

74-VII/186-1

БИБЛИОТЕКА
ОБРАТНОГ
Београду
И. Бр. 332

3

ПУТ И САОБРАЋАЈ

УЛАЗНИ



САДРЖАЈ

- Инж. Р. Јауковић:** Пут Прељина—Чачак—Титово Ужице
- Инж. Д. Мадура:** Стајалишта и паркиралишта на Аутопуту
- Инж. И. Папо:** Блато — непријатељ асфалтног коловоза
- Инж. З. Јоксић:** Учесће геомеханичких лабораторија на грађењу аутопута кроз Србију
- Инж. О. Дицков:** Примена стабилизације тла цементом у Швајцарској

РЕДАКЦИОНИ ОДБОР

Инж. Вука Добричанин, инж. Живорад Букић, инж. Властимир Ђорђевић, инж. Милорад Јовановић, виши техн. Данило Крстић, виши техн. Радивоје Лугоња, инж. Славко Симоновић, инж. Бранислав Тодоровић, инж. Љубомир Филиповић, инж. Светозар Цинцар-Јанковић, инж. Јован Шутић.

Главни и одговорни уредник:

Инж. Добривоје Стевановић, Београд, Добрачина ул. бр. 20. телефон 31-892

Технички уредник:

Милинко Ђорђевић

Рукописе слати Уредништву на поштански фах 648

Претплату слати на текући рачун Друштва за путеве код Народне банке 101-18-3-874

Огласи и остало слати на: Друштво за путеве НР Србије, поштански фах 648.

Претплата за појединце 50 динара за један број. Претплата за установе и предузећа годишње 2.000 д. Тарифа за огласе: цела страна у тексту 20.000 динара; пола стране 15.000 динара, на корицама цела страна споља 30.000 динара, унутра 25.000 динара.

Цена 50 динара

Тарифа за огласе, који се штампају целе године, мања је за 50%

Издавач:

Друштво за путеве НР Србије.

"ТРАСЕР"

ПРОЈЕКАНТСКИ БИРО
ЗА ПУТЕВЕ И МОСТОВЕ

САРАЈЕВО
МАРШАЛА ТИТА 72/III

Телефони: Дирекција 24-25
Кћина централа: 38-01 и 38-02



Пројектује:

ПУТЕВЕ
ЖЕЛЕЗНИЦЕ
АЕРОДРОМЕ
МОСТОВЕ
ТУНЕЛЕ

и остале објекте
на саобраћајницама

ПУТ И САОБРАЋАЈ

ЧАСОПИС ДИРЕКЦИЈЕ ПУТЕВА И ДРУШТВА ЗА ПУТЕВЕ НР СРБИЈЕ

Год. VII Бр. 3

МАРТ

Београд 1961. г.

Инж. Р. ЈАУКОВИЋ

Пут Прељина — Чачак — Титово Ужице

Ова деоница је део савезног пута I реда бр. 13 Појате—Крушевац—Трстеник — Краљево — Чачак — Пожега — Титово Ужице — Сарајево — Бања Лука — Загреб, део врло значајног пута гледано са привредног, туристичког и стратемиског гледишта. О изради овог пута и његовој реконструкцији увек се дискутовало у стручним круговима било привредним или војним. Увек је био исти закључак: пут је важан треба га модернизовати, али недостатак новчаних средстава одложио је модернизацију све до данас.

Чинила је напоре НР Србија, усвојила је у петогодишњем плану 1957/61 модернизацију деонице Појате—Крушевац, покушао је Срески народни одбор у Крушевцу да путем помоћи из самодоприноса врши модернизацију десетак километара од Крушевца ка Трстенику, и још неких мањих покушаја је било, али обзиром да модернизација тражи знатне новчане издатке, све је остало без успеха.

Такође су народни одбори срезова

у Краљеву и Чачку покушавали да дадну свој допринос за уређење овог пута, али је све то било мало према потреби.

Једино је НОС у Титовом Ужицу темељито реконструисао део овог пута од Севојна до Т. Ужица, у дужини око 6 км.

Вероватно је да ће се и даље поклањати пажња путу и надати се да ће бити предвиђен за модернизацију у наредном петогодишњем плану 1961/65 године.

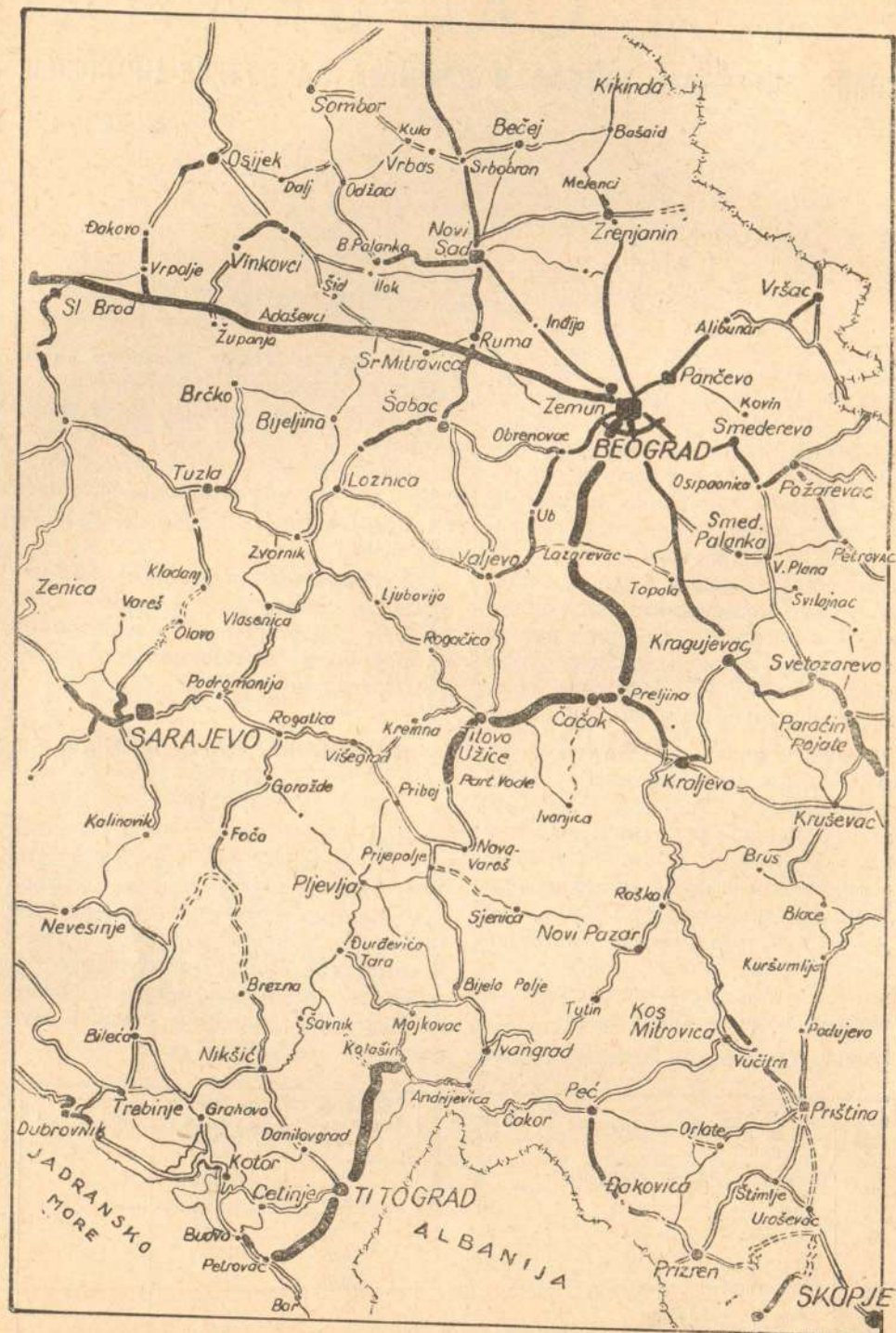
ВЕЗА БЕОГРАДА СА МОРЕМ У БАРУ

(в. прилог 1)

Крајем 1960 године биће завршен пут Титоград—Колашин, а до јуна 1961 биће модернизован и изграђен пут Београд—Љиг—Г. Милановац—Прељина—Чачак—Титово Ужице—Партизанске Воде. Дакле остају половином 1961 године немодернизоване од пута Београд—Бар следеће деонице:

Ред. број	Д Е О Н И Ц Е	Дужина у км	Коштање по 1 км 000 дин.	Укупно коштање 000 дин.	ПРИМЕДБЕ
1)	Партизанске Воде — Н. Варош	45	40,0	1.800,0	
2)	Нова Варош — Бистрица	16	80,0	1.280,0	
3)	Бистрица — Пријепоље	11	75,0	825,0	
4)	Пријепоље — Бјело Поље	54	30,0	1.620,0	
5)	Бјело Поље — Мојковац	25	70,0	1.750,0	
6)	Мојковац — Колашин	24	70,0	1.680,0	
	С В Е Г А;	175		8.955,0	
			округло	9.000,0	





Ова сума би се делила на:

НР Србију	5,000,0 мил. дин.
НР Ц. Гору	4,000,0 мил. дин.

Ова релативно мала новчана средства отворила би једну везу модерним путем, која би ванредно повољна била за обе републике, а посебно за црногорско приморје, јер би му се створили услови за развијање и подизање нужних објеката и осталог уређаја.

Грађевинска оператива, која ће 1963 године завршити аутопут Београд—Бевђелија била би у могућности да за две године обави цео посао од Партизанских Вода до Колашина, односно још мање, јер ће вероватно до 1963 године знатно скратити модернизована деоница

Деоница Прељина—Титово Ужице има још значај што је уједно и део пута Београд—Дубровник, која ће се веза такође ускоро остварити преко Титовог Ужица, Кремне и Вишеграда.

Велики интерес влада код живља и привредних кругова из гравитационог подручја ових саобраћајница за што скорије модернизовање ових деоница.

ПРОСЛАВА ДВАДЕСЕТОГОДИШЊИЦЕ РЕВОЛУЦИЈЕ

У Титовом Ужицу у јулу 1961 године организоваће се прослава двадесетогодишњице Револуције са огромним бројем учесника.

Садашње стање комуникационих капацитета од Титовог Ужица ни из близа не може да задовољи потребе и може се са сигурношћу тврдити да би прослава двадесетогодишњице Револуције била скопчана са највећим тешкоћама и поред свих мера које би се предузеле, ако се не би побољшало стање на комуникацијама.

Нема сумње да ће комуникација Београд—Титово Ужице бити највише оптерећена и да ће одиграти најважнију улогу.

Како се већ гради Ибарски пут и како се он може од Београда—Чачка завршити до краја јуна 1961 године, то је свакако најбоље решење да се модернизује деоница Чачак—Титово Ужице. Истовремено би се могле предузети мере за извесно појачање капацитета правца Ваљево—Титово Ужице, Вишеград—Титово Ужице и Пријеполје—Титово Ужице.

Модернизацију деонице Чачак—Титово Ужице поред потребе прославе захтевају и стални привредни и војни разлози.

Прослава је непосредни повод да се је у другој половини 1959 године пришло журном пројектовању, трасирању и решавању осталих проблема за деоницу овог пута Прељина—Чачак—Титово Ужице.

Прељина је узета као почетак ове деонице а то је у ствари одвојак од Ибарског пута (Београд—Лазаревац—Љиг—Горњи Милановац—Прељина—Мрчајевци поред Краљева—Рашка веза за Јадрански пут у К. Митровици).

Постављено је од надлежних да пут Београд—Лазаревац—Љиг—Гор. Милановац—Прељина—Чачак—Т. Ужице—Партизанске Воде буде до јуна 1961 год. модернизован сем дела кроз Овчар—Кабларску Клисуру. У овом смислу извршене су све припреме и радови су у пуном темпу извођења. О овом биће дати доцније подробнији подаци.

СТАЊЕ ПОСТОЈЕЋЕГ ПУТА

Елементи пута су непрописни и не одговарају за садашњи саобраћај а поготову неће одговарати перспективном саобраћају, који се очекује на овој деоници пута између Чачка и Титовог Ужица.

Кривине су и са радијусом 30 м, затворене; планум пута 5—7 м; коловоз ширине 3—5 м. На деловима пута где је некада планум био шири постављена је железничка пруга почет-

ком друге деценије овога века, а на тим местима мимоилажење и претицање скоро је онемогућено; на 3 места од Прељине до Севојна укршта се пут са железницом у истом нивоу; коловоз на целом путу је туцанички чије је стање врло рђаво; објекти на путу имају недовољну ширину.

Саобраћајно оптерећење на деоници Чачак—Титово Ужице прелази 1000 тона на 24 часа, у чему је претежно моторни саобраћај, те је одржавања туцаничког коловоза не само скупо него је постало скоро и немогуће.

Уопште стање пута, елементи и саобраћај садашњи а поготову будући захтевају да се изврши модернизација пута што пре.

ИНВЕСТИЦИОНИ ПРОГРАМ

(в. прилог 2)

Дирекција путева НРС поверила је израду инвестиционог програма за мо-

дернизацију пута Прељина—Чачак—Т. Ужице пројектном предузећу из Љубљане „Projekt nizke zgradbe”.

У програму је пројектант предложио трасу реконструисаног пута: одвојак од пута Прељина—Мрчајевци—Краљево у непосредној близини Прељине, даље преко села Коњевића — поред Чачка — села Парменац — Међувршје — Овчар Бања — Пожега — Севојно.

