (km)

Поред броја незгода, овим коефицијентом се узима у обзир дужина деоница и просечан обим саобраћаја. Користећи овај израз за мерење степена опасности на једном месту, могу се издвојити три основне групе опасних места.

а) места са повећаним бројем незгода: $K_u < 2.0$,

б) опасна места: $2.0 < K_u < 10.0$,

в) врло опасна места: $K_u < 10.0$.

На овом плану је потребно вршити даља истраживања, јер је још отворено питање у којој мери дужина места, па и обим саобраћаја утичу на број незгода. Да ли је то линеарна зависност или треба тражити неку другу везу? Ова питања могу да буду врло значајна у даљем одређивању приоритета опасних места и предузимања мера за њихово санирање.

1.5. Опасна места према преовлађујућем недостатку

Анализа опасних места која су до сада откривена на нашим путевима указује да су просечно на овим местима откривена 4 недостатка пута и његове опреме. Списак недостатака је бројан и разноврстан. Карактеристично је да се неки недостаци јављају заједно или у склопу других карактеристика пута и саобраћаја. Један број недостатака је значајан и са аспекта предузимања могућих мера за њихово отклањање. У овом смислу се јављају групе опасних места са истим недостацима, односно врло сличним склопом

околности и недостатака. Зато није на одмет издвојити одређене групе опасних места сродне по недостацима:

- а) елемената ситуационог плана,
- б) елемената попречног профила,
- в) коловоза,
- г) прегледности,
- д) сигнализације и опреме пута.

Свака од наведених група садржи већи број конкретних недостатака који се јављају најчешће заједно, а некада и у склопу недостатака из друге групе.

1.6. Опасна места према фази откривања

Приликом откривања опасних места разликујемо више фаза рада. У свакој фази један број места се потврђује или одбацује као недовољно опасан. Зависно од фазе у којој је издвојено, можемо их поделити на места са:

- а) израженом концентрацијом незгода,
- б) недостацима пута и околине,
- в) потврђеним доприносом на настанак незгода.

а) Праћењем саобраћајних незгода према месту настанка, уочавају се извесна места и деонице путева на којима је повећан број незгода. Највећи број постојећих модела даје критеријуме (најчешће критичан број незгода) за издвајање места која се проглашавају опасним. Међутим, разматрајући типове опасних места и њихове поделе, уочавају се значајне разлике у степену опасности, дужини места, просечном обиму саобраћаја итд. Зато се не можемо у већој мери ослонити само на критичан број незгода за издвајање опасних места.

б) У оквиру методологије за откривање опасних места, једним бројем модела се предвиђа обавезан обилазак места на терену да би се утврдили конкретни недостаци. Тек откривањем недостатака пута, његове околине и сигнализације, ова места се могу прогласити опасним. Присутан је, међутим, велики проценат ризика да се у оцени погрешно, јер је заснована на претпоставци да је нађени недостатак и изазивач незгода. У овим анализама, које се најчешће раде после годину и више дана, тешко је поуздано доказати допринос неког недостатка у настојању незгоде. Поготову што је документација о незгодама (СН образац и сл.) доста непоуздана. Најчешће се на основу врсте незгода (директан судар, слетање, обарање пешака и сл.) или паушалне процене узрока незгода (неприлагођена брзина, непрописно претицање и сл.) покушава да потврди утицај недостатка опасног места на настанак незгоде.

в) Наведене чињенице указују на несумњиву потребу даљих истраживања на местима и деоницама путева које су у прве две фазе окарактерисане као опасне. Истраживања која треба спровести на терену, треба у стварној саобраћајној ситуацији да потврде утицај недостатака пута и околине на настанак саобраћајних незгода. Мала је вероватноћа да би се у току пос-

матрања и истраживања, па била она и дугорочна, „дочекао“ један број незгода на основу којих би се извукли потребни закључци. Међутим, уочио би се значајан број критичних и конфликтних ситуација, које се могу, са већом или мањом вероватноћом, завршити и као саобраћајне незгоде. Анализа ових конфликтних ситуација може да буде драгоцену помоћ и меродаван измеритељ доприноса недостатака опасног места на настанак незгоде.

2. Величина узрока и потребан период праћења (ППП)

Период осматрања који се до сада најчешће користио за издвајање опасних места био је један од две године.

Ако желимо да поуздано утврдимо опасна места на једном путу, онда морамо организовати толико дуго осматрање да имамо довољан број случајева (незгода) да би са одређеном вероватноћом издвојили она места где постоје и стварни недостаци. С обзиром да се највећи број методологија заснива на издвајању места која одступају од одређеног просека, онда је сигурно да код малог просека можемо добити велики број места која одступају од њега (задовољавају критеријум) али и не представљају праву опасност на путу.

Да би се избегли овакви случајеви потребно је детаљније размотрити величину критичног броја незгода потребног да се једно место прогласи опасним, односно дужину периода посматрања за који би имали довољан статистички узорак за поуздано закључивање.

У том циљу извршена је детаљна анализа 121 опасног места, поуздано утврђена на магистралним и регионалним путевима у СР Србији, са жељом да се нађе нека реална основа за усвајање потребних критеријума.

У табели бр. 1, дат је преглед наведених опасних места по броју незгода (X_i) и њиховој учестаности (f_i) на бази чега је израчуната аритметичка средина и стандардно одступање.

Табела 1. Фреквенција броја незгода на опасним местима

X_i	f_i	N_i	$X_i \cdot x^2$	$X_i \cdot X^2 \cdot f_i$
1	2	3	4	5
4	3	12	25.70	77.11
5	15	75	16.56	248.47
6	19	114	9.42	179.07
7	13	91	4.28	55.70
8	21	168	1.14	24.04
9	11	99	0.0	0.000
10	11	110	0.86	9.51
11	6	66	3.72	22.35
12	4	48	8.58	34.34
13	4	52	15.44	61.78
14	4	56	24.30	97.22
15	3	45	35.16	105.49
16	1	16	48.02	48.02
18	2	36	79.74	159.49
24	1	24	222.90	222.90
27	1	27	321.48	321.48
29	1	29	397.20	397.20
30	1	30	438.06	438.06
укупно:	121	1098		2502.28

На основу обрасца за аритметичку средину:

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \cdot X_i \cdot f_i = \frac{1098}{121} = 9.07 \quad (1)^*$$

израчунато је стандардно одступање:

$$S = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \cdot f_i = \frac{2502.28}{121} = 4.55 \quad (2)^*$$

Сада се може констатовати да је просечан број незгода на регистрованим опасним местима 9.07 са стандардним одступањем 4.55 незгода. Доња граница броја саобраћајних незгода на опасним местима је 4.52 односно свако место на којем се догоди више од 5 незгода можемо третирали као опасно.

Други проблем представља процена величине узрока, односно потребног периода праћења (ППП) незгода на једној деоници или путу. Када нам је позната критична густина незгоде, можемо да за наше путеве израчунамо колика је просечна густина незгоде из релације:

$$\bar{G} = G_k - k \cdot \frac{S}{\sqrt{n}}$$

при чему је:

$\bar{G}$ — просечна густина незгоде (незгода/1 km)

G_k — критична густина незгоде

k — КОЕФИЦИЈЕНТ СИГУРНОСТИ

S — стандардно одступање

n — величина узрока

За поузданост од 99% усваја се индекс $k=3,0$ па је просечна густина незгода:

$$\bar{G} = 4,52 - 3,0 \cdot \frac{4,55}{\sqrt{121}} = 3.28 \text{ nezg/1 km.}$$

С обзиром да је просечна густина незгода на нашим путевима између 1,0 — 2,0 незгоде на 1 km, ППП је 2 до 3 године да би се добио поуздан узорак за откривање опасних места. Истина овај период може да буде мањи на неким путевима где је већи број незгода, или ако бисмо били у стању да организујемо поуздано прикупљање података и о незгодама са материјалном штетом. У стварности период посматрања треба да буде толики да обезбеди просечно 3.28 незгода по 1 km на анализираној деоници пута.

Истакнути прорачуни критичне густине незгода и потребне величине узрока представљају општи просек, јер се односе на сва анализирана опасна места. Међутим, добили би се знатно реалније подаци да су ови параметри утврђени за одређене класе опасних места. У овом смислу било би, на пример, интересантно утврдити критичну густину незгода за: опасна места, потезе и деонице путева, односно у зависности од дужине третиране локације. Овај критеријум може да буде основа новог модела за издвајање опасних места.

Приказани резултати истраживања и изнета разматрања дају celовитију слику о проблематици опасних места. То пружа могућност да се опасно место („црна тачка“) дефинише на сле-

дећи начин: опасно место, потез или деоница је део пута на коме се у потребном периоду праћења (ППП) због недостатка пута и његове околине догоди број незгода већи од критичног броја утврђеног за одређени пут и где је коефицијент угрожености већи од 2.0 незгода/милион воз.km.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Метод утврђивања црних тачака на путевима, израда катастра ових места и предлог њиховог елиминисања. Институт за саобраћај и транспорт, Београд, 1975.
- [2] Владимир Ђорђевић: Места и деонице путева које са гледишта безбедности саобраћаја треба детаљније испитати, Саобраћај, бр. 10/1975.
- [3] Примера изнађених метода откривања и елиминисања црних тачака на релацији пута Београд — Титово Ужице, Институт за саобраћај и транспорт, Београд, 1978.
- [4] Светозар Костић: Опасна места на путевима у СР Србији, без покрајина, Безбедност, 6/1980.
- [5] Анализа саобраћајних незгода према месту настајања и мере за њихово смањење на магистралним и регионалним путевима у САП Војводини, Институт „кирило Савић“, Београд 1977.
- [6] M. Reverdy: Bilan d'une experience d'amenagement systematique des pointes noires pour ameliorer la securite, Revue generale des routes et des aerodromes, No 499/1974.
- [7] Изналажење црних тачака и побољшање сигурности, XV међународни конгрес за путеве Мексико 1975.
- [8] Саво Богуновић и Антун Смрчек: Инжењерско-техничке методе за проучавање опасних места на цестама, Цесте и мостови 3/1979.
- [9] Identification, Analysis and corection of high Accident location, Midwest Research, Instituta, Missouri, 1975.
- [10] Антун Смрчек и Анте Дивић: Методологија утврђивања опасних места на цестама и поступак вредновања успешности санирања, Цесте и мостови, 5/1981.
- [11] Т. Шибеник: Методологија идентификације опасних места на путевима, Међународна конференција о безбедности саобраћаја на путевима, Београд 1981.
- [12] Милица Лазић: Истраживање црних тачака на основној мрежи уже Србије и САП Војводине, Београд 1981.

Утицај елемената пута на сигурност возње

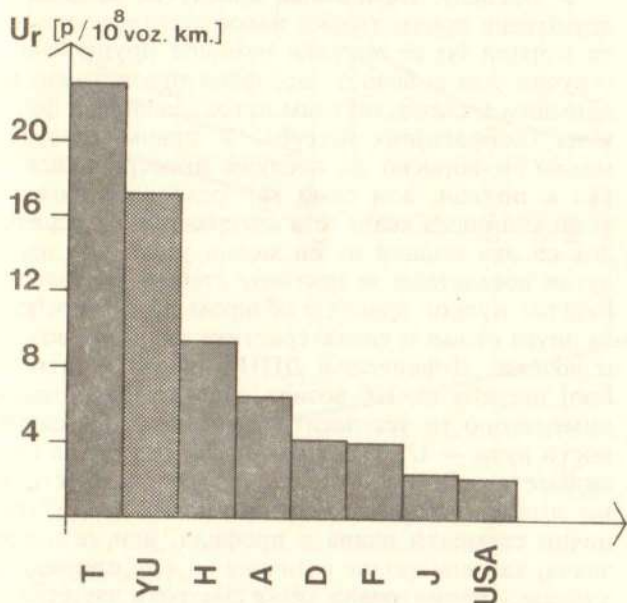
Др ВОЈО АНЂУС, дипл. грађ. инж.