Програмом су предвиђене и обрађене варијанте:

— од села Парменца—Марковица—Пожега

— од Пожеге — село Тврдићи—Севојно

— пролаз кроз град Чачак

— Овчар Бања—Кратовска Стена (десном страном реке)

Основни подаци о предложеној и усвојеној траси и обрађеним варијантама сложени су у следећу табелу:

(в. прилог 3)

Ред. број	НАЗИВ ДЕОНИЦЕ	Дужина у км. у 000 дин.	Коштање радова у 000 дин.	Коштање по 1 км.	ПРИМЕДБЕ
1)	Прељина — Парменац	11,82	768,0	65,	
2)	Парменац — Међувршје	8,45	891,0	105,0	
3)	Међувршје — Пожега	16,24	2.826,0	172,0	
4)	Пожега — Севојно	18,85	1.493,0	79,0	
5)	УКУПНО ПРЕЉИНА-СЕВОЈНО	55,36	5.978,0	108,0	
В А Р И Ј А Н Т Е					
6)	Парменац—Марковица—Пожега	22,11	2.723,0	123,0	
7)	Овчар Бања — Кратовска Стена	9,70	1.327	136,0	
8)	Пожега — Титово Ужице преко с. Тврдића	19,7	1.454,0	73,0	
9)	Прељина — Љубић — Парменац (кроз Чачак)	8,2	276,0	34,0	

I) Ако би се усвојила варијанта Парменац—Марковац—Пожега онда би било:

Прељина—Севојно:

дужина 51,16 км.
коштање 5.410,0 мил. дин.
просек по 1 км. 103,0 „ „

II) Ако би се усвојила варијанта Пожега—Титово Ужице (преко Тврдића) онда би било:

Прељина—Севојно:

дужина 59,80 км.
коштање 5.940,0 мил. дин.
просек по 1 км. 100,0 „ „

III) Ако би се усвојиле обе варијанте под I и II онда би било:

Прељина—Севојно:

дужина 54,80 км.
коштање 5.375,0 мил. дин.
просек по 1 км. 99,0 „ „

IV) Ако би се усвојила само варијанта кроз Чачак онда би било:

Прељина—Севојно:

дужина	55,40 км.
коштање	5,546,0 мил. дин.
просек по 1 км.	101,0 „ „

V) Ако би се усвојила варијанта под I и IV онда би било:

Прељина—Севојно:

дужина	51,20 км.
коштање	5,082,0 мил. дин.
просек по 1 км.	99,0 „ „

VI) Ако би се усвојила варијанта II и IV онда би било:

Прељина—Севојно:

дужина	59,90 км.
коштање	5,607,0 мил. дин.
просек по 1 км.	95,0 „ „

VII) Ако би се усвојиле све варијанте под I, II и IV онда би било:

Прељина—Севојно:

дужина	54,90 км.
коштање	5,043,0 мил. дин.
просек по 1 км.	93,0 „ „

УСВОЈЕНА ТРАСА

Пројектант је у инвестиционом програму предложио основну варијанту: Прељина—Коњевић — поред Чачка—Међувршје—Овчар Бања—Пожега — поред железничке пруге Севојно, с чим се Дирекција путева НР Србије као инвеститор сложила.

Ревизиона комисија је размотрила све обрађене варијанте, учинила исправке и предложила Извршном већу НС НР Србије основну трасу коју је предложио пројектант. Знатнија измена је што је комисија предложила да се код Међувршја изгради један дужи тунел 934 м, чиме се скраћује пут за 2,6 км.

Извршно Веће усвојило је предлог комисије, с тим да се изгради идејни пројекат за варијанту Овчар Бања—Кратовска Стена.

Варијанта кроз Чачак није усвојена из следећи разлога иако је јевтинија за 240 мил. динара:

- што би се пут на овом делу укрштао два пута са железничком пругом,
- што би прелазио преко узаног моста,
- што би пролазио кроз веома узане улице у Чачку,
- што је на делу Прељина—Чачак врло жив запрежни саобраћај.

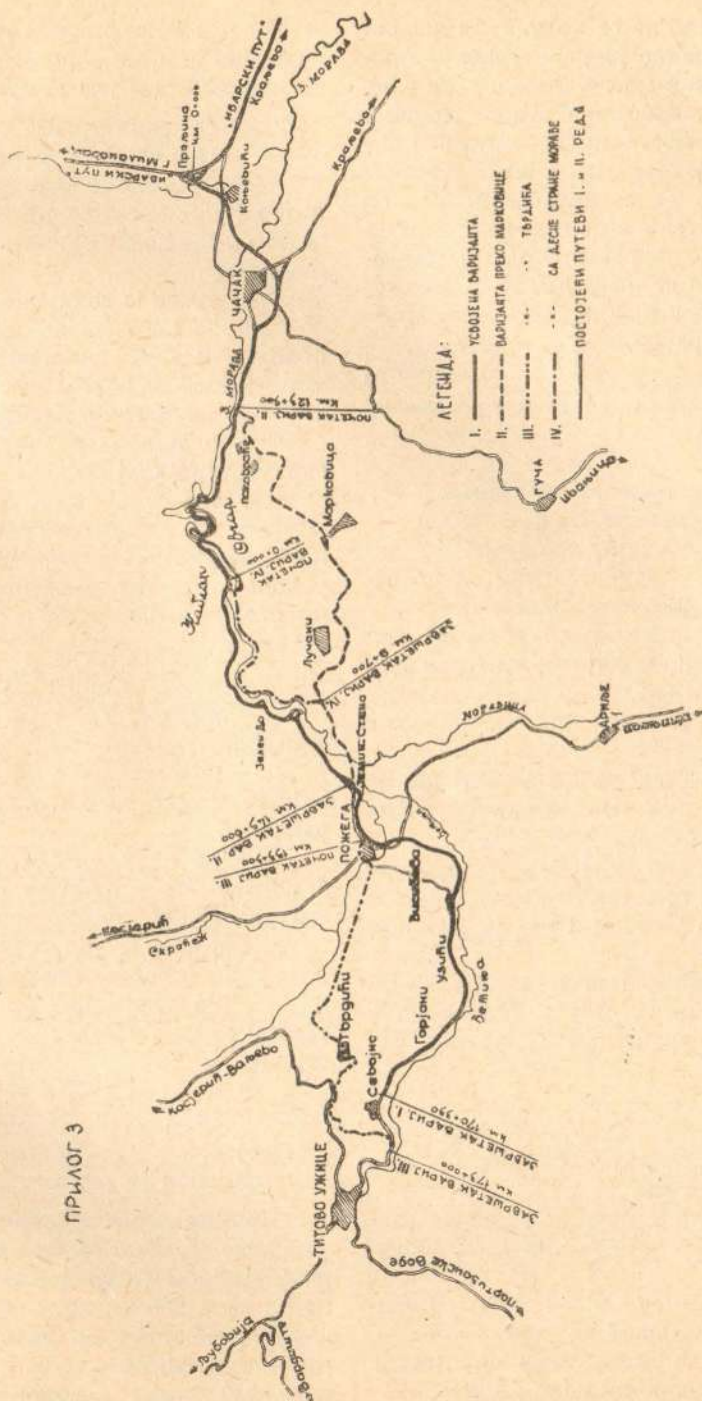
Варијанта Парменац—Марковица —Пожега (марковичка варијанта) није усвојена из следећих разлога:

- неповољнији је терен за вођење трасе него што је случај код долиנסке трасе,
- неповољнија је набавка грађевинског материјала,
- што се пење на коту 66 (према коти 250 на долиנסкој траси) са успоном око 6⁰/₀,
- што заобилази хидроцентралу, туристичко место Овчар Бању и тд.

С обзиром да је марковичка варијанта као краћа и јефтинија привукла пажњу свих стручњака који су учествовали у разним комисијама, зато ће се о њој нешто више овде рећи, да би ствар била јасна многима, који не познавајући право стање склони су да погрешно праве примедбе и критикују решења.

Ево шта је прва комисија написала у свом извештају, која је прегледала све могуће варијанте између Прељине и Т. Ужица:

„Ова варијанта се одваја од основне трасе око км. 124,00 код Парменца, иде падинама села Рибаге тежећи да се што пре попне на коту 512 (Лаз), — одакле иде вододелницом до школе у селу Марковица, а даље се развија у циљу спуштања ка селу Лучани. По пролазу Главице тунелом дужине око 130 мет. траса се развија падинам лучанских брда до периферних зграда нове колоније у Лучанима. По пролазу кроз колонију траса се спушта у долину Бјелице, надвожњаком и мостом прелази узану железничку пругу



АГЕНТА:

- | | | |
|------|-------------------------------|--|
| I. | УСЛОВИЈА ВАРИЈАНТА | |
| II. | ВАРИЈАНТА ПРЕКО МАКРОВИЦЕ | |
| III. | ТЕРАЈНА | |
| IV. | СА ДЕСНЕ СТРАНЕ МОРАВЕ | |
| | ПОСТОЈЕЊИ ПУТЕВИ I. и II. РЕД | |

гу и Бјелицу, па се контактом десних падина Западне Мораве развија према Гугаљском мосту. Западну Мораву прелази узводно од старог дрвеног Гугаљског моста па се пружа приближно правцем постојећег сеоског пута, спаја се са путем бр. 13 код Јеминске Стене, а по претходном преласку железничке пруге надвожњак-ом. Одатле до испред Пожеге поклапа се са постојећим путем, односно основном трасом.

Упоређење ове варијанте и основне трасе

1. — Марковичка варијанта.

Позитивне стране:

- краћа је за око 1 км;
- грађење независно од грађења пруге нормалног колосека;
- одржавање друског и железничког саобраћаја не поставља се у току грађења;

- могуће слободније вођење трасе;

- земљани радови у погледу категорије су повољни, али су потребна већа обезбеђења у току рада;

- ствара повољније предуслове за доцније боље повезивање Гуче и Ивањице са Чачком, Гуче са Титовим Ужицом;

- боље одговара саобраћајним потребама индустрије у Лучанима и

- пролази кроз привредно богатији крај.

Неповољне стране:

- има око 200 мет. већег пењања са максималним нагибом 6% на дужини од 5 км;

- теже зимско одржавање саобраћаја, трасе на дужини 7 км. изнад коте 500;

- тежи су услови за довоз грађевинског материјала;

- захтева нове експропријације земљишта скоро на целом делу;

- терен на знатном делу стрм и купиран, са местимично слабом осовом и лабилним падинама;

- због прелаза већих долина потребна је примена објекта неколико вијадуката и једног тунела.

2. — Основна траса.

Позитивне стране:

- користи се знатним делом постојећи пут ширине од 6—8 мет. тј. земљани радови су највећим делом извршени;

- траса је долиноског карактера;

- за одржавање друског саобраћаја постоји обилазни пут, који се мора већим издацима поправити;

- завејавање незнатно;

- олакшана набавка грађевинског материјала;

- повезује Овчар Бању и

- као долинска траса са повољним елементима пружа најповољније услове за транзитни саобраћај у правцу исток—запад.

Негативне стране:

- дужа за око 1 км;

- захтева грађење 5—6 тунела у укупној дужини преко 1 км;

- на појединим местима захтевају се велики радови у стени и у зидању;

- на делу од Овчар Бање до Јеминске Стене грађење на више места условљено претходним грађењем пруге нормалног колосека и уклањањем пруге узаног колосека;

- на укрштању са пругом потребни су скупи радови у вези реконструкције;

- потребна већа обезбеђења за одржавање железничког саобраћаја.

Пројектант у свом извештају о овој варијанти је рекао:

„Приликом рекогносцирања терена утврђено је, да ако се пењемо више пута успоном 5% долазимо од Парменца од коте 250 на коту 600 (нивелета варијанте допире до коте 570,0). По пројекту спуштамо се са коте 570,0 на коту 510 затим се опет пењемо на коту 525 и одатле у правцу према Лучанима спуштамо се на коту 300 у пркос тако променљивој нивелети, и-

мамо бранилаца марковичке варијанте. У приложеном комисијском записнику наведени су сви недостаци и позитивне стране ове варијанте.

Очевидно, да су браниоци ове варијанте водили рачуна о тешкоћама код градње долиנסке варијанте. Како се показало (нажалост подаци су узети само на основу разматрања и рекогносцирања терена) ова варијанта је много јефтинија од долиנסке. Грађевински трошкови за 1 км износе 66,946.000.— динара. Варијанта је краћа од црвене за 3 км а од постојећег пута по долини Мораве за 5 км. Уштеде код транспортних трошкова између постојећег пута и црвене варијанте износе 80 милиона а између постојећег пута и плаве је 70 милиона тј. за 10 милиона мање.

Укупни трошкови за 22,1 км. износе 1,479.542.000.— дин., или 66 милиона 946.000.— динара/км.

Али слаба страна ове варијанте долази од геолошких прилика. И на терену је запажено, да је на секторима од км 137,0 до 140,0 и од км 123,0 до км 130,0 терен врло несигуран, не дозвољава веће засеке, који су неизбежни у тако живо променљивом терену. Недостатак грађевинског материјала (барем није примећен на терену). Траса заобилази хидроцентралу и туристичка места Овчар Бање а оставља по страни и камену индустрију која се развија у Јелендолу. Осим тога траса има на дужици 5,85 км успоне односно падове 5% и више. Тешко је бранити поменути варијанту без подробнијег проучавања и потребних средстава."

Комисија за ревизију инвестиционог програма пошто је исправила неке количине радова и пројектантске цене рекла је:

„Прегледом инвестиционог програма за марковичку варијанту комисија је утврдила, да су за њу предвиђене недовољне количине радова да поједини већи објекти нису обухваћени програмом. Обиласком терена уочени

су ови недостаци од стране комисије и пројектанта, те је пројектант израдио допунски предрачун радова. Према томе укупна вредност грађевинских радова на ову варијанту по ревидованим ценама из програма износи 2,732.201.000.— динара.

Ревидована предрачунска сума по инвестиционом програму за основну трасу износи 3,264.196.000.— динара. Према томе разлика између основне и марковичке варијанте даје суму од 531.995.000.— динара у корист марковичке. Ако се усвоји основна траса са тунелом дужине 934 м и скраћењем трасе за 2,6 км како то комисија под V/2-6 овог извештаја предлаже, да би трошкови грађења тога дела трасе представљали вредност од 3,440.196.000 те би разлика у корист марковичке варијанте у том случају представљала суму од 707.995.000.— динара. Међутим у току експлоатације ова ће се разлика стално смањивати, јер су услови вожње на марковичкој варијанти, због успона, знатно неповољнији у поређењу са условима вожње на основној траси.

Марковичка варијанта у поређењу са основном има ове добре и лоше стране:

Добре стране:

— постојала би два упоредна пута, али с обзиром на стање путева код нас комисија сматра да нема потребе градити упоредни пут у непосредној близини;

— марковичка варијанта је краћа од основне за око 2,3 км, не узимајући у обзир веће успоне, време вожње овом трасом не би се скратило;

— грађење пута по овој варијанти створили би се услови за економски развој насеља кроз која пут пролази.

Лоше стране:

— слабији су елементи пута;

— савлађују се веће висинске разлике;

— тежи услови за набавку грађевинског материјала;

— знатно се повећавају трошкови експлоатације;

— отежано одржавање у зимском периоду;

— морале би се предузимати специјалне мере за решење провођења трасе кроз рејон војне индустрије;

— повећање трошкова експропријације, односно смањивање земљишног фонда.

Комисија сматра да марковичку варијанту треба одбацити, јер је неповољнија од основне из разлога, који су напред истакнути. Сем тога, обзиром на недовољну испитаност појединих потеза на овој варијанти могла би се очекивати изненађења при грађењу и одржавању пута. Предрачунска сума марковичке варијанте одређена је на бази генералштабне карте и друге процене према сличним теренима, те се разлика у коштању између марковичке и основне трасе може променити у већој мери”.

Извршно веће је усвојило предлог комисије и марковичка варијанта је одбачена као неповољна.

У потврду исправности оваквог решења може да послужи чињеница, што је пут преко Марковице старијег датума од пута кроз Овчар-Кабларску Клисуру па је још у прошлом веку марковички пут напуштен, не само због успона, што у данашњим условима не било пресудно, него углавном што је долињски пут повољнији зими за саобраћај, и реконструисан је пут кроз Клисуру иако је тада било несравњено мање оруђа и средстава за просецање пута у стеновитом терену као што је Овчар-Кабларска Клисура.

ВАРИЈАНТА ПРЕКО ТРЕШЊИЦЕ

Геолог је дао веома неповољно мишљење о терену на делу варијанте од села Тврдића па даље ка Т. Ужицу или ка Севојну (в. карту). Пројектант је завршио свој извештај о овој варијанти: „Бранити варијанту без икаквих аргумената није могуће”.

УСВОЈЕНИ ЕЛЕМЕНТИ ПУТА

Усвојени су следећи елементи:

- ширина планума пута 9,0 м
- ширина коловоза 7,0 м
- ивичне траке $2 \times 0,3$ м
- нагиб нивелете мах 3,0‰

Коловозна конструкција Прељина

— Пожега:

- 3 см. асфалт бетон
- 8 см. засути макадам
- 10 см. туцанички слој
- 20—30 см. слој шљунка

Коловозна конструкција Пожега—

Севојно:

- 3 см. асфалт бетон
- 8 см. засути макадам
- 8 см. туцаник круп. 4—6 см
- 12 см. туцаник круп. 4—8 см
- 15 см. тампонски слој.

ГЛАВНИ ПРОЈЕКАТ

У изради главног пројекта пута Прељина—Чачак—Т. Ужице узела су учешћа три пројектна предузећа:

1) „Projekt niske zgradbe” из Јубљане радило је пројекат за деоницу Прељина — поред Чачка — Међувршје.

2) „Косовопроект” из Београда ради пројекат за деоницу Међувршје — Овчар Бања — до Пожеге.

3) Предузеће „Траса” из Београда радило је пројекат за деоницу Пожега—Севојно.

Деонице под 1 и 2 су ревидоване од стране ревизионе комисије за главне пројекте Извршног већа НС НР Србије.

ОДНОС РЕКОНСТРУИСАНОГ ПУТА ПРЕМА БУДУЋОЈ ЈАДРАНСКОЈ ПРУЗИ

Јадранска пруга такође иде Овчар-Кабларском Клисуром и на неколико места додирује се са трасом пута и са њом се укршта.

Разије је повучена траса пруге и израђен је пројекат. При одређивању трасе пута пројектант је водио о овоме рачуна и траса пута је постављена као да је израђена пруга, па

ће бити израђени надвожњаци преко будуће пруге где се укршта са путем.

На неким потезима пута морају се изградити знатно већи радови због будуће пруге, што ће неупућеним изгледати као да су направљене грешке у траси пута.

ИЗВОЂЕЊЕ РАДОВА

У 1960 години узето је у рад 28,20 км од 55 км колико има од Прељине до Севојна на усвојеној траси.

У раду су деонице:

- 1) Прељина—село Коњевић 1,50 км
 - 2) Парменац—Међувршје 4,50 км
 - 3) Јеминска Стена—Севојно 22,20 км
- 28,20 км

Пет грађевинских предузећа учествују у грађењу ове 1960 године и то:

- 1) „Партизански пут” из Београда гради две деонице: Прељина—Село Коњевић и село Парменац—Међувршје у дужини 1,5 + 4,5

2) „Slovenija ceste” из Љубљане гради деоницу од Јеменске Стене до Пожеге у дужини 6,5 км.

3) „Крагујевац” из Крагујевца гради деоницу од Пожеге до Расне у дужини 2,20 км.

4) Предузеће „Жегран” из Београда гради деоницу од Расне до Узића у дужини 2,20 км.

5) „Аутопут” из Београда гради деоницу од Узића до Севојна 9,0 км.

Прелиминарним уговорима је предвиђено да предузећа заврше све радове на преузетим деоницама до јуна 1961. године.

Главни уговори нису још склопљени те се не располаже подацима о коштању радова.

По подацима из главних пројеката деонице које су у раду изнеле би укупно коштање.

КОШТАЊЕ ДЕОНИЦЕ ПУТА, КОЈА ЈЕ БИЛА У РАДУ 1960. ГОДИНЕ (по неревидованом главном пројекту)

Д Е О Н И Ц А	Земљани радови		Зидови		Коловоз		Остало	Укупно
	м ²	00 д.	м ²	000 д.	м ²	000 д.	000 д.	000 д.
Прељина—Коњевић	20.000	18.610	—	—	10.700	46.000	1.200	65.810
Парменац—Међувршје	52.000	124.500	4.600	37.000	36.000	87.000	87.000	335.500
Јеминска Стена—Севојно	546.000	587.000	9.000	98.000	159.000	741.000	376.000	1.802.000
С В Е Г А	618.00	730.110	13.600	135.000	205.700	874.000	464.200	2.203.310

трошкови омладине 484.000
пројекти, надзор и др. 171.000
експропријација 50.000

2.908.310

одбија се зарада омладине 150.310
2.750.000

ОМЛАДИНСКЕ РАДНЕ БРИГАДЕ

Поред грађевинских предузећа у грађењу учествују омладинске бригаде. Оне су смештене у шест насеља: Прељина, Парменац, Пријановићи, Горбиље, Узићи и Горјани.

Укупно ће учествовати у току 1960 године омладинаца 10.000.— у раду.

НАДЗОР НА ИЗВОЂЕЊУ РАДОВА

Дирекција путева НРС организовала је Инвеститорску групу на челу које стоји начелник инж. Драгољуб Ивановић а као главни инжењер Ђокић Душан. Постављен је потребан број инжењера и техничара који директно на терену руководе радовима.

Са Институтом за испитивање материјала НРС закључен је уговор и његови стручњаци са лабораторијама свакодневно врше испитивање и прате квалитет радова.

Деонице пута које нису узете у рад у овој години (пролазе поред Чачка и кроз Овчар-Кабларску Клисуру) изградиће јединице ЈНА у 1961 и 1962 години.

Инж. Драгољуб МАЦУРА

Стајалишта и паркиралишта на Аутопуту НАШ АУТОПУТ НЕ ЗАДОВОЉАВА НОРМЕ ДА БИ БИО КАТЕГОРИСАН КАО АУТОПУТ.

*Аутопут „Братство и јединство“ биће
завршен 1963. године*

Проблем одвијања друмског саобраћаја на главном правцу север — југ у нашој земљи биће ускоро у потпуности решен. Већ данас је врло велики део аутопута, који спаја крајњи север наше земље преко Љубљане, Загреба, Београда, Ниша и Скопља са Ђевђелијом, изграђен. У овој 1961. години, биће довршена деоница Грделица—Врање и изградња деоница Врање—Скопље. У 1962. години и 1963. години биће остварена веза Београд са Параћином и довршене две краће деонице у НР Македонији, чиме ће се добити континуивна трака савременог коловоза између Љубљане и Ђевђелије, дужине око 1.150 км. Да би овај пут могао на читавој дужини да буде категорисан као аутопут, потребно је обезбедити на деоници Београд—Загреб укрштања и прикључивања без пресецања правца у нивоу. Студије и пројекти за ово су у току. Међутим, преостаје још да се реши и питање застајања возила на аутопуту.

*Пут са карактером аутопута мора да
има стајалишта и паркиралишта*

Према међународној конвенцији, аутопутем се може сматрати пут:

- 1) На коме су обезбеђена укрштања и прикључивања осталих путева без пресецања правца у нивоу, и
- 2) По коме се крећу возила брзином већом од 40 км/час.

Овај други услов искључује са аутопута пешаке, бицикле, мопеде, за-

прежна возила, тракторе и друга спољна возила, а самим тим и застајање возила, без обзира из којих разлога, у профилу предвиђеном за одвијање саобраћаја.

Проблем задржавања покварених возила на аутопутевима у Немачкој, Великој Британији и другим земљама, решава се изградом посебне стајалишне траке која се протеже читавом дужином аутопута и то уз сваку коловозну траку посебно. У Немачкој су стајалишне траке изграђене у виду лакше коловозне конструкције, различите боје од боје коловоза. Захваљујући специфичној клими у Великој Британији су стајалишне траке изграђене од камена с тим да се у шупљинама између појединих зрна налази нађубрена земља из које је никла трава. На овај начин стајалишне траке су озелењене и веома пријатно делују на возача. Ове траке намењене су за застајање возила искључиво у случају кvara или удеса и на њима се возила не смеју задржавати ради одмора возача, посматрања лепих пејзажа и околине и сл. Ово значи да стајалишне траке служе искључиво за одржавање саобраћајног профила на аутопуту потпуно слободног за возила у кретању.

С друге стране, безбедност саобраћаја захтева добро психолошко стање, односно одморног возача. Због тога се мора омогућити возачима да на одређеним местима (са којих се пружа леп поглед на околину, уз неки интересантан објекат, уз бензинске и сервисне станице, мотеле и сл.) могу да

стану и да се одморе. За ову сврху треба градити посебне просторе за паркирање возила, са тракама за заустављање и убрзавање, сопственим саобраћајницима и просторима за остављање возила. Због овога треба разликовати два различита појма: стајалиште и паркиралиште. Стајалиште служи непосредно повећању безбедности саобраћаја јер омогућује уклањање покварених возила из саобраћајног профила пута, док паркиралиште служи возачима и путницима за њихов одмор и освежење, тј. такође служи безбедности саобраћаја, али на посредан начин.

Стајалишта и паркиралишта на нашем аутопуту

Ако усвојимо оправданост постојања посебних конструкција горњег строја на аутопуту у виду стајалишта и паркиралишта, треба продискутовати потребе и могућности за истима у нашим југословенским, условима данас.

Да би смо могли да сагледамо проблем у целини, морамо му додати још једно питање које у нашим условима представља део тог целовитог проблема. Наиме за одвијање јавног путничког саобраћаја на аутопуту од великог је значаја питање аутобуских станица које служе оним селима која леже између две саобраћајне петље. Ови објекти код нас су на растојању од 15—20 км. У тим случајевима се неминовно поставља потреба за усвајањем бар још једне аутобуске станице између две петље. Због тога, а у недостатку других погодности за ту сврху, мора се омогућити застајање аутобуса уз сам аутопут, но с тим да ово не смањи услове безбедности саобраћаја на аутопуту и не угрози животе аутобуских путника.

Предузимање мера за осигурање безбедности саобраћаја на једном путу мора бити утолико интензивније, уколико су величина и густина саобраћаја већи. Данас је саобраћај у на-

шој земљи на таквом нивоу, да не изискује нити оправдава неке високе трошкове које би требало уложити на безбедост саобраћаја из аспекта застајања или паркирања возила и аутобуса. Стога у нашим данашњим условима стајалишта могу на себе да приме не само возила у квару, већ и привремено паркирање, као и аутобуске станице. Једнога дана, када то саобраћај буде захтевао и економске могућности дозволиле, изграђена стајалишта биће употребљена уско наменски, док ће се изградити посебна паркиралишта и аутобуске станице. Но да би данас стајалишта могла да послуже вишеструко, иста треба на одговарајућим местима изградити уз задовољење услова који су специфични за паркиралишта и аутобуске станице.