Данашња мрежа категорисаних путева Југославије састоји се од 116.300 km, од чега на путеве са савременим коловозним застором отпада 44%, а на путеве са тузаничким и земљаним застором 56%. Овом путном мрежом креће се више од 3.000.000 воз. (Л.11). Према истом извору у протеклих тридесетак година (1947—1980) годишње је у саобраћајним несрећама страдало просечно 30.295 лица, при чему је просечно гинуло 2.225 лица. Дода ли се томе податак да је последњих десет година у просеку гинуло до 5.000 лица (1979. године чак 5.472) јасно је какав данак плаћамо „дивилзацији на четири точка“.

Ови подаци су још драстичнији ако се број несрећа, посебно оних са фаталним исходом, пос-

* Светозар Вукадиновић: Елементи теорије вероватноће и математичке статистике.

матра с обзиром на мобилност становништва. Према подацима за 1979. годину (Л.11) у Југославији је на 10^8 voz.km погинуло чак 17,2 лица и овај број је у Европи био премашен само у Турској (23,5 погинулих на 10^8 voz.km). Да би се добио прави увид у ове податке важно је истаћи да је број од 17,2 погинула/ 10^8 voz.km у Југославији двоструко већи него у Мађарској (9,4), троструко већи него у Аустрији (6,5), четири пута већи него у Француској (4) и СР Немачкој (4,1), те чак осам пута већи него у Јапану (2,3) у Сједињеним Америчким Државама (2,1), в.сл.1.



Сл. 1 — Број несрећа са фаталним исходом у функцији мобилности (Л. 11)

Ови подаци су довољно алармантни да изазову ширу националну забринутост како са становништа угрожавања здравља нације тако и са становништа негативних ефеката по националну економију. Ово је сасвим сигурно довољан разлог да се проблему безбедности саобраћаја у најширем смислу, посвети достојна пажња и да се проблем саобраћајне несреће посматра свеобухватно у сложеном систему возач-возило-околина.

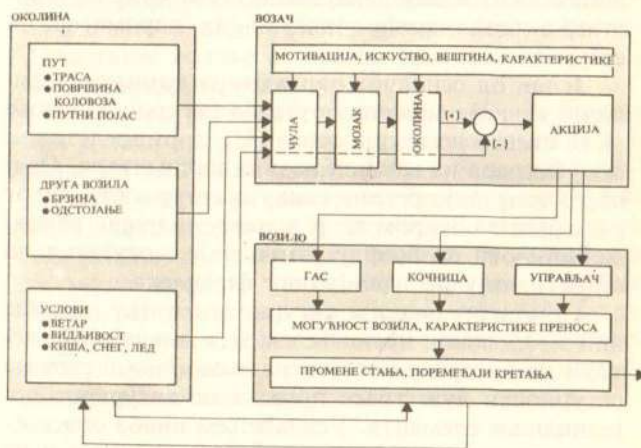
Основно питање које се овде намеће је у којој мери је пут узрок несреће. Ако би хтели умирити нашу инжењерску савест, могли бисмо се задовољити најчешћом констатацијом узрока несреће: „возач није прилагодио брзину условима пута“. Но иако ова констатација на први поглед скида одговорност са пута као узрока несреће, она га у исто време итекако оптужује, присетимо ли се само како смо дефинисали брзине током пројектовања и на основу којих брзина смо димензионисали примењене елементе трасе. Пут се тако, као директни или индиректни кривац, не може мимоићи, и то од првих планерских разматрања, преко пројектантске разраде и изградње па све до одржавања.

С обзиром на изнето може се закључити да је за анализе сигурности вожње меродавно стање слободног саобраћајног тока, карактеристично за усамљено возило, при чему се комплексност разматрања ситуације обезбеђује квалитативном и

квантитативном анализом кибернетичког система возач-возило-околина (V-V-O). Успостављањем аналитичких међузависности у систему V-V-O омогућава се оптимизација стања система у циљу повећања сигурности, ефикасности и удобности вожње и на тај начин у процесу пројектовања (итеративном истраживању оптималног решења) отклоне евентуалне грешке и успоставе објективни критеријуми за вредновање предложених решења.

У оквиру система V-V-O функцију управљања врши возач, а објект управљања је возило, док околина (пут, саобраћај, климатска и физичка средина) представља извор информација на основу којих се дефинише стање система.

Основне везе између појединих елемената система V-V-O приказане су на сл. 2.



Сл. 2 — Кибернетички систем V-V-O

СИГУРНОСТ ВОЖЊЕ У ФУНКЦИЈИ ПРИМЕЊЕНИХ ПУТНИХ ЕЛЕМЕНАТА

Нема сумње да се питању сигурности вожње мора посветити изузетна пажња у свим фазама раде пројектне документације — од генералног до извођачког пројекта — као и током изградње пута и касније током његове експлоатације.

Проблем сигурности се може разматрати са различитих становишта од којих се по свом значају издвајају: економско, политичко и етичко. Свако од ових становишта је изузетно значајно пре свега по националну економију, општу сигурност грађана и здравље нације и захтева да буде детаљно изучено уз предузимање одговарајућих мера превентиве и санације.

Проблем сигурности вожње мора се разматрати у оквиру законитости које владају у сложеном кибернетичком систему возач-возило-околина. У овом систему се појам околине може различито третирати: од најшире схваћених друштвених и политичких услова одвијања саобраћаја па све до њене анализе као једног строго издвојеног елемента, као што је, на пример, стање коловозне конструкције и свих ефеката који из тога следе. У ужем смислу околина се може разматрати кроз три глобална параметра: пут, саобраћај и физичку и климатску средину. Када се анализира слободни саобраћајни ток, тада се

утицај саобраћаја разматра на основу карактеристика меродавног возила, док се стање климатске и физичке средине идеализује. На тај начин пут постаје основни параметар који треба анализирати са становишта сигурности вожње било да се ради о новопроектованим деоницама или о реконструкцијама.

Многи од напред наведених аспеката сигурности имају своје исходиште управо у примењеним елементима пројектне геометрије и мада се не може рећи да би идеално пројектован и изведен пут био без саобраћајних несрећа, неоспорно је да би оне биле значајно редуковане на њему. Као што је већ раније наведено, пут чине елементи пројектне геометрије у све три пројекције и околни простор у оквиру регулационих линија. При том се елементи пута одређују на основу динамичких и саобраћајних захтева чиме се успоставља веза између динамичких параметара и сигурности вожње.

Један од основних параметара којим се дефинише утицај елемената пута на сигурност вожње јесте степен несигурности — U_r , који представља број несрећа на милион возила километара. Овај параметар даје реалну слику о сигурности датог елемента с обзиром да је у њему садржан утицај мобилности саобраћаја, што даје могућност за објективнију евалуацију овог феномена.

Приликом анализе сигурности путне деонице или изолованог путног елемента значајно је истаћи да пресудну улогу игра хомогеност степена сигурности дуж трасе пута, а не сигурност појединачног елемента. Усклађењем нивоа опасности појединачних елемената битно се утиче и на укупну редукцију броја несрећа дуж трасе пута. При том се не сме изгубити из вида и шире разматрање степена сигурности на путној мрежи, а пре свега последице које новопроектована или реконструисана траса изазива на подручју мреже. Тако се проблем хомогенизације нивоа сигурности путне деонице може даље трансформисати на проблем хомогенизације нивоа сигурности мреже или дела мреже. Ово је од посебног значаја када се анализирају шири ефекти одређеног саобраћајног система и најшири аспекти сигурности саобраћаја. Тако се може десити да се подизањем нивоа сигурности изоловане деонице чак и негативно утиче на укупни ниво сигурности путне мреже, односно дела те мреже.

Стога постоји пуна оправданост да се у процесу планирања и пројектовања унапред дефинише захтевани степен сигурности, у овом раду назван **ДРУШТВЕНО ПРИХВАТЉИВИ НИВО НЕСИГУРНОСТИ ПУТА**. Дефинисањем друштвено прихватљивог нивоа несигурности пута — ДПН, у почетној фази планерских истраживања могуће је квантификовати елементе пројектне геометрије, у процесу пројектовања, са становишта сигурности вожње што је, нема сумње, значајан допринос изналажењу оптималног решења. Овом приступу се може замерити да унапред рачуна са одређеним бројем несрећа током експлоатације, но схватајући саобраћајну несрећу као неминовност у одвијању саобраћаја много је исправније у фази пројектантске разраде узимати

ову чињеницу у обзир него дозволити да нас развој догађаја на путној мрежи „изненади“ како по броју саобраћајних удеса тако и по њиховој тежини. Дефинисањем ДПН-а постиже се још једна значајна предност у односу на класични приступ овом проблему, односно омогућава се пројектанту да кроз интеративни процес истраживања оптималног решења успостави и уједначени процес истраживања оптималног решења успостави и уједначени ниво сигурности дуж трасе пута чиме се непобитно утиче на смањење броја и тежине саобраћајних несрећа.

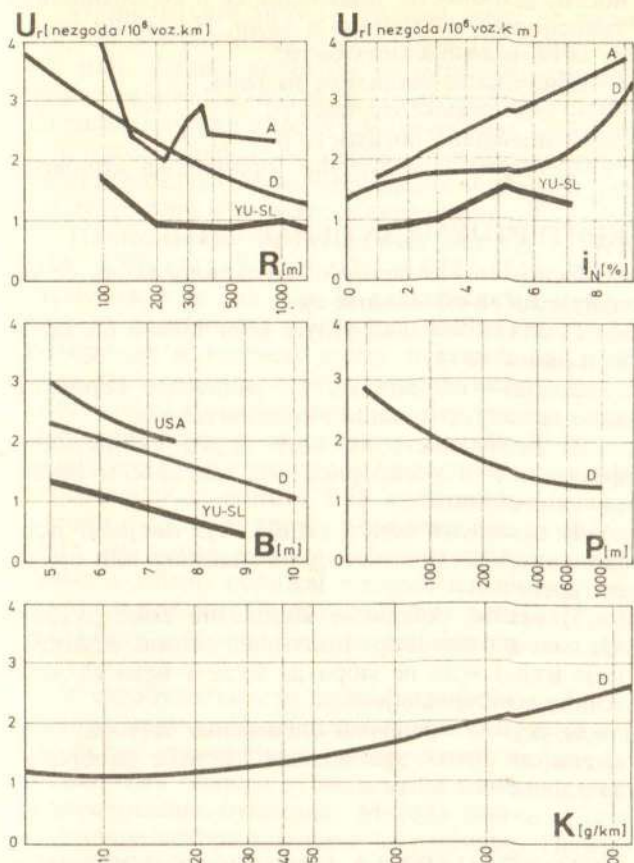
У погледу дефинисања апсолутне вредности друштвено прихватљивог нивоа несигурности пута морала би се постићи најшира друштвена и стручна усаглашеност заснована првенствено на обимним и свеобухватним истраживањима феномена саобраћајних несрећа. У првом тренутку могла би корисно да послуже инострана искуства и подаци, али само као релативни показатељи код оцена квалитета алтернативних решења док се ови подаци не би могли узети као апсолутни показатељи за прогнозу степена сигурности будућег путног правца с обзиром да су одређени за друга стања и карактеристике околине, возача и возила. Дефинисање ДПН-а треба везати за број несрећа на 10^6 возила километара односно димензионо га усагласити са степеном несигурности пута — U_r . Само се по себи разуме да овај параметар (ДПН) не може у процесу пројектовања имати ону улогу коју на пример имају гранични елементи плана и профила, али се његов значај као контролне величине која се примењује у процесу пројектовања може сматрати изузетним.

Одређивање степена сигурности појединог елемента пројектне геометрије, односно трасе у целини већ дуго је предмет многобројних истраживања како у иностранству тако и у земљи.

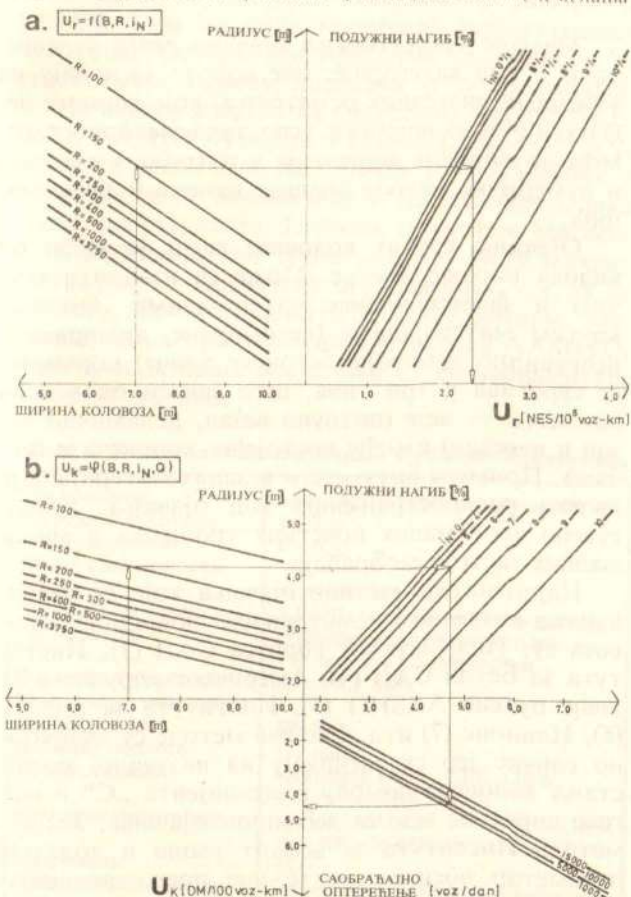
На сл. 3 и 4 приказани су неки од резултата тих истраживања према Л.04., 08. и 12.

Напред наведени дијаграми констатуисани су на основу анализа саобраћајних несрећа у функцији радијуса хоризонталних кривина, ширина попречног профила, величина подужног нагиба, дужина расположиве прегледности, кривинске карактеристике пута и саобраћајног оптерећења. На овим дијаграмима се, независно од земље у којој су вршена истраживања, јасно уочавају подручја елемената пројектне геометрије која у примени могу довести до повећаног броја несрећа што само по себи има изузетан значај за пројектанта пута као допунска информација приликом пројектантске разраде и примене одговарајућих елемената плана и профила.

Ово се пре свега односи на вредност радијуса хоризонталних кривина где се за $R < 250$ m прелази у релативно несигурно подручје, односно подручје у коме се знатно погоршавају услови безбедне вожње. Ова анализа даје неке допунске информације пре свега са становишта примене мањих радијуса ($R < 250$ m) у пројектовању путева. Наиме, овим се још једном указује на присутну дилему односа инвестиционих улагања и експлоатационих ефеката чији су саставни део и трошкови проузроковани саобраћајним несре-



Сл. 3 — Утицај нестакнутих елемената пута на сигурност возача



Сл. 4 — Утицај елемената пута на сигурност возача и на безбедност саобраћаја (Л. 07)

ћама. У првом случају се применом мањих радијуса за вредности рачунске брзине $V_r = 80 \text{ km/h}$ час директно утиче на смањење инвестиционих улагања, али се истовремено значајно утиче на повећање трошкова експлоатације с обзиром да овде долази до наглог повећања трошкова проузрокованих саобраћајним несрећама.

На основу великог броја истраживања установљено је да у подручју хоризонталних кривина када је $R < 250 \text{ m}$ долази до знатног прекорачења ангажованог радијалног убрзања у односу на вредност која је прописима предвиђена, а која заснива на нормираној вредности радијалног трења — f_R . Ово повећање стварно ангажованог радијалног убрзања, може се тумачити с једне стране, нарочито код кривина са малим скретним углом, разликом која настаје између теоријског радијуса хоризонталне кривине (R) и стварно воженог радијуса (R'), а с друге стране последица такве вожње се огледа кроз повећани број саобраћајних несрећа.

Као што је познато приликом мерења брзина при вожњи кроз кривину, независно да ли су вршена „споља“ или „изнутра“, није могуће раздвојити погрешан поступак од нормалног (Л. 04,05), што још више поткрепљује тврдњу да се димензионисање елемената плана и профила пута не може вршити на основу мерених величина брзина већ на основу теоријских вредности брзина које у себи садрже довољну резерву сигурности и укључују неке допунске параметре као што су и напред анализирани.

ЗАКЉУЧАК

Анализу нивоа сигурности неопходно је спроводити за новопроектване путеве и за реконструкције путних праваца. Код новопроектваних путева ситуација је донекле једноставнија јер се у процесу итеративног усклађења и хомогенизације елемената све три пројекције може лакше ускладити и ниво сигурности. Приликом реконструкције постојећих путних праваца веома је значајно нагласити да се проблем сигурности мора разматрати у функцији како појединачних елемената тако и целе трасе. Овде се пре свега мора указати на чињеницу да је неопходно адекватним мерама реконструкције и санације уједначити ниво сигурности свих елемената пута и да је то значајније него, на пример, деловати само на изоловане елементе. То значи да се проблему реконструкције мора приступити тако да се сагледају последице и изврше неопходне интервенције у све три пројекције, а не само у једној како је то данас најчешће случај. Оно са чиме се данас најчешће срећемо јесте чињеница да се интервенише у ситуационом плану усклађујући елементе хоризонталне пројекције док се најчешће задржава ранија ширина путног профила. То може имати нежељене последице, те се могу очекивати и знатно теже несреће с обзиром на повећање брзина вожње. На основу изложеног следи да адекватне мере реконструкције захтевају да се једновремено интервенише како на елементе пројектне геометрије у све три пројек-

ције тако и на стање коловозне конструкције, објекте и саобраћајно-техничку опрему.

Квантифицирање сигурности путног правца, односно појединачних елемената, захтева обимна истраживања међузависности: степен сигурности — примењени путни елементи, при чему се мора истаћи чињеница да се овде ради о прогнози која се заснива на протеклим догађајима и да се вредност квантификованих показатеља мора узети са одговарајућим степеном вероватноће. При релативном поређењу варијантних решења може се са довољном тачношћу користити номограмски поступак који су развили Krebs и Klöcker (Л. 08) и који је приказан на сл. 4.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Анђус, В.: Критеријуми за оцену усклађености и хомогености елемената плана и профила пута у функцији возодинамичких карактеристика меродавног возила, ГФ — Београд.
- [2] Babkov, V.: Road Conditions and Traffic Safety Moscow, 1975.
- [3] Bitzl, F.: Der Sicherheitsgrad von Strassen Bon, 1964.
- [4] Dietrich, K., Spacek, P.: Sicherheit und Strassenverkehr IVT-ETHZ-Zürich, 1977.
- [5] Dietrich, K.: Anwendung, Handhabung und Interpretation der Strassenbaunormen Strasse und Verkehr, 12/1980.
- [6] Катанић, Ј., Анђус, В., Малетин, М.: Пројектовање путева Београд, 1983.
- [7] Knoflacher, H.: Geschwindigkeitsverhalten und Unfallgeschehen in Abhängigkeit von den Ausbauelementen Strassenverkehrstechnik, 4/1980.
- [8] Krebs, G. H., Klöckner: Untersuchungen über Unfallraten in Abhängigkeit von Strassen und Verkehrsbedingungen ausserhalb geschlossener Ortschaften Bonn, 1977.
- [9] Lamm, R.: Sicherheitstechnische Wertung der Trassierungselemente Strasse und Tiefbau, 10/1980.
- [10] Pfundt, K.: Vergleichende Unfalluntersuchungen auf Landstrassen Bonn, 1969.
- [11] СОП.: Информација о безбедности на путевима 1945 — 1980. Љубљана, 1981.
- [12] Шибеник, Т.: Догађање прометних незгода в одвисности од честних елементов, количине ин структуре промета XI конгрес СДПЈ, Опатија, 1982.

Могући поступци обнове крутих коловозних конструкција

Др АЛЕКСАНДАР ЦВЕТАНОВИЋ, дипл. инж.

Проблеми у коловозним конструкцијама су веома чести и различити. Сваки проблем има велики број могућих узрока и за сваки од њих постоји један или више поступака враћања у првобитно стање. у зависности од проблема и његовог узрока, обнављање може бити релативно једноставно и јефтино или сложено и веома скупо.

По дефиницији, обнављање је побољшање оштећеног коловоза ради постизања веће сигур-

ности, удобности, практичнијег и економичнијег транспорта материјала и људи. Најчешћи разлози за обнављање могу бити:

- обнављање квалитета застора,
- обнављање храпавости,
- повећање носивости и
- спречавање будућег пропадања коловоза.

КРИТЕРИЈУМИ ЗА ОБНАВЉАЊЕ

Основни критеријуми на основу којих се одлучујемо за обнављање су:

- 1) потребан ниво услуге који зависи од значаја и ранга пута;
- 2) квалитет вожње, тј. мишљење корисника како се застор понаша у експлоатацији;
- 3) безбедност, на коју поред субјективних фактора утичу отпорност на клизање и ефекат „аква-планинга“;
- 4) носивост конструкције, тј. потреба повећања носивости у односу на садашње или будуће оптерећење;
- 5) стање површине коловозне конструкције, тј. њен изглед (нпр. пукотине, закрпе, деформације итд.) који не мора да буде у вези са носивошћу конструкције и
- 6) укупни трошкови одржавања застора, неопходни да би се задовољиле потребе саобраћаја за одређеним нивоом.

МЕТОДЕ ОЈАЧАЊА КРУТИХ КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА

Методе пројектовања ојачања могу се сврстати у три категорије: оне које се заснивају на утицима визуелних осматрања, које користе дефлексије и емпиријски успостављене односе између дозвољених дефлексија и потребних ојачања, и нумеричке методе анализе напона и деформација.

Ојачање крутих коловоза само је један од видова њихове обнове. Може се изводити крутим и флексибилним материјалима. Ојачање крутим материјалима (неармиране, армиране и непрекидно армиране бетонске плоче) нормално се сврстава у три типа, што зависи од услова контакта — везе (потпуно везан, делимично везан и невязан) између постојећег коловоза и ојачања. Примена битуменом везаних материјала је далеко распрострањенија код ојачања, првенствено због малих почетних трошкова и минималних застоја саобраћаја.

Најпознатије методе ојачања које се заснивају на визуелним осматрањима површине коловоза су: Инжењерског корпуса САД (3), Института за бетон САД (4), Америчког удружења за јавне путеве AASHO (5), Института за асфалт (6), Илиноис (7) итд. Све ове методе су међусобно сличне јер се заснивају на визуелној оцени стања коловоза помдху коефицијента „С“ и његове директне везе са дебљином ојачања. Једино метода Института за асфалт уводи и додатни параметар, носивост постељице, преко вредности ЦБР или Р и карактеристике свих слојева постојеће конструкције.

Најпознатије методе ојачања које се заснивају на дефлексијама су Луизијана (8), Мисисипи (9) итд. Стање коловоза се мери динамичким дефлексијама (најчешће са Dynaflectom). Потребна дефлексија се пореди са измереном и помоћу дијаграма одређује потребно флексибилно ојачање. Недостатак ових емпиријских метода је што су географски и климатски ограничене.