Посеб и разлози за изграду стајалишта уз аутопут „Братство и јединство”

Ако се у технички напредним земљама, у којима се аутопутеви граде са две коловозне траке, односно у којима су смерови вожње одвојени, захтева потпуно чист саобраћајни профил пута за одвијање саобраћаја, онда се овај услов код нас још више заопштрава због тога што се аутопут „Братство-Јединство” гради само са једним коловозом, на коме су услови вожње отежани, а безбедност саобраћаја смањена.

Други веома важан разлог који неминовно захтева грађење стајалишта на нашем аутопуту јесте мала ширина банкина која не дозвољава застајање возила изван саобраћајног профила аутопута, чак ни при најповољнијим временским условима.

Грађење једног савременог пута захтева веома велика финансијска средства. Кад овима додамо средства потребна за грађење објеката који ће обезбедити укрштања односно прикључивања осталих путева без пресецања правца у истом нивоу, онда се коштање једног километра аутопу-

та још повећава. Знатан део ових средстава одлази на остварење безбедности саобраћаја, која за дату брзину условљава велике радиусе хоризонталних и вертикалних кривина, потребну прегледност на путу, релативно велику ширину коловоза и др. Да би се изградила једна савремена саобраћајница и тиме дало одушка привредном развоју земље, инвестирају се огромна средства, која се тек на посредан начин, али веома брзо, амортизују. Међутим, за случај да се уз аутопут не изграде стајалишта, возила у извесним моментима и из одређених разлога морају да застану на ивици коловоза и тиме заузму изванредан део саобраћајног профила односно да смање прегледност на путу. Ово може да буде фатално под одређеним условима, јер возач, ослањајући се на повољне елементе пута и возећи релативно врло великом (дозвољеном!) брзином, није у стању да благовремено реагује и тиме отклони опасност.

Одређени услови, под којима возило паркирано на ивици коловоза представља посебно велику сметњу јесу:

- 1) слаба видљивост,
- 2) поледица,
- 3) обилазак паркираног возила.

Ад 1) Слаба видљивост, а тиме и посебно велика опасност од паркираног возила, наступа ноћу и по магли, односно вејавици. Паркирано возило ноћу представља велику опасност нарочито када је покварена електрична инсталација, или услед неких других разлога на возилу не постоје црвена сигнална светла. Ова опасност се још више повећава када непосредно испред паркираног возила долази до мимоилажења два аутомобила, при чему возачи искључују велика и укључују средња светла да би избегли засењивање. При овоме су услови војне мање-више нормални, тј. брзина возила је нешто мања од дозвољене, а опрезност шофера просечна. — С друге стране, војња по густој магли,

односно вејавици, обавља се уз смањење брзине и повећану опрезност возача. Међутим, веома често ипак долази до удеса, због тога што сметња у виду паркираног возила бива уочена исувише касно.

Ад 2) Веома често смо сведоци, макар и кроз дневну штампу, да је при поледици паркирано возило довело до судара два, често и већег броја возила, без обзира на то што су сви остали услови били повољни. Овакви судари настају и у градским и приградским реонима, где је опрезност возача појачана.

Ад 3) При претицању паркираног возила знатно се повећава опасност у односу на претицање возила у кретању због тога што се релативна брзина два претичућа возила знатно повећава у односу на релативну брзину два возила у претицању која се крећу. При претицању возила у кретању возач возила које претиче сачекоје моменат да добије пуну прегледност на путу на већој даљини и због мале релативне брзине, лако престаје са претицањем када се појави возило усусрет или нека друга сметња. Насупрот томе, паркирано возило се често налази на местима где је прегледност уз велике жртве обезбеђена искључиво за случај мимоилажења два возила на истој саобраћајној траци, што значи да под одређеним условима ова прегледност не задовољава, односно под овим условима може доћи до удеса.

Допуномо ово теориско излагање освртом на несрећне случајеве у непосредној прошлости. Према подацима добијеним у Саобраћајном одељењу ДСУП-а НРС, на првих 113 км пута Београд—Загреб (деоница на територији НРС) од укупно 65 несрећних случајева у 1958. години 21 отпада на ударе у паркирана возила. У свим несрећама погинуло је 9 лица, од којих 5 при удару у паркирано возило. За првих 10 месеци 1960. године на овој деоници било је 78 удеса са укупно

8 мртвих и 77 повређених путника, од чега на удесе при удару у паркирано возило отпада 26 случајева са 4 мртва и 20 рањених путника.

На деоници аутопута Параћин—Ниш, на којој је саобраћај још релативно неразвијен, а на којој су у потпуности задовољени сви услови за безбедан саобраћај, за првих 10 месеци 1960. године било је укупно 37 несрећних случајева, од чега највећи број отпада на несрећне случајеве при напуштању готове деонице аутопута. Међутим, у свим овим случајевима погинуло је једно лице и то при удару у паркирано возило. С друге стране за ово време је на овој деоници било укупно 4 гажења. Када се има у виду да је на аутопуту забрањен пешачки саобраћај, може се донети закључак да су ова гажења углавном последица задржавања путника у очекивању аутобуса, односно непрописног прелаза аутопута на неуређеним аутобуским стајалиштима.

Израда стајалишта на деоници аутопута Параћин—Ниш—Врање

Познато је да је одлука о грађењу аутопута Љубљана—Бевђелија донета крајем 1958. године, а да се грађењу деоница Параћин—Ниш приступило средином 1958. године и то као пута I реда. Једино се овим, односно бригом и журбом за велики постављени задатак, може протумачити то, да су и у инвестиционом програму и у пројектима испуштена стајалишта, која јесу и морају да буду саставни део аутопута. Из овог разлога стајалишта су аутоматски ушла у тзв. „опрему пута“ (смерокази, сигнали, засади и др.) за коју се финансирање врши из средстава републике. Међутим, с обзиром да су ова средства недовољна и за текуће одржавање путева, стајалиштима није поклоњена готово никаква пажња.

Већ у самом почетку 1960. године, односно у почетку експлоатације деонице Параћин—Ниш, показала се по-

треба за стајалиштима. Саобраћајни удеси с једне стране и нужност заостајања и бављења путника аутобуса на отвореном ауто-путу између петљи, а у близини већих села, захтевали су решење овог проблема. Због тога је дат налог Техничкој секцији за путеве у Нишу да приступи грађењу нужног броја стајалишта. Међутим при овоме су се одмах појавиле тешкоће. На првом месту избор локације и пројектовање стајалишта препуштено је, силом околности, извршним органима Секције, који се не баве студијама и пројектовањем. С друге стране недостатак финансијских средстава није дозволио извршења задатака. И најзад, чисто технички проблеми извршења радова релативно малог обима, као на пример недостатак механизације за компримовање насипа и тампонског слоја, такође су утицала на извршење задатака. Све ово је имало за последицу да у 1960. години нису изграђена ни она најнужнија стајалишта, која су на себе имала да приме улогу паркиралишта и аутобуских станица, а о стајалиштима која треба да послуже уклањању поковарених возила са коловоза аутопута нема ни речи. — Ови редови написани су само због тога да прикажу тешкоће код накнадног грађења стајалишта и укажу на то да стајалишта треба градити истовремено са осталим објектима на аутопуту.

У вези предњег, у току грађења аутопута на деоници Ниш—Врање, која је грађена 1960. године, настојало се да се паралелно са осталим објектима на аутопуту изгради и доњи строј за стајалишта. У том циљу Инвеститорска група је израдила скицу са генералним решењем стајалишта и дала задатак и упутства надзорним деоницама да уз своје редовне дужности израде пројекте за иста. Међутим, израђени пројекти за стајалишта реализовани су на деоници (Ниш) — Белотинац — Грделица, која је завршена у 1960. години, само делимич-

но. Разлози за ово су у томе што су пројекти закаснили, те су предузећа била усредсређена на извршење главних радова на аутопуту. При овоме, на изграђеним стајалиштима израђен је само доњи строј, јер се сматрало да је у оквиру веома скучених финансијских средстава целисходније изградити доњи строј за што већи број стајалишта и препустити израду горњег строја секцијама за путеве.

Стајалишта треба пројектовати једновремено са пројектовањем аутопута

Једновременом израдом пројекта за сам аутопут и за стајалишта уз исти могу се постићи најцелисходнија решења, јер ће иста само у том случају бити комплексна. При пројектовању аутопута, на многим местима пројектант ће бити у могућности да постигне повољније обликовање нивеле и осовине аутопута, када има у виду депонију или позајмиште који ће бити искоришћени као стајалишта, односно када, остављајући потребно место за стајалиште, постиже повољно померање осовине пута и тиме боље обликује трасу. С друге стране, решења која се очекују и добијају од пројектанта далеко су на вишем нивоу од оних која се могу очекивати од надзорних органа или органа техничких секција, јер су ови заузети својим редовним пословима, а по правилу нису ни дорасли да доносе оваква решења, првенствено због тога што се, бар моментано, не баве студијама и пројектовањем. Пројектовање стајалишта треба да се базира на солидној студији услова који треба да буду задовољени да би стајалишта одговарала својој намени. Повезивање израде пројекта за стајалишта са израдом пројекта за аутопут није везано са питањем финансијских средстава за њихово грађење и зато пројекат аутопута треба да обухвати и стајалишта.

При усвајању положаја и пројектовању стајалишта потребно је имати

у виду њихову намену у првој фази експлоатације аутопута. Због тога лоцирање стајалишта треба почети са утврђивањем места за аутобуске станице. Локације ових зависе од захтева које поставља саобраћај и треба да буду утврђене у сагласности са аутотранспортним предузећима и месним властима. Између овако фиксираних стајалишта треба усвојити она која ће на себе да приме улогу паркиралишта, оваква стајалишта треба да буду усвојена на местима са лепом панорамом и повољним условима за лако грађење пространих стајалишта. Растојање оваквих стајалишта могло би да износи око 3 км (критеријум усвојен за стајалишта планирана на деоници аутопута Параћин—Ниш и изведена на првом делу Ибарског пута). Најзад између ових треба усвојити места за стајалишта са искључивом наменом за уклањање покварених возила. — Пројектовање стајалишта такође треба да зависи од његове намене, па би у духу напред реченог могло да се усвоје три типа стајалишта. Типови за стајалишта — аутобуске станице и паркиралишта треба да предвиђају веће ширине и дужине трака, повољније услове за кочење и убрзање возила, могућност за улажење возила на више места и задовољење других специфичних услова, док типична стајалишта могу бити примитивнија.

Питање коловозне конструкције на стајалиштима треба посебно размотрити. Ово из разлога, јер постоје мишљења да је довољно да се стајалишта изграде без коловозне конструкције, односно само уз извесно побољшање природног тла.

С обзиром на то да паркирано возило у профилу аутопута представља изразито велику сметњу при неповољним атмосферским приликама, а нарочито при магли и вејавици, потребно је да стајалишта одговарају својој намени баш при оваквим временским условима. Међутим, у овим

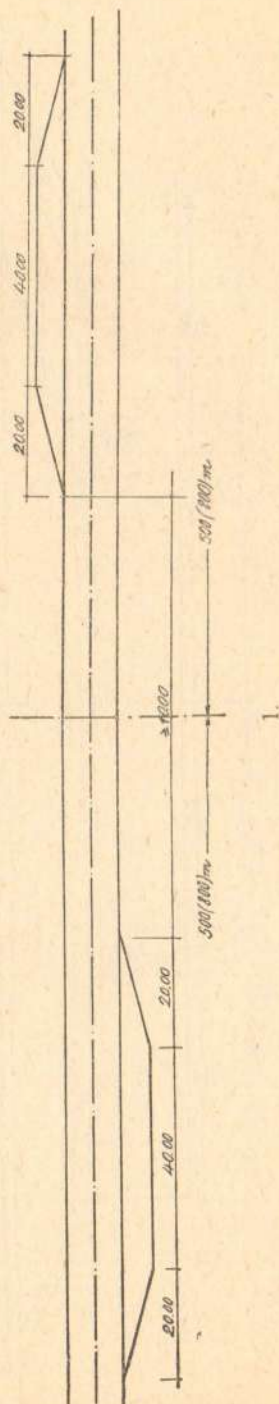
условима стајалишта могу задовољити само ако на њима постоји солидна коловозна конструкција, која је способна да безбедно пренесе тежину возила на земљани труп. С друге стране, на стајалиштима се јављају веома велике тангенцијалне силе при кочењу и поласку возила, које потенцирају захтев за стабилном коловозном конструкцијом. Из ових разлога возна површина стајалишта не може да се остави без коловоза, нити да се обради израдом једног шљунковитог или сличног слоја, већ на њој мора да постоји солидан коловоз, који одговара оном на аутопуту.