Најпознатије полунумеричке методе су WES (10), ARE (11), Тексас (12), и OSU (13). Карактеристично за све њих је да користећи дефлексије за одређивање носивости постелице, лабораторијске и теренске опите за одређивање модула свих слојева, помоћу теорије еластичности срачунавају критичне напоне у бетонском слоју. Дебљина ојачања се одређује на основу дозвољених критичних напона и броја понављања оптерећења. Код методе VES анализирају се само напони у средини плоче. Комплекснија је метода OSU, јер поред анализе напона у средини плоче узима у обзир положај оптерећења (ивица или угао), последице преношења оптерећења, рефлектоване пукотине, дејство температуре и влажност бетона.

У свеобухватности параметара који утичу на ојачање најдаље је отишла метода ARE. Основни пројектни критеријуми су спречавање појаве пукотина због замора и свођење на најмању меру рефлектованих пукотина. Метода иначе у себи интегрише четири програма за рачунаре. Програмом RPOD 1 се одређује потребна дебљина ојачања да би се спречиле пукотине од замора, а RFLCR 1-ом се онда проверава рефлектовање пукотина. Остала два програма се користе за статистичку обраду података о дефлексијама.

На основу извршених упоређења методе ARE, OSU, AASHO Лузијана и Џорџија, табела 1 и 2, може се закључити да ниједна од постојећих у потпуности не задовољава и да постоји велико расипање резултата. Најбоље су методе Мисисипи и Лузијана, али треба имати у виду њихову географску и климатску ограниченост, те да се не могу због тога сматрати универзалним. Међутим, најраспрострањенија је метода AASHTO, иако има великих неслагања са експерименталним резултатима.

Табела 1. Карактеристике посматране коловозне конструкције

Тип коловоза	неармирана бетонска плоча, 20 cm
Растојање пукотина	1-1,5 m
Стање коловоза	C=0,85
Модул еластичности бетона	~ 44800 MPa
Чврстоћа на савијање	5,1 MPa (мерена на цилиндрима)
Тип подлоге	стабилизовано песковито тло са 7% цемента по запремини преко 4,1 MPa
Чврстоћа на притисак	689 MPa
Модул еластичне деформације подлоге	152 mm
Дебљина подлоге	песковита глина, CBR = 10%;
Тип постелице	пројектно CBR = 6,2%
Измерене дефлексије	W ₁ = 0,0163 mm, ст. дев. = 0,0058 mm; SP = 76,83%, ст. дев. = 3,72% 98
Број опита	3,5x10 ⁶ (еквивалентно осовинско оптерећење од 80 kN)
Претходни саобраћај	9,2x10 ⁶ .
Пројектовани саобраћај	

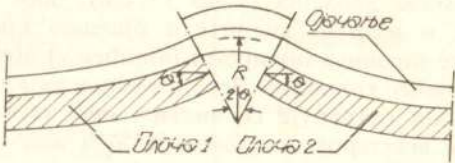
Табела 2. Упоредне дебљине ојачања X, преосталог века трајања T и модула постелице E за различите методе ојачања.

Метода	Тип ојачања	H (cm)	T 10 ⁶	E (MPa)
	бит. бетон	14,5	4,87	21
	цем. бетон везан ^(б)	6,3	4,87	21
	цем. бетон невез.	4,4	4,87	21
	бит. бетон	10,1	2,50	107
	цем. бет. везан ^(б)	3,2	2,50	107
	цем. бет. невез.	2,4	2,50	107
	бит. бетон	2,6	6,21	64
	цем. бетон ^(б)	2,8	6,21	64
	цем. бетон	7,3	6,21	64
Мисисипи		5,3	2,94	(с)
Луизијана		7,0	(с)	(с)

Напомене:
 (а) c = 0,85, k = 42 MN/m³, F = 0,91, E_s = 10 CBR (MPa)
 (б) Примењен је међу слој од бит. бетона дебљине 51 mm.
 (и) Не срачунава се у овој методи.

Најновија сазнања из области ојачања крутих коловозних конструкција упућују на развијање нумеричких метода које ће се заснивати на:

- 1) анализи напона по теорији еластичности (виско-еластичности) и методи коначних елемената;
- 2) анализи хоризонталних напона на затезање у слоју за ојачање, насталих због термичких дилатација плоче;
- 3) анализи напона на површини ојачања, насталих због деформације плоче (сл. 1);



Сл. 1 — Савијање ојачања на спојници при вертикалним померањима

- 4) узимању у обзир различитих климатских и географских региона и механизма разарања, који делују у специфичним условима;
- 5) минимизирању потребног броја лабораторијских општих метода испитивања.

ПОСТУПЦИ ОБНАВЉАЊА ЦЕМЕНТНО-БЕТОНСКИМ МЕШАВИНАМА

Прво забележено обнављање бетонских коловоза изведено је 1913. године. Дебљине бетонских плоча у то време износиле су свега од 10,0 до 15,0 cm. Међутим, тек после II светског рата проблем обнављања бетонских коловоза на војним аеродромима и путевима избија у први план. Велике потребе рађају и велики напредак. Тако се уводе од 1956. године централна постројења за производњу бетона и електронски контролирани финишери који омогућују изградњу и до 1,6 km коловоза од две траке дневно.

Веза између постојећег коловоза и ојачања

Поступак и тип ојачања веома зависе од стања постојећег коловоза који се најчешће представља преко индекса садашње употребљивости (Present Serviceability Index — PSI) и дефлексија. Веза између постојећег коловоза и ојачања може бити потпуна, делимична и никаква.

Потпуна веза

Ојачање које је потпуно везано за постојећи бетонски коловоз је најчешће доста танко и у принципу неармирано. Овај нови слој представља монолитни део постојећег коловоза. Било која пукотина у постојећем слоју, која није раније испуњена (епоксиdom) или санирана, појавиће се у новом слоју. Спојнице у слоју за ојачање поклапају се са већ постојећим.

Дебљина слоја за ојачање одређује се из услова повећања носивости због додатног саобраћаја (сл. 2):

$$T_r = T - T_0$$

при чему је:

T_r — потребна дебљина ојачања,
 T — укупна дебљина бетонске коловозне конструкције и

T_0 — дебљина постојећег бетонског слоја.
Под врло специфичним условима, када је слој за ојачање дебео (15 cm и више), може се радити преко испуцалог постојећег коловоза, али под условом да су те пукотине заптивене и да не раде.

Највећа предност везаног слоја за ојачање је његова мала дебљина (5 до 13 cm). Због мале дебљине и високог квалитета ојачања посебна пажња се поклања припреми (чишћењу) површине постојећег коловоза. Веза између новог и старог бетона остварује се чистим цементом, цементним малтером или специјалним адитивима (који нису неопходни).

Делимична веза

Није потребно водити никакву посебну пажњу о постизању или спречавању везе између слоја за ојачање и постојећег коловоза. Пре извођења ојачања од нормалне цементно-бетонске мешавине, потребне су, ипак, минималне припреме површине. Спојнице се, по правилу, поклапају (дозвољена су мала одступања), а могу да се раде и гушће (између постојећих), ако је постојећи коловоз много испуцао. Танке мембране или траке преко испуцале површине у стању су да трансаторно пренесу померања до најближе спојнице.

Одређивање потребне дебљине ојачања заснива се на претпоставци да оно делује као део сложеног система, са улазним параметрима: носивост подлоге, додатни саобраћај и чврстоћа постојећег коловоза.

Емпиријски, дебљина ојачања износи:
 $T_r = (T^{1,4} - CT_0^{1,4})^{1/1,4}$
при чему је:

T_r , T и T_0 су раније дефинисани код везаног ојачања

C — коефицијент стања постојећег коловоза
 $C = 1,0$ нема оштећења, $C = 0,75$ мало оштећена и

$C = 0,35$ веома оштећена коловозна конструкција.

Минимална дебљина слоја за ојачање износи 15 cm, иако има примера успешне примене и слојева од 12,5 cm. Ако има велики број пукотина, а одлучили смо се за тање ојачање, онда је једини излаз у повећању броја спојница (гушћи распоред од постојећег).

Одсуство везе

Невезани слој ојачања примењује се код врло оштећених коловоза. Одговарајући слој који се ради између постојећег коловоза и ојачања спречава рефлектовање оштећења. Највећа предност овог типа ојачања је, што не морају да се поклапају спојнице, чисте и испуњавају.

Добро изведено ојачање, са слојем за одвајање, понаша се као нова бетонска плоча преко постелице (подлоге). Постојећи коловоз са својим модулом реакције представља у нумеричким анализама само подлогу.

Емпиријски, дебљина ојачања износи:

$$T_r = (T^2 - CT_0^2)^{1/2}$$

при чему су: T_r , T и T_0 раније дефинисани.

Највећи недостатак оваквог ојачања је велика дебљина и трошкови. Минимална дебљина невезаног цементно-бетонског ојачања је 15 cm (практично се креће од 18 до 20 cm), што зависи од саобраћаја и стања постојећег коловоза.

Што се тиче дебљине слоја за одвајање, не постоји поступак прорачуна. У принципу: што је дебли, то је боље. Искуствено, он се креће од 2,5 до 15 cm. У прописима многих земаља стоји да треба да буде од битуменског бетона, а у пракси и теорији од невезаног шљунковитог материјала (што је мања крутост, мање је и рефлектовање пукотина).

Делимично везана и невезана ојачања су дебља и поседују особине самосталних слојева. Због тога се она могу пројектовати као класични бетонски коловози, што значи да ојачања могу бити од: а) неармираног бетона (са или без спојница са можданицама), б) армираног бетона (са мрежастом арматуром и спојницама са можданицама), ц) непрекидно армираних бетона, д) преднапрегнутих бетона и е) бетона армираних влакнима. Минимална дебљина неармираног је 12,5 cm, а армираног бетона 15 cm. Код везаних ојачања примењује се само неармиран бетон дебљине 10 cm или мање.

ПОСТУПЦИ ОБНАВЉАЊА БИТУМИНСКО-БЕТОНСКИМ МЕШАВИНАМА

Постоји велики број поступака за обнављање цементно-бетонских коловоза битуминско-бетонским мешавинама. Сви поступци су мање или више успешни, али ни један потпуно не елиминисао рефлектовање пукотина.

Међутим, велики је успех ако су те пукотине у ограниченом броју. Основни поступци за обнављање могу се поделити у три категорије:

1) употреба побољшаних мешавина за обнављање, као што су оне са већим садржајем

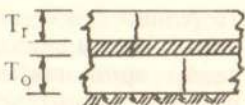
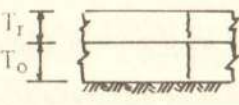
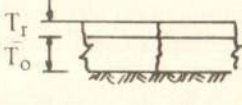
везива, мекшим битуменом и употребом гуме и полимера;

2) употреба међуслоја од гранулисаног (зр-настог) материјала и крупнозрних битуменско-бетонских мешавина и

3) употреба материјала отпорних на дејство затезања (деформибилних) у међуслоју (термо-пластичне гуме), који се мешају са битуменом и филером.

У принципу са повећањем дебљине слоја за обнављање опада и проценат рефлектованих пукотина. Дробљењем коловоза тај ефекат се још више повећава. Ломљењем плоча не спречава се појава термичких пукотина, већ само рефлектујућих, изазваних вертикалних померањима. Контрола рефлектованих пукотина може се постићи:

1. повећањем дебљине битуменско-бетонског ојачања,

ТИП ОЈАЧАЊА			Невезан или одвојен слој	Делимично везан слој	Везан или монолитан слој
					
ПОСТУПАК			очистити површину, испунити пукотине, поставити међуслој и уградити ојачање	очистити површину, испунити пукотине, санирати већа оштећења и уградити ојачање	посебно очистити површину, остварити везу са ојачањем и уградити ојачање
Спојнице у положај ојачању тип			није неопходно	потребно поклапање	потребно поклапање
Да ли се очекује рефлектовање пукотина			нормално не	уобичајено	да
ПОТРЕБА ЗА АРМИРАЊЕМ			потреба за армирањем независна од постојећег коловоза	потреба за армирањем независна од постојећег коловоза али пожељна као мера контроле рефлектовања пукотина	нормално се не употребљава код таних ојачања, међутим код дебљих може
ЕМПИРИЈСКЕ ФОРМУЛЕ ЗА ПРОРАЧУН ОЈАЧАЊА			$T_r = \sqrt{T^2 - C T_o^2}$ T_r = дебљина ојачања T_o = дебљ. постој. колов. T = дебљ. коловоза C = фактор стања колов.	$T_r = \sqrt[1.4]{T^{1.4} - C T_o^{1.4}}$	$T_r = T - T_o$
Минимална дебљина			15 cm	12.5 cm	2.5 cm
ПРИМЕНА ЗА РАЗЛИЧИТЕ ТИПОВЕ ОЈАЧАЊА	носивост постојећег коловоза	$C = 1.0$	да	да	да
		$C = 0.75$	да	једино ако се санирају оштећења	једино ако се санирају оштећења
		$C = 0.35$	да	не	не
	оштећења на површини и пукотине	занемарљиво	да	да	да
		ограничено	да	да	да
		интезивно	да	не	да

Сл. 2 — Приказ ојачања цементно-бетонских коловоза са цементно-бетонским слојевима

2. обрадом постојећег цементно-бетонског коловоза:

- б) поновљеним ваљањем слоја
- в) ломљењем плоча у мале делове;

3. специјалном обрадом битуменско-бетонског слоја за ојачање:

- а) армирањем,
- б) избором типа везива по чврстоћи,
- в) додацима;

4. обрадом спојница и пукотина:

а) испуном постојећих спојница или сечењем можданика,

б) заптивањем пукотина,

в) проширивањем спојница из основног слоја и ојачањем.

На основу до сада прикупљених података може се закључити:

1) Најекономичније је: а) постојећи бетонски застор ситно издробити и искористити га као подлогу за нову коловозну конструкцију — обнављање, б) постојећи застор уклонити и заменити новим и в) постојећи застор ситно издробити и обогатити га са око три посто емулзије, а затим искористити као подлогу.

2) Сви остали поступци као што су: ломљење постојећег коловоза, армирање асфалтног слоја, постављање трака преко спојница и већих пукотина, употреба мекших битумена, адитиви, сечење спојница и међу слој, дају веома променљиве резултате, тако да се не могу препоручити као универзална решења.

3) Ако се одлучимо за овај тип ојачања, онда је препоручљиво применити битуменско бетонске мешавине са битуменом пенетрације 150 до 200 pen^0 (200—400 pen^0), додатком сумпора битумену и каменог брашна од азбеста.

ОЦЕНА СТАЊА ПОСТОЈЕЋЕГ КОЛОВОЗА

Оцена правог стања постојећег коловоза представља најкритичнији фактор при избору одговарајућег ојачања. Две основне групе података на основу којих се доноси оцена о стању постојећег коловоза су: физичко стање и носивост конструкције. Подаци о физичком стању утичу на одлуку о мерилима и поступцима на коловозу, који претходе ојачању и избору типа ојачања. Ови подаци се прикупљају визуелно, помоћу фотографске опреме и обрађују помоћу утврђених критеријума. Носивост конструкције је податак на основу којег се утврђује ниво униформности и преостале чврстоће или века трајања. Овај податак се добија на основу мерења дефлексија

и карактеристика материјала (тип дебљина и чврстоћа слојева) у лабораторији или терену.

ЗАКЉУЧАК

Ојачање представља комплексан инжењерски и економски проблем. У оквиру типова ојачања два основна су са цементно-бетонским и битуменско-бетонским мешавинама. С обзиром на више могућих поступака треба посебну пажњу обратити одговарајућем решењу.

Правилан избор поступака могуће је извршити једино ако се од почетка крене исправно анализом стања постојеће коловозне конструкције, затим принципијелном одлуком да ли или не поправити оштећења на постојећем коловозу. При избору поступка ојачања свакако треба користити досадашња искуства и економске показатеље о рентабилности предложеног решења.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Aldrich Harl P.: Frost Penetration Below Highway and airfield Pavements, HRB 135/1956.
- [2] Otte, E.: A Structural Design Procedure for Cement-Treated Layets in Pavements, докторат на Универзитету у Преторији, Јужна Африка, 1978.
- [3] Lindon, E. S. i J.J. Brown: A System for Life-Cycle Design of Pavements. Proc. First International Conference on Concrete Pvement Design, 1977.
- [4] The Design and Construction of Concrete Resurfacing for Old Pavements. PCA Publication Concrete Information.
- [5] American Association of State Highway, Officials. AASHO Interim Guide for Design of Pavement Structures, 1972.
- [6] Asphalt Overlays and Pavement Rehabilitation, Asphalt Institute MS-17, 1977.
- [7] Thickness Design Procedure for Bituminous Resurfacing of Portland Cement Concrete Pavements. Illionois Div. of Highway, R&D Report 30, 1971.
- [8] Asphalt Concrete Overlays of Rigid & Flexible Pavements. FHWA Report No. FHWA—LA—109, Sept. 1977.
- [9] Dynaflect Runbook, Internal Publication of Miss. State Hyghway Department.
- [10] Weiss, R. A.: Pavement Evaluation & Overlay Design Using Vibratory Nondestructive Testing & Layered Elastic Theory. FAA Rep. No. FAA—RO—77—1861 Mar. 1980.
- [11] Treybig, H. J.: Overlay Design & Deflection Cracking Analysis for Rigid Pavements. FHWA Rep. No. FHWA—RD—77—66, Jan. 1978.
- [12] Schnitter, O. A.: Rigid Pavement Overlay Design Procedure for Texas at Austin Research Report No. 177-13, May 1978.
- [13] Pavement Rehabilitation, NCHRP 9/1972, HRB.
- [14] Minimizing Reflection Cracking of Pavement Overlays, NCHRP 92/1982, TRB.
- [15] Resurfacing With Portland Cement Concrete, NCHRP 99/1982.
- [16] Pavement Management and Rehabilitation of Portland Cement Concrete Pavements, TRR 814/1981, TRB.

Усвојен финансијски план и програм одржавања магистралних путева у 1984. години

На недавно одржаној седници (30. марта 1984. године) Скупштине Републичке самоуправне интересне заједнице за путеве усвојен је финансијски план Републичке СИЗ за путеве у 1984. години, као и Програм одржавања магистралних путева и ауто-пута у 1984. години. Пошто су ова два документа од фундаменталног значаја за путну привреду СР Србије, сматрамо да је неопходно да се и наше чланство детаљније са њима упозна.

ФИНАНСИЈСКИ ПЛАН

У табели 1 дати су износи по билансним позицијама и њихово процентуално учешће у укупно обезбеђеним средствима за 1984. годину по свим изворима што износи 9.766,5 милиона динара. Одмах се може уочити да је овај износ прилично импозантан, да су највеће позиције, као позиција 4. „Део малопродајне цене течних горива прописом наменски усмерен за динарско партиципирате у коришћењу иностраних кредита“ са 41,75% учешћа, позиција 2. „Накнада за путеве у цени течних горива прописима усмерена за изградњу ауто-пута са 17,55% учешћа, позиција 12. „Ефекти повећања накнада за путеве, репрограмирања доспелих обавеза, нових кредитних аранжмана и других мера за обезбеђење додатних извора средстава за одржавање магистралних путева“ са 15,41% учешћа, позиција 8. „Посебна накнада за коришћење ауто-пута (путарина)“ са 7,78% учешћа, углавном извесне у погледу реализације, изузев позиције 12. која је неизвесна.

За реализацију позиције 12. морали би се ангажовати сви фактори у Републици. Због тога је 23. марта у Зајечару одржан заједнички састанак секретара СИЗ за путеве и директора РО за путеве, којем су присуствовали председник Републичког комитета за саобраћај и везе, председник МРЗ Зајечар и већи број стручњака из путне привреде. На састанку је ради превазилажења тешке финансијске ситуације у путној привреди закључено да треба покренути законску иницијативу за увођење, и то:

— доприноса за путеве који би се наплаћивао приликом куповине аутобуских карата, а та средства усмерила за одржавање путева;

— накнаде дела прихода од продаје ауто-гума, резервних делова и продаје возила (за сада се накнада наплаћује само при промету бензина и плинског уља);

— накнаде при регистрацији возила треба знатно повећати и тај део усмерити за одржа-

вање регионалних и магистралних путева (ова накнада је за возила до 1000 кубика 427 динара — за телевизор се плаћа годишње 4.800 динара);

— уступљени део пореза на промет моторног бензина који Република преко буџета усмерава путној привреди, треба да се увећа (повећањем ових средстава ублажила би се садашња неусклађеност између извора средстава и нужних улагања у одржавање путева);

— целисходно је што хитније привести намени део накнаде за путеве из малопродајне цене плинског уља који се сада усмерава за развој железнице. Конкретно се предлаже да део ових средстава (70%) буде усмерен регионалним СИЗ за путеве, а остатак (30%) за реализацију програма изградње путева у приграничном подручју Републике.

Из Поглавља „Б“ табеле 1 — ангажовање средстава — уочава се да је највећи део, 70,05%, (позиције 1 до 8 из свих извора) усмерава за отплату анuitета по иностраним и домаћим кредитима и неизмиренних обавеза пренетих из 1983. године.

Затим долази позиција 9. „Финансирање реализације Програма одржавања путева“ са 21,24% учешћа и остале позиције до 1) чије је учешће укупно око 9%.

Врло је уочљива чињеница да приликом ангажовања средстава нема нити једног динара за проширену репродукцију (изградњу започетих а недовршених деоница ауто-пута, изградњу нове деонице ауто-пута Ћуприја — Појате за коју је обезбеђен међународни кредит, изградњу било ког магистралног пута и др.). Највероватнија је могућност да се у току ове године ништа не уради на новоградњи и реконструкцији, што би представљало парадокс своје врсте, како у погледу стања путне мреже тако и са аспекта запошљавања расположивих ресурса чији су фиксни трошкови огромни те и штете по друштво још веће, због њихове тоталне незапослености.

Поред великог смањења броја запослених у овој области до сада, доводи се у питање егзистенција и преосталих запослених радника због недостатка финансијских средстава за било какве радове. Овде се неки излаз мора хитно наћи.