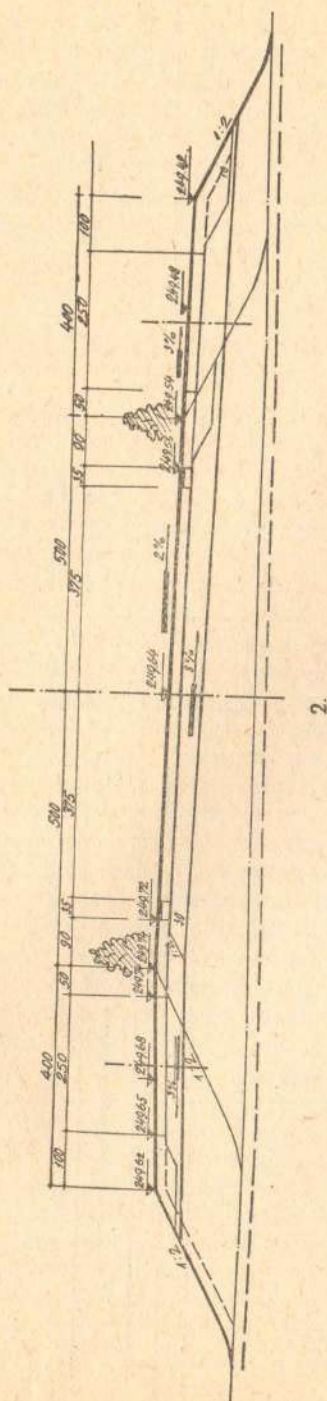
*Принципи за пројектовање стајалишта на деоници аутопута (Ниш)
Белотинац—Врање*

С обзиром да се наш аутопут гради са једном коловозном траком, а да и остале земље решавају питање стајалишта свака на свој специфичан начин, потребно је проучити иста за наше услове и усвојити принципе за њихово пројектовање. Сматрајући да решење стајалишта на деоници Белотинац—Врање, иако не представља потпуно решење, може бити прилог њиховом разматрању, у следећим редовима иста ће бити приказана.

На слици је приказан оријентациони профил и шематски приказ стајалишта у ситуацији, на основу којих је извршено пројектовање стајалишта за деоницу аутопута Белотинац—Врање.

Из слике се види да је стајалиште, изузев на високим насипима, предвиђено у истој равни са коловозом. Да је од коловоза издвојено зеленим појасом ширине 1,40 м изузев код нижег ригола у усеку. Доња линија тампонског слоја под стајалиштем на истој је коти и са истим нагибом као и код коловоза, чиме је одводњавање постелице коловоза обезбеђено. Ширина коловоза на стајалишту је за 1 возило, тј. 2,50 м, без могућности обилажења возила на самом





стајалишту. Због овога је потребно обезбедити улаз и излаз возила на 2 до 3 места дуж стајалишта. Дужина стајалишта је 40 м, те на њему може застати, под условом да је за једно возило потребно просечно 10 м, 4 возила. Улажење и излажење у и из стајалишта је предвиђено на дужини од 20 м тј. угао улажења — излажења је $11^{\circ}20'$.

Принципи према којима је извршено пројектовање стајалишта су следећи:

1. — Растојање стајалишта треба да је такво да се возило, на коме је примећен квар, може под дејством живе силе или гурањем довести до стајалишта. Повољно растојање стајалишта с обзиром на овај моменат процењено је на 500 м. Међутим, да би се избегло грађење стајалишта на местима која захтевају велике земљане радове, а да би били задовољни и остали доле наведени принципи, предвиђено је да се осовинско растојање стајалишта повећа, ако је потребно, и до 800 м.

2. — Економски моменат мора да буде што више задовољен, те стајалишта предвиђати на местима где би се појавиле депоније, а ако ових нема, онда уз ниске насипе, односно на местима нултих земљаних радова. Исто важи и за усеке. Стајалишта на првом месту предвиђати у виду посебно обликованих позајмишта земље. Исто тако стајалишта треба предвиђати на местима где се може извршити претварање усека у засек односно где се постиже побољшање прегледности на путу.

3. — Да би стајалишта задовољавала и захтеве паркиралишта, иста би требало да омогуће естетска доживљавања тј. треба их предвиђати на местима са лепом панорамом, пред већим објектима, у близини какве реке или потока, уз какву шумицу или групацију дрвећа и сл.

4. — Безбедност саобраћаја на стајалишту поставља углавном три захтева:

4. 1. — Стајалишта за један и други смер возње не треба да буду наспрамна, већ њихови ближи крајеви треба да су размакнути за десетак и више метара, како се не би десило да путници који се налазе на наспрамним тракама прилазе једни другима, прелазећи по коловозу аутопута.

4. 2. — Између коловоза и стајалишта (на зеленом појасу ширине 1,40 м) треба да се налази лака жива ограда која ће психолошки спречавати кориснике стајалишта да махијално изиђу на коловоз аутопута.

4. 3. — С обзиром да се не могу обезбедити траке за убрзавање и успоравање, треба стајалишта, нарочито она која служе за паркирање возила или као аутобуске станице, градити на местима на којима је обезбеђена прегледност већа од рачунске да не би возило које напушта или се враћа на коловоз аутопута довело до судара два возила која се мимоилазе у дозвољеној брзини. На местима где ово није обезбеђено, на даљини прегледности испред стајалишта треба поставити знак за забрану претицања.

5. — С обзиром на то да стајалишта на извесним местима треба да послужу као аутобуске станице, на таквим местима градити их непосредно уз неки објект за укрштање у два нивоа, како путници при доласку на и одласку са аутобуске станице не би били принуђени да прелазе по коловозу

аутопута и тиме себе изложили смртној опасности.

З а к љ у ч а к

На основу предњег излагања требало би настојати да се оформи стајалиште да стајалишта на аутопуту јесу његов саставни део и да се иста имају градити једновремено и под истим условима као и сви други објекти на аутопуту.

Ово би значило да финансирање грађења стајалишта треба вршити из средстава Општег инвестиционог фонда. Међутим, ово не повлачи одмах за собом захтев за повећањем ревидоване инвестиционе суме, већ би можда било могуће да се остварењем уштеда на неким позицијама обезбеде средства за грађење стајалишта.

Усвајање овог става захтева да се при изради пројеката за следеће деонице аутопута једновремено пројектују и стајалишта. Пројекте за стајалишта треба израдити за довршене односно за деонице чије је грађење у току. За деоницу Ниш—Врање потребно је извршити ревизију и исправке односно допуне пројеката. Најзад решавање питања укрштања и прикључивања у два нивоа на путу Београд—Загреб треба повезати са решавањем проблема стајалишта односно све објекте које захтевају оба решења треба градити једновремено.

Јер једино са решењем застајања, возила ван саобраћајног профила аутопут „Братство—Јединство” ће заиста добити карактер аутопута.

Блато — непријатељ асфалтног коловоза

Премда се на аутопутевима у Европи још раде бетонски коловози, у САД па и осталим земљама све више се граде путеви са флексибилном коловозном конструкцијом, чији је горњи слој асфалтни застор лакшег или тежег типа, у зависности од саобраћаја који се очекује.

Блато представља на асфалном коловозу вишеструког непријатеља.

Осушење блато на коловозу ствара под дејством моторног саобраћаја неугодну прашину.

По влажном времену расквашено блато изазива клизање моторних возила при кочењу код мањих брзина, док код већих брзина често пута доводи до саобраћајних несрећа, исклизнућа моторних возила са коловоза и извртање. Ово потврђују извјештаји комисија саобраћајних органа приликом несреће.

Поред наведених разлога због којих блато неповољно утиче на безбедност саобраћаја на асфалтном коловозу, оно штетно делује на трајност асфалтног застора.

У првом реду потребно је ближе дефинисати блато: то је глиновит материјал из којег се обично састоје банке са обе стране коловоза, пољски путеви и сеоска дворишта.

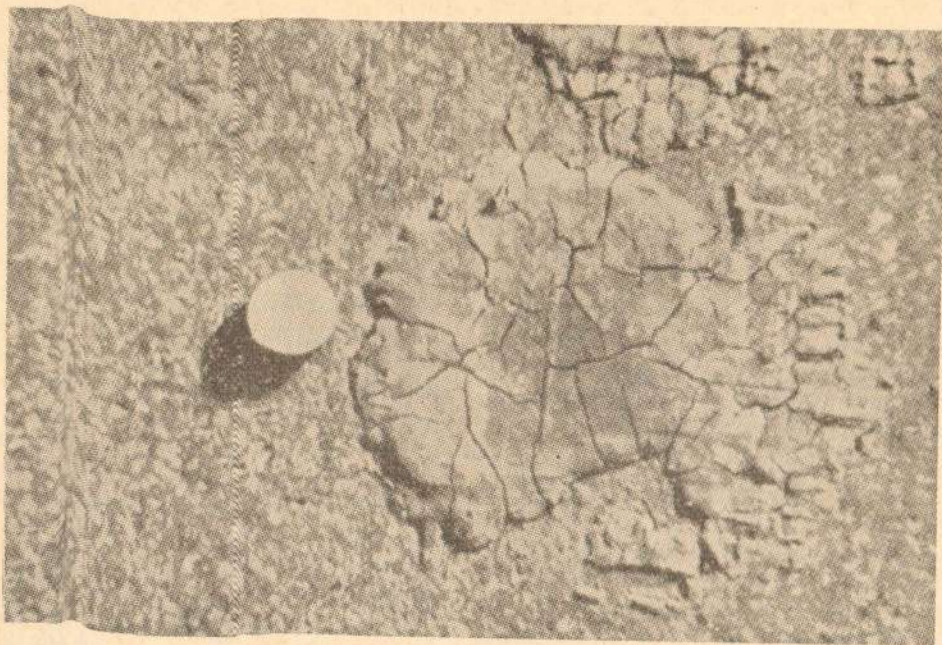
Са банка блато на коловоз наносе пешаци, стока и возила, са пристручних путева и сеоских дворишта блато наносе возила на точковима.

Ради илустрације какво је штетно деловање осушеног блато на асфалт изнећемо запажања Немца Lenza (1).

У јуну 1952. године изграђене су неке пробне деонице на једном потезу

од 11 км дужине. Као везно средство употребљен је битумен Б 300. На једној деоници израђен је двослојни груби асфалт-бетон (150 kg/m^2), на другој мешани асфалт-макадам са хабајућим слојем од финог асфалт-бетона (170 kg/m^2) и на трећој тепих од финог асфалт-бетона преко старе површинске обраде. Хабајући слојеви су били израђени од базалтног агрегата уз додатак агрегата од кречњака. Сврха пробе је било добијање хрпаве површине после извесног времена због бржег хабања кречњака под дејством саобраћаја. Међутим случајно је нанесено блато и Lenz је установио да су се глинене груде нанесене на коловоз спљосatile под деловањем саобраћаја у округле „погачице“ око 5 мм дебљине. Глинене „погачице“ у јутро су биле влажније и незнатно издигнуте на рубовима, док су рубови у касно после подне, након 10-сатне изложености јаким сунчаним зрацима, били јако издигнути. Lenz је запазио да су у процесу сушења те погачице, са јако издигнутим рубовима, биле чврсто прионуле за коловозну масу и да су са завршним слојем асфалт-макадамског коловозног застора у свом делокругу створиле такву везу, да се је код откидања тих „погачица“ горњи слој завршног слоја асфалта откинуо. Адхезија глиених погачица за коловоз је очигледно била већа од кохезије у самој конструкцији асфалтног застора.

Сличне појаве запазио је Lenz 1954. године на асфалтном коловозу израђеном са разређеним битуменом, јужно од Минхена, где је глина са пешачких стаза навучена на рубне траке.



Сл. 1. Глинена погачица са jakim пукотинама

На једној деоници која је раније поменута са асфалтбетонским коловозом запазио је 1954 године сухе и распуке глинене „погачице“. Када је летом уклонио један део погачице, установио је исте пукотине које су биле у погачици и на коловозу у дубини од неколико милиметара.

(види слика 1, 2, 3.)

На слици 3 по уклањању погачице и прашице виде се исте пукотине на Сл. 1.

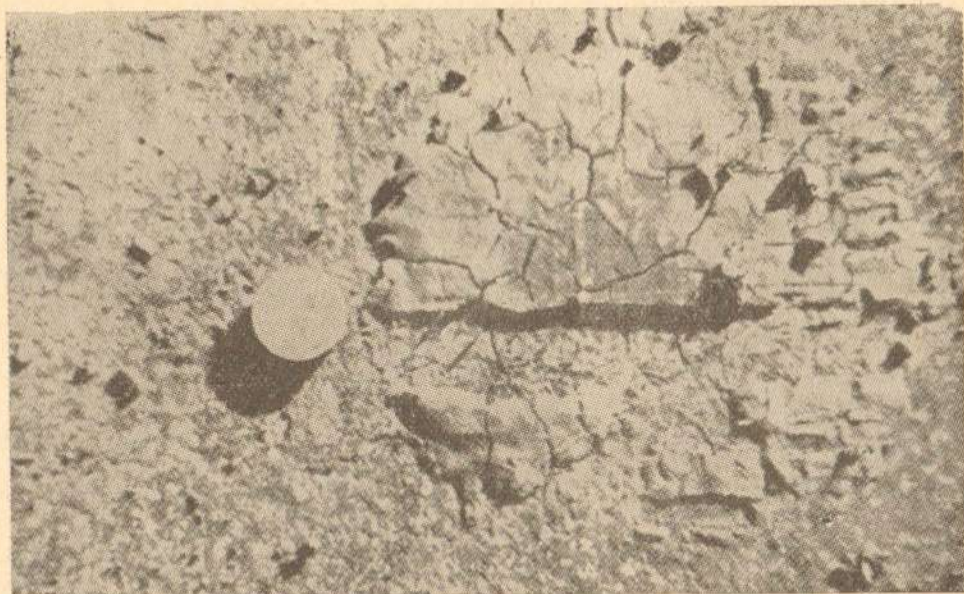
На основу предњих запажања, Ленз закључује да у осушеним глиненим „погачицама“ настају унутрашњи напони и да је приоњивост глине за асфалтни коловоз тако велика, да се силе које настају услед сушења у глинама преносе на подлогу где свладају коловоза стварајући исте пукотине.