Табела 1. Финансијски план Републичке самоуправне интересне заједнице за путеве за 1984. годину

Ред. број	Биланса позиција	Износ у мил. дин.	% учешћа у укупним средствима
1	А. ИЗВОРИ СРЕДСТАВА		
1	Накнада за путеве у цени течних горива наменски усмерена за одржавање и развој магистралних путева	533,7	5,46
2	Накнада за путеве у цени течних горива прописима усмерена за изградњу ауто-пута	1.712,9	17,55
3	Накнаде у цени течних горива за изградњу ибарске магистрале	207,5	2,12

4	Део малопродајне цене течних горива прописом наменски усмерен за динарско партиципирање у коришћењу иностраних кредита	4.077,4	41,75
5	Уступљени део пореза на промет моторног бензина за одржавање и изградњу магистралних путева	51,5	0,53
6	Уступљени део пореза на промет моторног бензина за подстицај изградње путева на неразвијеном подручју Републике	00,0	0,92
7	Накнада од иностраних теретних возила	500,0	5,12
8	Посебна накнада за коришћење ауто-пута (путарина)	760,0	7,78
9	Накнада за ванредни превоз	22,0	0,23
10	Стање на жиро рачуну 1. јануара 1984.	204,1	2,09
11	Домаћи кредити („усмерена штедња)	101,9	1,04
12	Ефекти повећања накнада за путеве, репрограмирања доспелих обавеза, нових кредитних аранжмана и других мера за обезбеђењем додатних извора средстава за одржавање магистралних путева	1.505,5	15,41
УКУПНО СРЕДСТАВА А. (1. до 12.)		9.766,5	100
Б. АНГАЖОВАЊЕ СРЕДСТАВА			
1	Доспели анuitети по иностраним кредитима за изградњу магистралних путева (11.490.220 \$ УСА)	1.436,3	14,71
2	Доспели анuitети по иностраним кредитима за изградњу ауто-пута (21.135.548 \$ УСА)	2.641,9	27,05
3	Камате за рефинансирање износе иностраних кредита из 1983. и 1984. године (2.232.000 \$ УСА)	279,0	2,86
4	Отплата кредитних и других обавеза доспелих у 1983. години	1.021,2	10,46
5	Отплата анuitета по домаћим кредитима за изградњу магистралних путева	388,3	3,98
6	Отплата анuitета по домаћим кредитима за изградњу ауто-пута	1.031,0	10,56
7	Отплата анuitета по домаћим кредитима	40,8	0,42
8	Отплата анuitета по кредитима за изградњу путева на неразвијеном подручју	3,0	0,03
МЕЋУЗБИР ДОСПЕЛИХ ОБАВЕЗА (1. до 8.)		6.841,5	70,05
9	Финансирање реализације Програма одржавања путева	2.074,0	21,24
10	Изградња и одржавање база за одржавање путева	200,0	2,05
11	Изградња ибарске магистрале	166,7	1,71
12	Изградња путева на неразвијеном подручју	87,0	0,89
13	Улагање по основу удруживања средстава	135,5	1,39
14	Финансирање система експлоатације ауто-пута	200,0	2,05
15	Пројектовање, студије и научно-истраживачки рад	10,0	0,10
16	Трошкови органа и служби СИЗ	50,0	0,51
17	Чланство у Савезу СИЗ за путеве Југославије	1,8	0,02
УКУПНО АНГАЖОВАЊЕ СРЕДСТАВА Б (1. до 17.)		9.766,5	100

ПРОГРАМ РАДОВА НА ОДРЖАВАЊУ МАГИСТРАЛНИХ ПУТЕВА И АУТО-ПУТА У 1984. ГОДИНИ

Програм радова на редовном одржавању магистралних путева и ауто-пута у 1984. години

усвојен је у посебно тешким условима у којима се нашла Републичка самоуправа интересна заједница за путеве, и то:

— у 1984. години изворни приход Републичке самоуправне интересне заједнице за путеве омогућује само враћање доспелих анuitета по домаћим и иностраним кредитима тако да за редовно одржавање и за друге активности за сада нема обезбеђених средстава;

— због дуготрајних и јаких мразева у овој години и недовољних средстава за одржавање у претходним, дошло је до знатних оштећења на већини путева па је за санирање оштећења путева потребно је стога уложити више средстава него што је улагано претходних година;

— услед дуготрајних и обилних падавина, као и ниских температура у јануару, фебруару и првој половини марта 1984. године утрошена за зимску службу су знатно већа средства него у истом периоду претходних година.

Програм радова и планирана средства приказани су у табели II.

ОБРАЗЛОЖЕЊЕ ПРОГРАМА

Зимско одржавање

Привременим програмом Републичке СИЗ за период јануар — март 1984. године предвиђено је зимско одржавање магистралних путева и ауто-пута 277.000.000 динара од чега за магистралне путеве 222.000.000, а за ауто-пут 55.000.000 динара. Као што је познато, ова средства била су предвиђена за нормалне зимске услове. Међутим, за разлику од ранијих година, ова зима је била са знатно неповољнијим временским условима, а чак средином фебруара са изузетно неповољним — великим падавинама и вејавицама, што је довело до већ познатих прекида саобраћаја. Овако тешки временски услови изазвали су и знатно повећање трошкова зимског одржавања у односу на планиране, па се према приспелим ситуацијама за јануар и фебруар и процене за март оцењује (врло реално) да ће трошкови само за период јануар — март износити 498 милиона динара, од чега за магистралне путеве 398 милиона динара и за ауто-пут 99 милиона динара. С обзиром да предстоји и зимски период, који се рачуна од 15. XI до 31. XII 1984. године, то се на основу утрошка средстава у истом периоду 1983. године, процењује да треба обезбедити још 206.039.000 динара, тако да је неопходно за зимску службу у 1984. години обезбедити укупно 703.732.000 динара од чега за ауто-пут 138.833.000 динара. Напомиње се да је овај износ процењен према ценама које су важиле на дан 31. XII 1983. године.

Редовно и текуће одржавање

Као што се из табеле 2. види за ову позицију радова предвиђа се износ који је предложила СОУП „Србијанут“ и који је детаљно разрађен

Табела II Програм одржавања магистралних путева и аутопута у 1984. години

Ред. Број	СПЕЦИФИКАЦИЈА	Путеви	Извршено у 1983. год.	Програм за 1984. годину		Однос: 1984. 1983. %
				По предлогу СОУР-а „Србијапут“	Предлог Републичког СИЗ-а	
1	Зимско одржавање	Магистрални путеви — ауто-пут — свега	317.284.328 69.407.226	400.588.174 105.000.000	564.890.000 138.833.000	
		СВЕГА	386.691.554	514.588.174	703.723.000	182
2	Редовно-текуће одржавање	Магистрални путеви — ауто-пут — свега	457.576.388 117.810.375	468.450.064 172.128.199	468.450.064 172.128.199	
		СВЕГА	575.386.763	640.578.263	640.578.263	111
3	Санација клизишта	Магистрални путеви — ауто-пут — свега	67.851.911 —	136.935.000 —	136.935.000 22.000.000	
		СВЕГА	67.851.911	136.935.000	158.935.000	240
4	Санација мостова	Магистрални путеви — ауто-пут — свега	61.684.618 —	121.799.286 —	121.799.286 —	
		СВЕГА	61.684.618	121.799.286	121.799.286	200
5	Ојачање — поправка коловоза	Магистрални путеви	125.625.623	260.301.830	260.301.830	208
6	Заштита путева и пратеће делатности	СВЕГА	—	41.580.000	18.000.000	
7	Безбедност саобраћаја	СВЕГА	11.954.000	—	62.206.000	555
8	Радови на заштити од снежних наноса	СВЕГА	—	—	30.000.000	
9	Учешће у оспособљавању радио-везе	СВЕГА	—	—	3.500.000	
10	Израда и опремање базе за одржавање	СВЕГА	—	—	200.000.000	
11	Остали трошкови (железнички прелази, водоводни доприноси, накнада за додатак експропријације судских трошкова, надзор и др.	СВЕГА	126.400.000	—	75.000.000	60
		УКУПНО:	1.378.400.000	1715.782.553	2274.043.379	165

по радним организацијама и по позицијама радова које се морају обавити.

С обзиром на познато ограничење могућности путне привреде да обезбеди сва потребна средства, овај програм предвиђа само најнеопходније радове потребне да се путеви сачувају од даљег пропадања и оне којим се обезбеђују најнеопходнији услови предвиђени. Законом о безбедности саобраћаја. То су углавном оне позиције без којих би се угрозило безбедно и нормално одвијање саобраћаја (крпљење ударних рупа, одржавање и обнављање хоризонталне и вертикалне сигнализације, чишћење осулина, радови на одводњавању тупа пута, постављање и оправка заштитних одбојних ограда и сл.) док су све остале позиције сведене на минимум. Предлог је сачињен на основу цена које је предложила СОУР-а „Србијапут“ али још нису утврђене.

Санација клизишта

Проблем клизишта и њихове санације је актуелан већ више година, поготову што се сваке године због неблагоприятне санације јављају и нова. Међутим, због недостатка средстава, чак и програмом предвиђена средства у ове сврхе се не реализују (што је било и у 1983. години кад је од планираних 93.700.000 динара извршено

само 67.851.911 динара). Ово није учињено зато што није било потребе и за већим улагањима већ једноставно због тога што су друге потребе биле веће, тако да се практично интервенисало само на клизиштима која су непосредно претила да тотално прекину саобраћај на појединим путним правцима. Зато се и дошло у ситуацију да на многим путевима постоје активна клизишта чије санирање није завршено те се саобраћај одвија једносмерно или привременим девијацијама. Овим програмом су такође обухваћена најкритичнија клизишта и превентивне мере, само при усвајању истог треба омогућити стручним службама Републичке СИЗ и СОУР-а „Србијапут“ извесну флексибилност у избору најкритичнијих. Ово из разлога што су могуће појаве нових критичнијих случајева тако да се, кад су клизишта у питању, не може увек придржавати усвојеног програма, већ га треба прилагођавати насталим условима и расположивим средствима.

Санација мостова

Проблем санације и одржавања мостова, стање у коме се налазе, мере које су предузимане и др. је исти као и у питању клизишта. Овим програмом нису могле да се обухвате све потребне интервенције на мостовима, али су обух-

ваћени најнужнији радови оцењени као приоритетни јер директно угрожавају стабилност објеката. Предлог је сачињен према елаборатима Института за путеве, Завода за пројектовање „Траса“, као и прегледима које су извршили представници СОУР-а „Србијапут“, радних организација и надзорних органа Републичке СИЗ за путеве. И при реализацији овог дела програма мора се имати у виду могућност измена појединих позиција с обзиром на расположива средства, могућности и потребе за интервенцијама ради отклањања евентуалних непредвиђених оштећења.

Ојачање коловоза

Проблем ојачања коловоза постављен је и понавља се још од 1980. године када су стручне службе Републичке СИЗ за путеве, СОУР-а за путеве и стручне службе радних организација и Института документовано констатовале да је неопходно у наредних пет година обнављати око 10% коловоза (тј. око 300 km годишње) да би се путеви очували од даљег пропадања. Ово поготову из разлога што је већина чак и новоизграђених путева недовршена, односно остала без хабајућег слоја, па чак и везног слоја. Међутим, због познатог недостатка средстава, на овом плану је учињено само следеће: 1981. године обновљен је 161 km путева; 1982. године око 50 km, а 1983. године само 25 km. Овакав темпо улагања довео је до тога да су коловози на највећем делу пута толико пропали а ударне рупе се тако намножиле да их је скоро немогуће окрпити. То се нарочито одразило почетком 1984. године када је, услед јаке зиме (промене температуре, слабе конструкције, неограничење оптерећења и др.) дошло до наглог пропадања коловоза који због изостанка јесењег одржавања нису били припремљени за овакве зимске услове.

Предложена средства за ојачање коловоза у износу од 260.301.830 динара зато не треба схватити ни као делимично решење овог проблема. Наиме, предложени износ средстава покрива, у ствари, само оне интервенције на коловозима где је класично крпљење рупа економски и технички неоправдано, те се на појединим крајним деоницама пута мора обновити коловоз изградом новог асфалтног слоја.

У предлогу СОУР-а „Србијапут“ је јасно речено да се „планирана средства за ове радове могу усвојити једино под условом ако се за следеће две године (рачунајући 1984. и 1985. годину) обезбеде најављена удружена средства Међународне банке и средства Републичке СИЗ за путеве у износу од 2 до 3 милијарде динара за рехабилитацију путева.

Заштита путева и пратеће делатности

У 1983. години, за ову сврху нису предвиђена посебна средства углавном због ограничених финансијских средстава, мада је нешто уложено у оквиру редовног одржавања или преко позиције „остали трошкови“ (за трошкове информисања и сл.), и то у врло мало. Међутим, показало се

да је неопходно и за ове сврхе предвидети одређена средства, те су под овом ставком предвиђене следеће позиције:

— контрола носивости моторних и прикључних возила (контрола осовинског притиска.....	8,000.000
— бројање саобраћаја.....	8,000.000
— резерва за непредвиђене интервенције.....	2,000.000
СВЕГА:	18,000.000.

У предлогу СОУР-а „Србијапут“ за ове сврхе било је предвиђено 53.435.000 динара. Анализом поднетих трошкова стручна служба Републичке СИЗ је дошла до умањеног наведеног потребног износа.

Безбедност саобраћаја

Настављајући своју активност на подстицајном финансирању отклањања опасних места на путевима (изградња аутобуских стајалишта, пешачких стаза, реконструкције опасних кривина и др.), Републички савет за безбедност саобраћаја на путевима СР Србије је и за 1984. годину усвојио Програм коришћења средстава за повећање безбедности саобраћаја на путевима. Пошто су усвојена средства Савета подстицајна, потребно је да Републичка СИЗ за путеве издвоји део средстава као своје учешће у износу од 52.206.000 динара, као и 10.000.000 динара за завршетак започетих радова по Програму из 1983. године, што износи укупно 62.206.000 динара.

Радови на заштити од снежних наноса

Незгоде које су задесиле целу територију СР Србије у фебруару показале су да је највећих тешкоћа на отклањању снежних наноса било на местима која нису била заштићена од снежних ветрова. Проблем завејавања путева није ни нов ни непознат, а познати су и начини заштите. Међутим, пошто је та заштита (најефикаснија је ако се посаде заштитни појасеви растиња), овом питању се није поклањало довољно пажње. Али показало се да су улагања у ову врсту радова од непроцењиве користи те се предлаже наведени износ од 30.000.000 динара у ове сврхе. Ови трошкови се предвиђају за израду детљаних елабората, као и за саме интервенције на подизању засада и предузимању других мера за spreчавање стварања сметова на путевима.

Учешће у оспособљавању радио-везе

Систем веза, нарочито радио-везе у путној служби је организован, али због дотрајалости уређаја и недовољног броја радио-станица не функционише како треба. Радне организације нису у могућности да из својих средстава обезбеде целокупан износ за модернизацију ове службе те је СОУР „Србијапут“ затражила помоћ од Републичке СИЗ за путеве ради реализације овог програма. С обзиром на огроман значај који систем обавештења представља, нарочито у

зимској служби, сматра се да треба издвојити предложена средства у износу од 3,500.000 динара.

Изградња и опремање база за одржавање ауто-пута

Од почетка изградње ауто-пута до краја 1983. године изграђено је 175 km комплетног ауто-пута са 2 коловоза и 58 km једне половине (један коловоз за оба смера). Раније, до 31. III 1983. године ауто-пут Добановци — Ниш одржавале су радне организације: „Београд“, „Крагујевац“ и „Ниш“, а од тада је од тих организација формирана нова радна организација за одржавање и експлоатацију ауто-пута „Ауто-пут“ — Београд. Деобним билансом поменутих радних организација, новоствореној радној организацији пренета су практично симболична средства рада, тако да је она база — пунктова за одржавање и сл.). С обзиром на значај ауто-пута неопходно је да се ова радна организација оспособи за нормално вршење поверених јој послова. Пошто она није у могућности да сама обезбеди потребна средства, предлаже се да се предвиди износ од 200.000.000 динара за ове сврхе, након чега би се саставио детаљан програм употребе тих средстава. Стручна служба Републичке СИЗ сматра да у оквиру ових средстава треба издвојити један мањи део и за учешће у опремању других значај-

них пунктова зимске службе на изузетно тешким деоницама као што су Рудник, Честобродица и сл.

Остали трошкови

Под „осталим трошковима“ подразумевају се финансијска средства за друге потребе које прате службу одржавања путева, а у којима главне ставке чине: одржавање путно-железничких прелаза, водни и други доприноси, судски трошкови, надзор, накнаде за додатне трошкове експропријације и др.

Предвиђена средства се базирају на искуству из ранијих година, с тим што се водило рачуна и о неким заосталим потраживањима из претходне године.

На жалост, и ове године су изостале неке активности из области заштите путева и пратећих делатности, као што су: израда катастра, мерење дефлексија, мерење дејства мраза и др., које су веома значајне за путну службу јер омогућавају планирање и рационално улагање средстава на основу резултата мерења и истраживања а не грубом проценом или одока — на основу расположивих средстава — што је нерационално, скупо и неприхватљиво с обзиром да располажемо стручним кадром, научно-истраживачким организацијама и савременом опремом које су неискоришћене.

Вићентије Капларевић, дипл. инж.

Из Друштва за путеве

Избор оптималне варијанте Ауто-пута Е 76 на деоници Умка — Обреновац

Дана 8. 12. 1983. године одржана је седница Председништва Друштва за путеве Србије на којој је присуствовало близу 100 чланова Друштва за путеве.

Циљ састанка је био упознавање са проблематиком пројектовања ауто-пута и давање сугестија како да се настави са дорадом пројектне документације. Дајемо приказ дискусије и закључак.

Представници пројектаната дали су уводно излагање о предложеним варијантама за деоницу ауто-пута Е 76 од Умке до Обреновца.

О геолошким испитивањима је говорио Владета Миловановић. Године 1979. извршена су детаљна геолошка испитивања за идејну фазу пројектовања. Сва дотадашња сазнања о клизиштима „Умка“ и „Дубоко“ указивала су на озбиљност проблема јер су клизишта дубока и великих размера. Тачан обим и дубина клизања нису се знала.

Извршен је оптималан број бушења, а због сумње у подножично клизање извршена су бушења и у кориту реке Саве. Због ограничених финансијских средстава за ове радове није вршено копање окана како би се сагледала дубина активних процеса и динамика кретања.

Цео потез будућег ауто-пута од 17. до 21. km у коридору који је предвиђен према ГУП Београда, налази се у зони активних клизишта. То је јединствен процес који се дешава у јединственој геолошкој средини, односно у глинама и лапорима. Процес се манифестује преко два позната клизишта: „Умка“ и „Дубоко“. Ова клизишта се разликују међусобно. Код клизишта „Умка“ процес је више површински и клизне површине се јављају на дубини 12 до 15 m — у ножици. Клизисте „Дубоко“ је практично блоковско клизиште, где се могу издвојити субло-

кови (А, Б, Ц и Д). Поједини делови су обухваћени клизањем и до дубине од 30 m, а у просеку је клизање на дубини 20 до 25 m. Због утврђивања подножичног клизања извршена су у Сави ехо сондирања.

Утврђено је да су ова клизишта ножишног типа и да се завршавају у кориту реке Саве. Дубина Саве у том појасу је највећа и креће се од 20 до 24 m.

У оквиру великих блокова са ожиљцима и до 30 m постоји велики број активних секундарних ожиљака који се повремено активирају у зависности од услова. Једно од таквих је и садашње померање које угрожава постојећи пут Умка — Обреновац. На појаву секундарних клизишта значајно утичу и промене нивоа вода реке Саве.

Најдубља бушења су вршена до 118 m, да би се комплетно сагледао терен. Са бушотинама зони клизишта ишло се 20 до 30 m испод доње клизне равни. Утврђено је да постоје две клизне равни, и то: горња, где су стенске масе измешане и које се брзо активирају, и доња у оквиру саме основне стенске масе — лоцирана са 70% тачности. У оквиру ње тј. где је она повучена појављују се извесне и типичне концентрације пукотина са карактеристичним површинама клизања што је асоцирало на болоковско кретање и на појаву доње клизне површине.

Што се тиче геолошко-инжењеријских услова може се сматрати да је терен изузетно сложен, да су процеси доста активни, да је њихов интензитет велики и да се дубина клизања — без обзира да ли се ради о првој или другој клизној равни — креће између 15 и 25 m. Испод пројектоване трасе ауто-пута, на 18 m, дубине, стенске масе су такве да дозвољавају настајак процеса клизања. Река Сава подсеца падину, а геолошки састав је предиспониран, подложен ерозији, расквашавању и сви услови доприносе настајању клизишта.

Због огромних димензија клизишта и великих дубина клизања, цео потез представља изузетно сложено место за изградњу саобраћајнице.

Ниво сазнања до којих се дошло у оквиру идејног пројекта не би био довољан за израду главног пројекта. Такође се не могу пројектовати мере санације на основу досадашњих испитивања. Због тога би требало, по мишљењу Вујанића, урадити пројект детаљних инжењерско-геолошких истраживања за конкретне услове главног пројекта и утврдити услове како за процес по дубини тако и по површини.

Што се тиче брдске варијанте, како је нагласио Вујанић, и она пролази преко терена који су захваћени

процесима клизања. Нема довољно података за геолошко вредновање терена за ову варијанту.

Пројектант деонице ауто-пута Умка — Обреновац Илић Радмило изложио је основне податке о варијантним решењима, њихове главне карактеристике и услове за извођење ауто-пута.

У дискусији је учествовао велики број стручњака. Они су, између осталог, рекли и следеће:

— проф. Живорад Ђукић је у почетку указао на корисност ове расправе јер ово није уобичајено бирање варијанти већ је то студија о избору најбољег решења. При разматрању варијанти треба увек имати у виду да је то ауто-пут са два колелова који се гради фазно.

Брдска варијанта је по његовом мишљењу врло неповољна, пре свега због великих успона, због изгубљених висина (126 m), што прелази преко клизишта и насеља, а дужа је од осталих за 4,5 km.

Варијанта са мостовима захтева коришћење дефицитарних материјала (челик, цемент), близина два моста није повољна у случају рата, могућа су изненађења при фундаирању, могу настати велика поскупљења материјала до момента грађења обе фазе и то далеко већа него за остале варијанте.

Варијанта са измештањем реке Саве не представља већи технички проблем јер наша предузећа имају опрему за ову врсту радова, а добиће би се и нове површине за ширење Барича.

Варијанта по усвојеном генералном урбанистичком плану (ГУПу) је само правац куда се она може пружати, а померања су могућа и до 50 m ка кориту реке Саве. За ову варијанту имамо извршена обимна геолошка испитивања. Технолошки поступак израде насипа у кориту реке Саве је доста једноставан. Постоји страх код пројектанта о стабилности тог насипа, но ја сматрам да насип може бити стабилан а да су потребна комплетна испитивања. Овим би се заштитила падина реке Саве. Уколико би се дошло до сазнања да насип не може бити стабилан, по мишљењу проф. Ђукића дошла би у обзир варијанта са измештањем реке Саве, док остале две не би долазиле у обзир.

— Михаило Даниловић, сматра да би можда у овом тренутку било добро направити један корак назад, тј. размотрити да ли на овом делу градити ауто-пут или саобраћајницу нижег ранга. Сматра да може бити много проблема око добре заштите насипа у реци Сави.

— др Михаило Малетин, сматра да се извештај односи на генерални пројект па поједини прилози не спа-

дају овде. Када је рађен пројект прве деонице имали смо само једном линијом повучену трасу, а ниједна провера техничких могућности није извршена. Није се знало шта нас очекује на овој деоници, тј. нисмо имали идејни пројект. Речено је да постоји и главни пројект али без инжењерско-геолошких података. То онда није пројект, а без њега нисмо смели градити ни прву деоницу ауто-пута. Инвеститор, да би оправдао прву деоницу, даје пројектанту задатак да даље пројектује, а с обзиром на завршену претходну деоницу тако да је пројектант ограничен тако да боље варијанте нисмо могли ни добити. Сматра да се из Београда могло изаћи и на други начин, другом трасом и да се ауто-пут важе у систем.

Предложене варијанте показују да ми, у ствари, немамо варијанте. Постоји опасност од промашаја при избору варијанти јер се варијанте бирају на суженом простору, а не на целом могућем. Нису дата упоређења варијанти по истим критеријумима тј. немамо податке код свих у истој мери. На пример, брдска варијанта нема цену коштања расељавања и санације клизишта па је не можемо упоређивати са осталим варијантама. За варијанту измештања реке Саве не могу се сагледати последице. За варијанту по ГУП-у немамо сигурност. Према томе, не можемо вршити упоређивање предложених варијанти. Сматра да посао није урађен како треба и да није завршен. Због тога предлага „развод брака између инвеститора и пројектанта“.