Ленз напомиње да морају постојати одређени повољни услови о којима зависи напред наведено дејство глине, а то су: врста глине, физичке и хемијске особине глине, сте-

пен влажности у моменту доношења на пут, интензитет и тежина саобраћаја, атмосферске прилике које могу довести до сушења и унутрашњих напона, степен храпавости асфалта, као и вискозитет везива.

Проучавајући питање оштећења асфалтних коловоза, Maczynski и Skalmowski (2), констатовали су да често пута долази до разарања тих коловоза премда су материјали, употребљени за њихову изradу, имали добра физикална својства, а гранулометријски састав агрегата био одговарајући.

Исти аутори су установили да је разлог за пропадање асфалтних коловоза нађен у смањеном садржају угљоводоничног везива у току века трајања застора. Ово је нарочито запажено у завршном слоју асфалта. Током испитивања су установили да је камени агрегат показао знакове распадања. Код еруптивног агрегата распадање се одразило у стварању једног каолизираног продукта са колоидал-



Сл. 2. Пукотине на „погачици“ из слике 1. преносе се на асфалтни коловоз

ним особинама. У откинутом каменом материјалу запажене су велике количине љуски, које су садржавале као-линизиране делове.

Распаднути глинени састојци под деловањем воде јако набубре, те у споју са угљоводоничним везивом развијају колоидалне карактеристике и стварају емулзију.

Услед стварања емулзије у асфалт-ном застору, као и механичког деловања саобраћаја, нарочито ако је исти мешовит, долази до нестајања везива из завршног слоја, што има за последицу постепено осиромашење застора у везиву и његово разарање.

Своју претпоставку о стварању е-мулзије на коловозу ова два Пољака су проверила у лабораторијским опитима.

Maczynski и Skalmowski су развили један поступак за одређивање коефицијената који показују емулгирајуће дејство материјала, које је опасно за асфалтне коловозе.

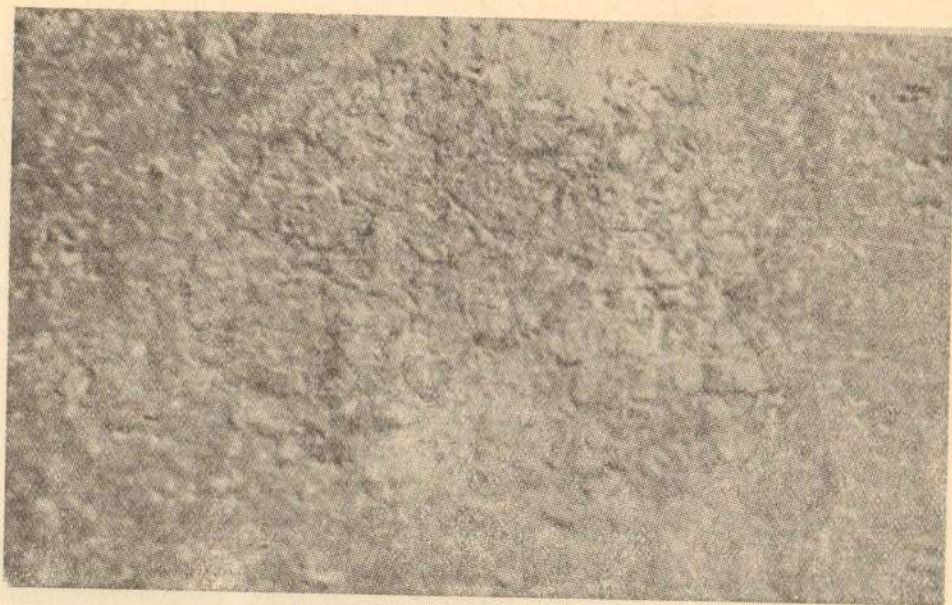
Поступак се састоји у одређивању максималне количине катрана (виско-

зитета 60/80 или 80/100), која са до-тичним каменом материјалом може створити емулзију, камени материјал се иситни тако да прође сито № 200 АСТМ и са водом се замеша у густу кашу. Ако се ова мешавина, због претичуће количине катрана, распадне, то ће једна одређена количина катрана остати у форми емулзије.

Тежински однос те количине катрана према количини каменог брашна претставља коефицијент емулгирања за тај камени материјал. Као горња вредност тог коефицијента у-становљена је 0,38.

Код каменог материјала и филера од кречњака добрих особина, коефицијент емулгирања лежи између 0,28 и 0,37. Распаднуто камење вулканског порекла и филер од кречњака са мањом садржином глине, имају коефицијент емулгирања 0,40 до 0,55.

Чиста глина имаде вредност коефицијената 1 и више, у зависности од њених колоидних особина. Код бентонитних глина може тај коефицијент да иде преко 3, некада и преко 5.



Сл. 3. Пукотине на површини асфалтног застора после уклањања глинене „погачице“

У вези са рефератом Maczynskog и Skalmowskog развила се дискусија на конференцији у Брислу, коју због занимљивости износимо (3).

Белгијанац Delvaux је изнео искуство са једног асфалтног тепиха који је био израђен на подлози од водом везаног туцаника израђеног од згуре. Вода на површини тепиха изгледала је као разређена емулзија. После 2 године количина везива у тепиху је од 5,5% пала на 3—3,5%. Ова појава није запажена код водом везане туцаничке подлоге од кречњака, пешчара или порфира, исто тако нити код подлоге од згуре са катраном испод асфалтног тепиха.

Немац Nojman је изнео случај где је дошло до распадања танког асфалтног тепиха услед продирања ситних честица из подлоге у тепих.

Француз Delinje је запазио појаву емулзификације када је употребљени камени материјал обиловао са фелдспатима. Његово мишљење је да се битумен лакше емулзифицира од катрана. Он је предложио да се код из-

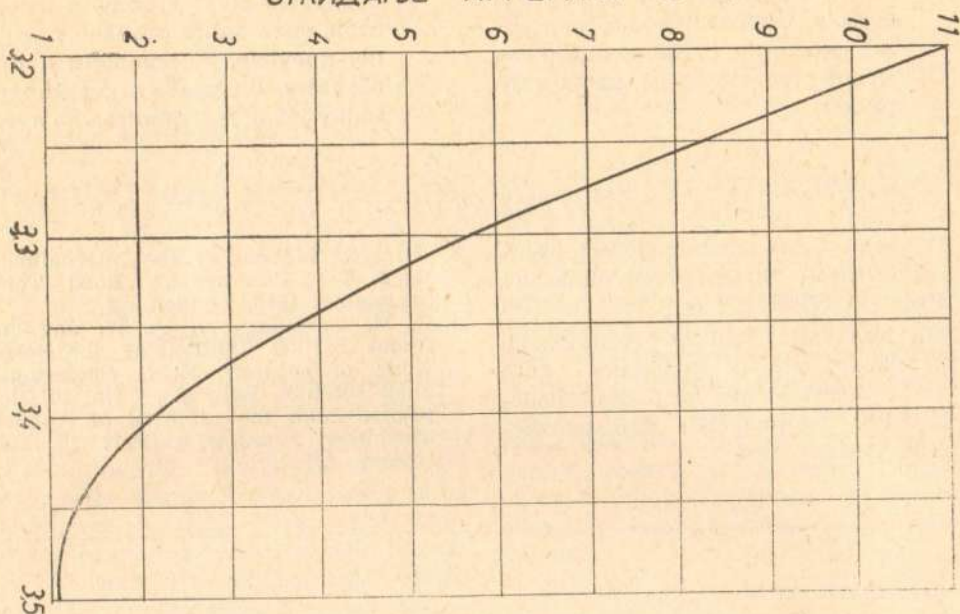
бора камена за важне путеве, испитају поред физикалних и његове кемијске особине.

Енглеz Shoop је изнео да у Енглеској нису запажена оштећења због употребе разног каменог агрегата у току века трајања коловоза у колико пре уграђивања камен није претрпео јаке промене од атмосферских утицаја. Његово мишљење је да сушење блата на путу проузрокује оштећења и сматра да катран теже емулзифицира од битумена.

Maczynski и Skalmowski сматрају да асфалтни коловози — било да је везиво битумен било катран — показују исте појаве емулзификације. Дормон и Јарман су у својим покусима (4) доказали од каквог је утицаја на квалитет асфалтног коловозног застора смањење садржине угљоводоничког везива.

На уређају за извођење опита трења испитивали су, поред осталог, колики је проценат откидања зрна агрегата из узорака израђених са 3,5%, 3,4%, 3,3% и 3,2% битумена. Резултати

ОТКИДАЊЕ АГРЕГАТА % ТЕЖ.



Сл. 4.

тих покуса — приказани на слици 4 — показују да откидање агрегата код поменутог опадања садржине везива расте од 1% до 11%.

Из предњег се може закључити да ће у случају који је описао Delvaux, где је количина везива пала од 5,5% на 3—3,5% доћи вероватно до откидања агрегата и временом до пропадања застора.

Закључак;

Искуства Lenza, затим Maczynskog и Skalmowskog, као и осталих стручњака, показују: да блато на асфалтном коловозу може мокро да угрози безбедност саобраћаја, осушено доводи до стварања пукотина у горњем слоју асфалта, у које онда улази блато помешано с водом и доводи до емулзификације битумена и катрана, услед чега постепено везиво бива од-

нешено са каменог агрегата што може довести прво до површинског а касније и дубљег разарања асфалтног коловоза.

За избегавање штетних последица које проузрокује блато на асфалтном коловозу потребно је:

- спречити доношење блата на асфалтни пут са приступних путева и сеоских дворишта изградом калдрмисаних деоница у виду турске калдрме, на коју се услед потреса истресе готово сво блато пре доласка возила на асфалтирани пут,
- донешено блато на пут што пре уклонити (лопатама, грталицима и метлама) са истога, путем редовног одржавања,
- банке поред асфалтираног пута обавезно треба изградити од каменог ризла и повремено обновити, да се спречи преношење

блата на пут са банке од стране пешака и коња, још боље је решење стабилизације каменог агрегата са калцијум кломидом,

— предузећа која дуж пута имају своја складишта (пилање, циглање, кречење, каменоломи и сл.) обавезно би требало да калдрмишу један део прилаза до пута.

LITERATURA:

1. L. Lenz: „Lehm auf bituminösen Fahrbahndecken“, „Strassen und Autobahn“, Bielefeld, 3/1955.
2. M. Maczynski und W. Skalmowski: „Schäden an Strassendecken durch nachträgliche Emulgierung des Bindemittels“, Internationale Strassenkonferenz, Brüssel, 1955.
3. „Brüssels Meeting of the International Road Tar Conference“ „Road Tar“, September, 1959, London.
4. G. M. Dormom and A. W. Jarman: „Some Factors Influencing the Behaviour of Bitumen Road Surfacing“ Shell Bitumen Reprint — No. 10 (Reprinted from the „Journal of Applied Chemistry“, Volume 8, Part 12, December, 1958.).

ИЗ УРЕДНИШТВА

У прошлом броју нашег часописа објавили смо напис инж. ек. Димитрија Пљакића под насловом „Место економиста у путној служби“. Пошто смо мишљења да је то значајно питање за организацију путне службе — позивамо стручњаке и читаоце да нам пошаљу своја гледишта о томе, како бисмо их објавили у наредним бројевима часописа.

Инж. Здравко ЈОКСИЋ

Учешће геомеханичких лабораторија на грађењу ауто- пута кроз НР Србију

І. Припреме и организација лабораторија

Институту за испитивање материјала НР Србије поверен је крајем 1958. године задатак од стране Дирекције путева НР Србије, да организује и спроведе контролу квалитета радова на изради аутопута у току 1959. године. Са припремама се почело одмах, па је у почетку октобра 1958. године једна група сарадника Института обишла радове на аутопуту кроз НР Хрватску и Словенију, ради упознавања са начином контроле квалитета извршених радова, обимом и методама испитивања које су вршене у току изградње аутопута кроз поменуте републике. Том приликом, поред рада теренских лабораторија на аутопуту, упознали смо се и са испитивањима обављеним у Институтима у Загребу и Љубљани. На основу података добијених од одговорних стручњака за бетон, асфалт и геомеханику из поменутих лабораторија и Института, надзорне службе и оперативе, као и наших сопствених запажања, достављени су предлози Дирекцији путева НР Србије о обиму и врстама потребних испитивања, људству, организацији лабораторија, набавци потребне опреме и предрачуна коштања.

Осим тога, на делу аутопута од Параићна до Ниша вршени су припремни радови у току 1958. године, а уз њих рађен и доњи строј на неким деловима у дужини од око 14 км. Одељење за механику тла и фундирање Института НР Србије, преко својих теренских лабораторија у Ражњу и Дра-

жевцу вршило је контролу напред поменутих радова. Те лабораторије су нам послужиле као експерименталне за оцену потребног особља и опреме, пошто дотадашња искуства нисмо могли користити с обзиром да је за наредну годину предвиђено учешће великог броја предузећа и механизације у кратком року за извршење радова.