Решење је у ширем сагледавању целе мреже или тражењу техничких решења, али сматра да тада можемо изабрати најбољу од најгорих варијанти, јер је промашај учињен раније.

— **Мр Милорад Милорадов**, је говорио о хидротехничким решењима и о потреби Обреновца за оваквом саобраћајницом. Сматра да варијанта измештања Саве има смисла уколико би то било извршено на другом месту удаљењем од овог (исправка велике кривине од Обреновца до Умке). Он сматра да решење са уласком у реку Саву 40 до 50 m не представља велики проблем. Фундирање на ножици клизишта није сигурно и да о томе треба да кажу више они који се баве клизиштем.

— **Владета Миловановић**, сматра да на основу добијених материјала нема довољно основа за одређење о избору варијанте. Материјал може да послужи за информативно упознавање у ком правцу иду размишљања о избору варијаната.

Сматра да су потребна комплетнија сагледавања и испитивања да

би се изабрала најповољнија варијанта. У овом моменту треба наставити са испитивањима и доћи до потребних параметара за избор најбоље варијанте.

Вредност радова на изради ове деонице и озбиљност проблема захтевају да се изврше велика и неубицајена испитивања за избор варијанте каква се за овакве послове до сада нису никада обављала у Србији. Свако површно гледање и штедња у претходним испитивањима може скупо да кошта заједницу. Однос садашњих улагања у испитивања и могућих уштеда може бити и већи од 1:100, па је задатак инвеститора врло сложен и одговоран.

Пројектни задатак за продужење посла требало би да уради тим стручњака разних профила како би проблем био свеобухватно размотрен и омогућио избор оптималног решења.

Слободних капацитета у овом моменту има довољно да се обаве солидна испитивања. Ови капацитети, без обзира шта и колико сада раде, морају преживети и дочекати време када ће бити посла за њих. Сматра да их треба искористити како би допринели остваривању уштеда избором најбоље варијанте. Ове уштеде су управо потребне за запослење баш тих капацитета на пројектовању и грађењу нових путних праваца.

Цео овај посао треба почети одмах и завршити у што краћем року.

Варијанта са мостовима је прецизно одређена и има довољно познатих параметара за упоређивање. Брдска варијанта је недовољно проучена, с обзиром на сазнања која су већ евидентна и проблеме које треба решити (експлоатациони трошкови, геометријске карактеристике трасе, проблем заузећа обрадивог земљишта, трошкови експропријације, клизишта и сл.) може се сматрати недовољном варијантом.

На основу грубог сагледавања, Миловановић сматра да варијанте 2. и 3. имају предност над осталима. Померањем корита реке Саве на потребно растојање од садашњег пута и клизишта, створила би се могућност за изградњу ауто-пута.

Колико ће се померити река Сава то треба да одреде геолози и геотехничари — тј. да дају услове за које ће бити падина стабилна и да не угрожава ауто-пут.

Како ће се извршити потребно померање треба да одреде хидротехничари, који су у стању да помоћу модела и знања из ове области ураде прецизне пројекте.

Начин извршења ових послова, с обзиром на обим радова и озбиљност проблема захтева посебну студију.

По завршетку овога посла створили би се услови за избор најповољније варијанте.

— **Проф. Јован Шутић** се слаже са др Малетином у критици приступа решавању једног овако сложеног проблема. Све садашње варијанте оптерећене су принудношћу већ прејудуцираних решења која су реализована и тешко би их било напустити, јер су се могла дати врло ефикасна решења посматрајући целину и од почетка. Јер, на пример, предлага се израда два моста преко Саве а немамо мост за кружни прстен око Београда ради пријема саобраћаја из Загреба и Новог Сада који иду према југу земље. Сматра да не треба градити два моста да би један проблем савладали на крајње неинвентиван начин. Остало је да тражимо најбољу од могућих варијанти.

Обзиром да смо у сфери где више нема слободе за избор варијанте ми се можемо одредити на то да видимо да ли се одлука може уопште донети на основу постојећих података, да ли треба и на који начин истраживати допунске податке и информације пре доношења коначне одлуке. Питање је и то да ли се могу и колико комбиновати нове информације и раније донесене одлуке.

Пошто се за предложене варијанте не располаже комплетним подацима, парцијално вредновање, без комплетног сагледавања, може довести до крупних промашаја.

Решења треба тражити у обезбеђењу десне обале Саве и провођењу саобраћајнице утврђеном а довољно обезбеђеном обалом. Сматра да су 3 km нарочито угрожена и да ту треба уложити максималну пажњу.

Предлага да се на месту садашњег активног клизишта које угрожава постојећи пут, уради санација клизишта као пробна деоница. Овим би се решило питање садашњег одвијања саобраћаја, а дало би нам сигурност за решење за будућу саобраћајницу. Добили би проверу техничких решења о санирању падина на најугроженијем месту.

— **Др Војо Анђус**, не смеју се прескакати фазе пројектовања и оне се морају доследно спроводити. За то је одговоран инвеститор. Сматра да је грешка већ учињена код самог почетка код пројекта нормалног профила, као и на ауто-путу београд — Ниш.

— **Церовић Душан**, председник СО Обреновац истиче да је Обреновац врло заинтересован за овај путни правац. Постојеће саобраћајнице нису у стању да приме саобраћај уколико би дошло до прекида овог путног правца. Сматра да треба поштовати генерални урбанистички план и ту тражити решење.

— Др Милан Максимовић, полази од задатка да треба проћи старом трасом (по ГУПу). Методологија којом се овде оперише при решавању проблема геологије је „локална методоволија“ и врло мало признаје савремена светска знања — савремене методе које су достигле висок ниво тачности.

— Инж. Жугић, сматра да је прелазак преко реке Саве најјефтиније решење и без већих изненађења. То је сигурно решење и отвара могућност стварања престена око Београда. Такође сматра да се клизишта могу решити премошћењем.

— Проф. Драгољуб Мацура се залаже за ред у планирању али напомиње да се већ давно дошло до сазнања да треба градити ауто-пут према Обреновцу. Природни и једини излаз из Београда према југу је Ибарски пут. Инвеститору (Републички СИЗ за путеве) треба замислити што дуго нису извршена геотехничка испитивања. Када је одређиван правац пута према ГУПу, радила је група стручњака. Сад, кад се дошло у ову ситуацију можемо се одредити које је могуће решење и то решење морамо проучити до краја. Не смомо штедети на геостраживањима. Санити клизишта је национални допринос па не можемо гледати само пут. Мостове треба градити али не на овим местима. Ако је варијанта са насипом у кориту реке, ту тражити решење макар и по цену већих трошкова. Пут иде до Јадрана и нема друге варијанте. Трошкови санирања овог дела оптерећују цео путни правац.

— Николић Миодраг, сматра да се не треба сада у пројектовању враћати назад, јер би то значило не завршити посао на време. Морамо мобилисати све снаге и у оквиру решења по ГУПу одабрати варијанту на основу садашњег развоја технике.

— Предраг Раковић, сматра, с обзиром на економски значај подручја (велик број фабрика) да је потребно што пре приступити изградњи пута. Ми смо пре 50 година имали боље саобраћајне везе Обреновца и Београда. Пловни пут нам је гори него пре 100 година па би се регулисањем реке Саве на овом потезу побољшали и услови пловидбе.

— Др Михаило Малетин, проблеми саобраћаја Обреновца су познати још од скидања уске пруге. Мислим да ћемо морати да градиме два пута. Дилема је шта пре градити — ауто-пут Београд — Обреновац или градску саобраћајницу Умка — Обреновац. Пошто за 14 година нисмо успели да дамо решење, сматрам да треба расписати нови конкурс и наћи новог пројектанта који је у стању да да решење.

— Момчило Крстајић, детаљно геолошко испитивање је извршено 1980. године. Пре годину дана је дат задатак да се приступи испитивању варијанти. Све је везано за коридор по ГУПу и ту треба тражити решења. Сада је остало да се приступи том послу уз тимски рад и ангажовање већег броја разних стручњака.

— Владета Вујанић, истиче да су истраживања вршена за идејни пројект а резултати су дали податке за израду главног пројекта.

— Вићентије Капларевић, предлаже формирање радне групе која би ову дискусију искористила и дала закључке, сводни материјал који би се користио за даљи рад.

На крају је преовладало мишљење да инвеститор формира комисију, што је и уобичајено. У комисију су одређени: проф. Јован Шутић, дипл. инж.; проф. Милосав Јањић, дипл. инж.; др Петар Локин, дипл. инж.; проф. др Петар Анагности, дипл. инж.; Предраг Желалић, дипл. инж.; Милован Радовић, дипл. инж.; представник „Хидрозавода“, представници Института за путеве — објективни пројекта.

Припремили:

Владета Миловановић, дипл. инж.

Горан Николић, инж.

Нове књиге

„Пројектовање путева“

После дуже паузе, у нашој иначе оскудној стручној литератури, појавила се књига о пројектовању путева. Издавачко предузеће „Грађевинска књига“ из Београда у својој библиотеци „Путеви“, издало је априла 1983. године књигу „Пројектовање путева“ коју су написали Јован Катанић, Војо Анђус и Михаило Малетин, наставници Грађевинског факултета у Београду.

Књига обухвата укупно 417 страна са преко 300 цртежа и дијаграма.

Читава материја распоређена је у 8 следећих тематских поглавља:

1. Пут и саобраћај (Развој путног саобраћаја — Класификација путева — Експлоатациони показатељи)

2. Попречни профили пута (Елементи попречног профила — Димензионирање коловозног профила — Стандардни попречни профили)

3. Возач — возило — околина (Психо-физички чиниоци — Кретање возила — Отпор кретању — Кочење возила — Стабилност возила у кривинама)

4. Елементи пројектне геометрије (Елементи ситуационог плана — Елементи нивелационог плана — Витоперење коловоза)

5. Трасирање и обликовање (Принципи вођења трасе — Техника трасирања — Обликовање пута)

6. Раскрснице (Површинске раскрснице — Денивелисане раскрснице)

7. Динамичке и геометријске анализе (Возно-динамичке анализе — Саобраћајне анализе — Геометријске анализе)

8. Методологија и технологија пројектовања (Процес пројектовања — Примена електронске обраде података у пројектовању путева — Вредновање варијантних решења).

Писци књиге полазе од чињенице да савремено пројектовање путева представља комплексни истраживачки процес у коме се преплићу многобројна теоријска и искуствена знања, а сам поступак пројектовања процес систематског итеративног одлучивања. Зато постепено уводе читаоца у читав процес пројектовања, али и у све његове детаље, подвргавајући све проблеме критичкој анализи, повезујући и синтетизујући појединачне елементе проблема. При томе указују на сва савремена достигнућа науке и технике пројектовања путева, али и на практична сазнања најчешће дефинисана техничко-регулативним актима које прописују органи државних и путних управа у појединим земљама. Анализирајући их и упоређујући са одредбама нашег „Правилника о основним условима за пројектовање путева“, дају прилику читаоцу да их сам критички анализира а не да их слепо користи.

Књига је првенствено намењена студентима, али она може веома корисно да послужи и свим стручњацима који се било у ком виду баве планирањем и пројектовањем путева, пружајући им могућност да новелирају и допуне своја знања о пројектовању путева.

Уз захвалност ауторима на заиста великом уложеном труду код израде ове књиге, треба похвалити и напор издавача „Грађевинске књиге“, који је уложио много труда да књигу беспрекорно технички опреми.

Проф. Јован Шутић