На основу предлога Института и сагласности Дирекције путева НРС, предузете су мере да се изврши израда и набавка потребне лабораторијске опреме, ангажује и обучи стручно особље које ће радити у тим лабораторијама, пошто поједина одељења Института нису располагала са тако великим бројем техничара и лабораната. У ту сврху је само Одељење за механику тла и фундирање ангажовало 7 техничара и 7 лабораната, који су на посебном курсу обучени за рад у лабораторијама, јер смо поред аутопута били ангажовани на контроли извршења и других путева у Србији. Међутим, с обзиром на темпо извршења радова на аутопуту и обим спроведених испитивања, са планираним особљем у лабораторијама нисмо могли обавити све задатке који су пред нас постављени, иако је радно време било свакодневно по 13 до 14 часова, а понекад и дуже, тако да смо у шпичу (мај, јуни, јули и август) морали да скоро дуплирамо број особља у лабораторијама. За допуну потребног људства користили смо ученике Грађевинске средње-техничке школе из Београда, који су се показали као вредни и педантно су обављали по-

стављене задатке, као и неколико студената Грађевинског факултета. Свака од лабораторија је имала по једног техничара као руководиоца и по једног лаборанта (у прво време), а касније је тај број повећан према обиму послова, и кретао се од 2—4 лаборанта. Радом свих теренских лабораторија руководио је један инжењер, који је координирао рад истих и у заједници са органима надзора и извођача радио на решавању проблема насталих у току извођења радова. Дневни извештаји о извршеним испитивањима достављани су надзорним органима, који су на основу истих пратили квалитет остварених радова и интервенисали у случају потребе код извођача. На тај начин, улога лабораторија се свела на регистровање резултата контролних опита и давања сугестија за даљи рад, које је надзорни орган могао да мења или усваја по свом нахођењу, јер су лабораторије унеколико биле подређене надзору, што можда није најсрећније решење и о њему би свакако требало дискутовати као форми даље сарадње, обуке.

С обзиром на овакав начин пословања распоред лабораторија нам је стварао приличне тешкоће. Наиме, требало је распоред лабораторија извршити тако, да обим послова буде за сваку исти, да оне буду уско повезане са особљем надзора и извођача ради што бољег међусобног обавештавања, сарадње, коришћења заједничког возила и координације рада, како не би због застоја у испитивању долазило до успоравања радова. Стога је одлучено да се геомеханичке лабораторије стационирају уз седишта надзорне службе одговарајућег сектора. Пошто је цела деоница аутопута била издељена на 7 надзорних сектора, то је и број лабораторија сведен на седам, а седишта истих су била у следећим местима почев од Параћина према Нишу: село Крежбинац (I сектор), Ражањ (II сектор), Делиград (III сектор), Алексинац (IV сектор), село

Дражевац (V сектор), село Трупале (VI сектор) и село Белотинац (VII сектор). Међутим, и оваква подела је имала својих недостатака, јер су поједини сектори имали само по једно предузеће, као на пр. : Дражевац и Белотинац, док су други имали и до пет предузећа као Ражањ. Осим тога, предузећа на појединим секторима су била прилично механизована, што је захтевало ангажовање знатно већег броја људи од оних са којима смо располагали, или савремену опрему за брзу контролу (апарате за одређивање влажности, Проктор игле и сл.), са којима нисмо били довољно снабдевени. То је захтевало ангажовање људства у толикој мери, да се у појединим лабораторијама радило скоро даноноћно, само да не би дошло до застоја, поготову што пре почетка радова на изради доњег строја нису била готова ни претходна лабораторијска испитивања. Ради илустрације навешћу само да смо ми дошли на терен с опремом 1. априла, док су радови код појединих предузећа почели још крајем марта, а за смештај лабораторија, израду прикључних електричних инсталација и др. требало је бар неколико дана, тако да смо са радом могли почети тек 3. или 4. априла. Било је потребно да се на терен дође бар 10 дана пре почетка радова, ради испитивања материјала из позајмишта и изналагања карактеристика потребних за контролу.

У свакој од 7 теренских геомеханичких лабораторија, вршена су следећа испитивања:

1. — Испитивање геомеханичких карактеристика материјала из позајмишта предвиђених за израду насипа, било да се иста налазе ван трасе или на њој (усеци и засеци), како би се на основу истих дошло до података потребних за оцену употребљивости материјала у предвиђене сврхе, контролу предвиђене дебљине тампона, као и свако-

дневна контрола испитивања квалитета остварене збијености.

Одређене су следеће карактеристике: атербергове границе, гранулометриски састав, максимално линеарно скупљање, максимална запреминска тежина ($\gamma_{\text{мах}}$) која се постиже по стандардном лабораториском Проктор поступку (енергија збијања 60 тм/м^3), оптимална влажност за ту енергију, као и влажности, однос о запреминске тежине материјала у природном стању (у позајмиштима).

2. — Испитивање гранулометриског састава материјала из шљункара и одређивање садржаја ситних фракција испод $0,02 \text{ мм}$, ради процене његове употребљивости за израду тампонског слоја.
3. — Свакодневна испитивања остварене збијености материјала у подтлу, појединим слојевима насипа, усецима и засецима.
4. — Свакодневно испитивање остварене збијености завршног слоја, који се налази испод површине постељице (уобичајени назив постељица).
5. — Свакодневно испитивање остварене збијености тампонског слоја, као и повремена контрола његове чистоће и гранулометриског састава.

На деоницама са коловозним застором од асфалт бетона, по ред наведених испитивања вршена су још и ова:

6. — Свакодневно испитивање остварене збијености слоја механичке стабилизације који је изведен као доња подлога коловозне конструкције, као и контрола мешавине шљунка и везива (земље), са којима је иста рађена.
7. — Свакодневно испитивање остварене збијености засутог макадама, који је рађен као горња подлога коловозне конструкције, односно као замена биндера, јер

су мишљења стручњака који су учествовали у избору конструкције по томе питању подељена.

8. — Израда дневних извештаја о резултатима испитивања за свако предузеће посебно, са евентуалним сугестијама и мерама које треба предузети у циљу побољшања квалитета радова. Исти су достављени надзорним органима и извођачима.

Из напред изложеног се види, да је пред теренским геомеханичким лабораторијама стајао тежак, обиман и одговоран задатак, који је, како по оцени Института, тако и по оцени надзора и извођача, обављен углавном на задовољавајући начин, поготову ако се узму у обзир недостатак средстава за превоз особља и недовољна опремљеност лабораторије савременим апаратима за брзу контролу извршених радова.

Ради што бољег приказа обима радова, које су извршиле поједине лабораторије, приложена је табела I, на којој су дате: количине земљаних радова које је требало извршити (према пројекту, дужине деоница појединих предузећа која су радила доњи или горњи строј, њихов број и распоред по секторима — лабораторијама, врста и број извршених опита, као и распоред коловозне конструкције по врстама. Код коришћења таблице потребно је имати у виду да су поједина предузећа радила искључиво доњи строј, друга обадва, као и да се дужине деоница на којима су поједина предузећа радила горњи и доњи строј не поклапају. У колонама обележеним бројем 1 дат је укупан број опита извршених на тампону, постељици и сл. док је у колонама под 2 дат број опита чији су резултати испитивања задовољавајући, пошто одговарају техничким условима. Разлика између цифара датих у колонама 1 и 2, претставља број опита код којих нису постигнути задовољавајући резултати, те је морала бити извршена поправка и накнадно збијање уз поновно вршење опита.



Та накнадна испитивања су стварала знатне тешкоће особљу у лабораторијама, јер се дешавало да су на неким местима вршена испитивања по три до четири пута, док нису постигнути за-

— доњи stroj:	1,1 ^{0/0}	— 46 ^{0/0}
— постељица:	4	— 40 ^{0/0}
— тампон:	13	— 39 ^{0/0}
(просек 19 ^{0/0})		
(„	15 ^{0/0})	
(„	22 ^{0/0})	
— механичка стабилизација (мерење вршено опитима са плочом:		

довољавајући резултати. Из табеле се може добити проценат поновљених опита дат у односу на укупан број извршених опита, који се креће уследеним границама:

	24	— 37 ^{0/0}
(просек 29 ^{0/0})		
— механичка стабилизација (мерење вршено преко запреминских тежина):	47	— 96 ^{0/0}
(просек 64 ^{0/0})		
— засути макадам:	25	— 72 ^{0/0}
(„	23 ^{0/0})	

Овако велики број поновљених опита је знатно преоптерећивао особље лабораторија и стварао знатне тешкоће у раду, а често смо били принуђени да због тога смањујемо број контролних опита, повећавајући размак између места на којима су исти вршени. Једини начин да се лабораторије убудуће растерете и ослободе вршења непотребних испитивања (оне су формиране са задатком да врше само контролу испитивања за рачун надзора, а не и текућа за рачун предузећа), као и једини правилан пут у развоју наше оперативе за грађење путева, био да се наша грађевинска предузећа опреме сопственим лабораторијама које би контролисале квалитет радова у процесу извршења, тако да би лабораторије Института при секторима вршиле само проверу са мањим бројем опита, односно вршила испитивања која лабораторије при предузећима не би могле вршити.

II. Методе испитивања, опрема и технички услови—критеријуми за контролу квалитета извршених радова

Испитивање постигнуте збијености материјала у насипима, усецима и подтлу, који су рађени у кохерентном (везаном) земљаном материјалу, вршено је мерењем остварене запреминске тежине у сувом стању γ^s , која је

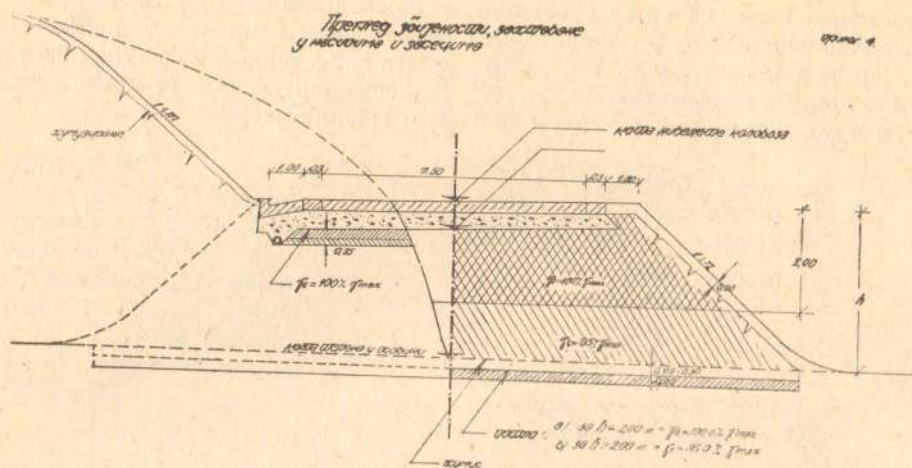
упоређивана са највећом лабораториском збијеношћу $\gamma_{\max}$, постигнуте по стандардном Процстор-поступку, при оптималној влажности за тај материјал. По техничким условима који су важили на градњи аутопута захтевало се да однос између остварене и захтеване збијености (запреминских тежина) буде између 95^{0/0}—100^{0/0} што је зависило од висине насипа и геомеханичких карактеристика материјала.

а) За насипе чија је висина била мања или једнака 2,0м, рачунајући од коте терена, однос збијености је морао бити

$$\gamma_s = 100\% \gamma_{\max}$$

б) За насипе чија је висина била већа од 2,0 м, захтевано је у горњем њиховом делу до дубине 2,0 м исто као и код „а”, док је за слојеве насипа на већој дубини однос збијености морао бити $\gamma_s \geq 95\% \gamma_{\max}$ (видети скицу 1).

За одређивање запреминске тежине вађени су непоремећени узорци из сваког слоја помоћу опреме са цилиндрима пречника 10,7 см. запремине 670 см³. Узорци су сушени до константне тежине, одређиван садржај влаге и запреминска тежина у сувом стању. Узорци за испитивање су узимани на међусобном подужном отстојању од 20—40 м, што је зависило од оцене на лицу места и капацитета лабораторије



je; jer ukoliko su ravnomerna zbijenost i vlažnost ostvarene na većoj površini sloja, išlo se na manji broj uzoraka i obrnuto. Na ovaj način uz ogromne napore uspelo se da na svakih 30—110 m³ zemljanog materijala ugrađenog u donji stroj, dođe po jedan kontrolni opit, što je uglavnom zadovoljavajuće, pa čak i nešto iznad proseka koji se zahteva propisima nekih evropskih zemalja, naročito ako se imaju u vidu uslovi pod kojima je vršena kontrola. Ugrađivanje zemljanog materijala vršeno je uglavnom mašinski, često na 10—15 mesta istovremeno, a organi nadzora i laboratorije su za prevoz na sektoru od 10—12 km dužine imali samo jedne čeze ili jedan cip. U toku narednih godina potrebno je ovoj problemu posvetiti potrebnu pažnju, imajući u vidu znatno povećanje mehanizacije kod naših preduzeća.

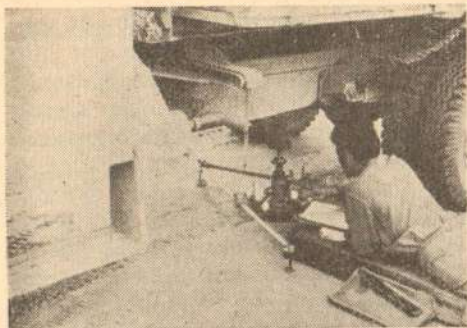
Знатне олакшице у раду имали смо захваљујући америчким апаратима за брзо одређивање влажности са реагенсом, помоћу којих се на лицу места, а у року од 5 до 10 минута, може одредити влажност материјала и самим тим одмах израчунати и збијеност, те се на тај начин избегава дуготрајан процес сушења узорака у сушницама. На нашу жалост имали смо само два апарата, али се и са њима по-

стигло да се радови на контроли изводе без застоја нарочито код предузећа са великом механизацијом, као и да се иста што боље искористи.

Код израде насила од некохерентних материјала (шљунак, песак), или пак од кохерентних који садрже знатне количине шљунка и ситне дробине, где је употреба цилиндра немогућа, за одређивање остварених запреминских тежина коришћени су апарати са песком („Soiltest” — боце са песком). Апарати су врло једноставни, а рад са њима не прави нарочите тешкоће. Опит траје највише 15 минута, само је и у овом случају потребно чекање на сушење извађеног материјала, које је, као што смо напред поменули дуготрајно, уколико се исти не употребе заједно са апаратима за брзо одређивање влажности.

На жалост, ни ових апарата нисмо имали довољно (само два) па смо их користили углавном за испитивање остварене збијености код механичке стабилизације.

Поред апарата са песком, за испитивање збијености слојева код насипа израђених од некохерентних материјала, или материјала где се узорци нису могли узимати цилиндром, коришћени су опити са плочом. У том случају су преко модула стишљивости МЕ доношени закључци о постигнутој



Сл. 1.

збијености испитиваног слоја. За вршење опита, коришћене су специјалне хидрауличке дизалице, снабдеване манометрима за читавање силе односно оптерећења, док је преко нарочито постављених компаратера вршено мерење слегања плоче при датом оптерећењу. Опит са плочом је вршен у свему према швајцарским прописима VSS — 40317, а изглед апаратуре са којом је вршено испитивање дат је на сл. 1. Као контра-терет коришћени су камиони, ваљци, дамperi и слична возила.

Техничким условима захтеване су следеће вредности модула стишљивости као минималне:

- | | |
|---|----------------------------|
| а) за слојеве израђене од везаних земљаних материјала | $ME = 200 \text{ кг/см}^2$ |
| б) за слојеве израђене од пескова и песковитих материјала | $ME = 250 \text{ кг/см}^2$ |
| в) за слојеве израђене од шљунка и шљунковито-песковитих материјала слабо везаних | $ME = 350 \text{ кг/см}^2$ |
| г) за шљунчане клинове код објеката | $ME = 350 \text{ кг/см}^2$ |

Набијање шљунчаних клинова код објеката вршено је углавном вибро-солима, а контрола збијености помоћу опита са плочом на сваком слоју ви-

сине 0,50 м, уколико је било могуће прићи са возилом за контра терет, или апаратима за одређивање запремина помоћу песка.

Збијеност постељице односно завршног слоја у насипима, усецима и засецима контролисана је углавном преко запреминских тежина (γ_s) и влажности уграђеног материјала ради упоређења са захтеваном збијеношћу γ_{max} за дотични материјал, уз захтев да је $\gamma_s = 100\% \gamma_{\text{max}}$

Узорци за испитивање узимани су на међусобном растојању од 25—40 м, што је такође зависило од квалитета извршене постељице на испитиваном потезу и у завршног слоја пре дефинитивне израде постељице.

Збијеност постељице контролисана је такође и опитима са плочом на сваким 50—100 метара, уколико је за то било времена, пошто је техничким условима био предвиђен и овај начин контроле. Захтев је био да најмања вредност модула стишљивости износи $ME \geq 200 \text{ кг/см}^2$, при влажности материјала која приликом испитивања треба да буде близу оптималне за тај материјал. Иначе, уколико се о томе не би водило рачуна, може се догодити да се на постељици која је дуго изложена сунцу добију врло велике вредности модула стишљивости ME , иако је при томе запреминска тежина материјала мања од захтеване.

У нашим испитивањима остварене збијености насипа, дали смо предност контроли путем запреминских тежина, јер су добијени резултати мање зависни од промене влажности материјала, него што је случај код опита са плочом, док су опити плочом вршени било ради међусобног упоређивања добијених резултата и комплетирања података, било по захтеву надзорних органа. Извршени опити дали су задовољавајуће резултате, а добијене вредности су углавном изнад захтеваних, како по запреминским тежинама, тако и по модулима стишљивости ME , што је доказ пажљивог и квалитетног извршења земљаних ра-

дова, као и високе техничке спреме нших предузећа, која су се заложила до максимума да исти остваре.

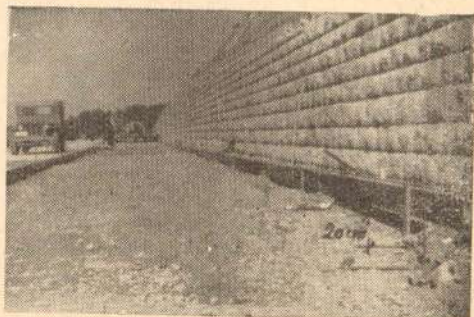
Збијеност тампона контролисана је углавном помоћу опита са плочом. Пречник плоче одабран је у зависности од дебљине тампонског слоја. Тако на деоницама са асфалтним коловозом, где је дебљина тампона била до 25 см, испитивање је вршено са кружном плочом пречника 16 см, док је на деоницама са бетонским коловозом због веће дебљине тампонског слоја, чија се висина кретала преко 30 см, употребљавана кружна плоча пречника 30 см.

Техничким описом радова захтевано је да се приликом опита плочом постигну вредности модула стишљивости $ME \geq 500 \text{ kg/cm}^2$, као најмање вредности за добро збијен тампон. Касније, због недостатка вибратора и због планираног рока извршења радова, дозвољено је да се у извесним случајевима могу толерисати и отступања до 10% од захтеване вредности, тј. $ME \geq 450 \text{ kg/cm}^2$. Међутим, збијеност тампона захтевана техничким условима углавном је постигнута без изузетних тешкоћа, уколико је гранулометрички састав шљунка био задовољавајући а предузећа располагала добрими вибрационим машинама. Тако су вредности модула стишљивости биле најчешће изнад 500 kg/cm^2 , односно у границама између: $500 < ME < 700 \text{ kg/cm}^2$, са изузетком неких места или деоница појединих предузећа, на којима су се вредности модула кретале између: $450 < ME < 500 \text{ kg/cm}^2$.

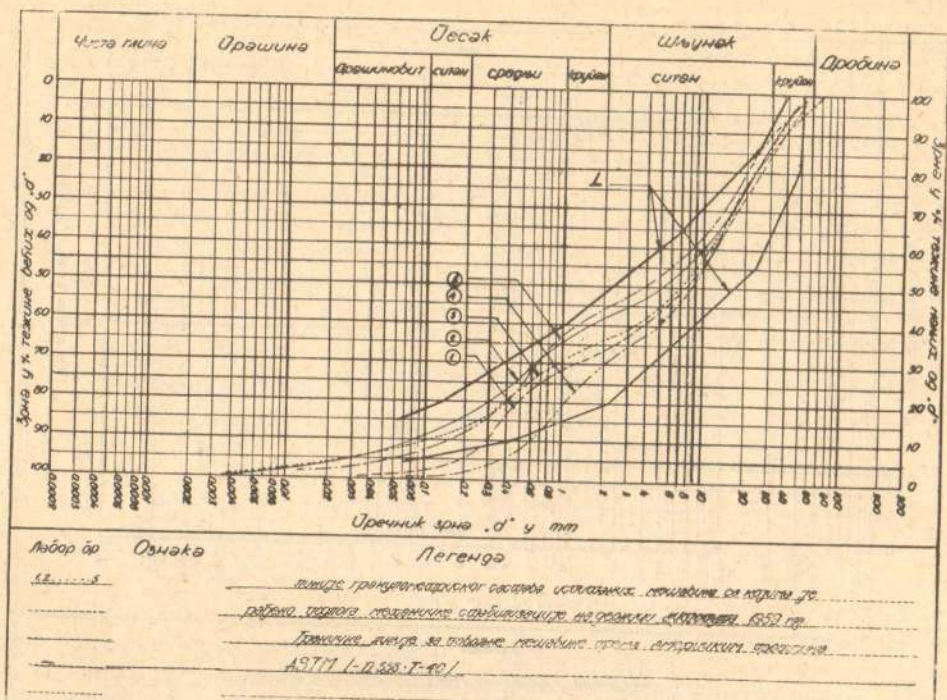
Испитивање постигнуте збијености вршено је пре постављања шалунгшина, као оријентационо, док је дефинитиван пријем збијеног тампона вршен пре наношења жилаве хартије. То је рађено да би се избегла евентуална слегања бетонских плоча, до којих би дошло да о томе није вођено рачуна, јер је код појединих предузећа због недовољне пажње приликом наношења тампона, вршено при постављању шалунг-шина раскопавање на-

бијеног слоја и скидање по 10—15 см, односно додавање шљунка ако је дебљина нанетог тампона била недовољна као што се види са приложене слике бр. 2. Одавде се види да смо контролу збијености тампона вршили скоро по два пута (разуме се не свуда), тако да број укупних извршених опита износи 6.120 од чега је 1.380 поновљених, што у процентима износи око 22% у односу на укупан број опита, односно ако би се број опита који задовољавају поделили на читаву дужину аутопута, изашло би да је на сваких 19 м урађен по један опит плочом.

Збијеност тампона је у мањем обиму контролисана и преко запреминских тежина помоћу апарата са песком. По техничким условима било је потребно остварити збијеност од 95% збијености по модифицираном Проктор-поступку. Међутим, резултати добијени опитима су потврдили наше претпоставке да се та збијеност не може остварити на градилишту иако се добију вредности модула свишљивости $ME \geq 500 \text{ kg/cm}^2$ и да се збијености које одговарају захтеваном модулу мерене преко запреминских тежина крећу између 92—93% од максимално захтеване. Другим речима, уколико се жели збијеност са 95% по модифицираном Проктор-поступку, треба убудуће захтевати веће модуле стишљивости ME , чије би вредности требало да се крећу негде између $600 < ME < 700 \text{ kg/cm}^2$.



Сл. 2.



га, одабрано само 6 материјала са задовољавајућим карактеристикама, док је шљунак углавном био сличан скоро у свим шљункарама. На приложеном дијаграму гранулометриског састава (прилог 2) дате су карактеристичне криве за употребљене материјале (везиво и шљунак), на основу којих се може закључити да су употребљени углавном чисти шљунковити материјали са незнатним садржајем фракција испод 0,002 мм (мање од 3%, као и средње пластичне песковите прашине, односно прашинасти пескови (изузев материјала I и II), што се види и по њиховим карактеристикама;

- границе течности 25—35%
- границе пластичности 18—22%
- индекси пластичности 6,1—21%

Претходне мешавине су рађене са разним процентима додатог везива (8—20%), а у зависности од карактеристика употребљених материјала,

док се код усвојених мешавина тај однос кретао: од 8—15% за везиво, према 92 до 85% шљунка, рачунато у односу на укупну количину материјала за мешавину.

б) На основу претходних испитивања одређене су потребне количине материјала за израду подлоге. Дозирање материјала на терену вршено је углавном по запремини, као једноставније од дозирања по тежини. Паралелно са наношењем материјала, мерена је природна садржина воде, како би се одредила количина коју треба додати, односно одузети сушењем пре почетка мешања и набијања нанетог слоја. По завршеном мешању контролисани су гранулометриски састав мешавине и Atterbergove границе на сваких 100 до 300 м изведене подлоге. Резултати добијени испитивањем углавном задовољавају, иако има већи број места, па и читавих потеза на којима исти знатно отступају од захтеваних.

Код испитивања мешавина уграђених у подлогу добијене су следеће вредности:

— границе течности	17— 25 ⁰ / ₀	(max. 29 ⁰ / ₀)
— индекс пластичности	0,6 ⁰ / ₀	(„ 9,7 ⁰ / ₀)
— однос прашине	0,2—0,48 ⁰ / ₀	(„ 0,57 ⁰ / ₀)
— пролаз кроз сито ϕ 0,074 мм	3,12 ⁰ / ₀	(„ 20 ⁰ / ₀)

С обзиром на велико расипање резултата не дају се просеци, већ само распони у којима се крећу вредности које задовољавају, а у заградама су дата највећа отступања чији је број, као што је напред поменуто знатан. На прилогу 3 дате су граничке криве за добру мешавину према ASTM-у као и гранулометриске криве неколико мешавина, узетих на месту испитивања.

Остварена збијеност подлоге мере-на је преко модула стишљивости ME, при чему је по техничким условима захтевано да се код добро збијене подлоге постигну вредности $750 < ME < 1.000 \text{ кг/см}^2$. Опити са плочом вршени су на међусобном отстојању од 30—40 м, а добијени резултати се углавном налазе између $800 < ME < 850 \text{ кг/см}^2$ на неким местима између $850 < ME < 1.000 \text{ кг/см}^2$, а често и до $ME = 1.200 \text{ кг/см}^2$. Нажалост, има потеза где су врло тешко постизане вредности модула стишљивости изнад 750 кг/см^2 , што долази као последица неправилног поступка при дозирању, мешању и набијању материјала.

Збијеност изведене подлоге мерена је такође и преко запреминских тежи-на (апаратима са песком), међутим, због недостатка опреме и људства ни-смо били у стању да је спроведемо сву-да. Резултати добијени испитивањем на овај начин упозоравају да постиг-нута збијеност подлога није сјајна и да као и код томпона захтева-на минимална вредност модула стишљивости $ME \geq 750 \text{ кг/см}^2$ не може гарантовати захтевану збијеност, која по техничким условима мора износити најмање 98% од максималне лабора-ториске збијености мешавине по мо-дифицираном Проктор-поступку (γ_s

$= 98\% \gamma_{smax}$). Тако је од 286 места на којима је вршено испитивање, оства-рена захтевана збијеност само на 104 места, што у процентима износи око 36%. Овако мали број задовољавају-ћих резултата, последица је честих измена мешавине, које су извођачи радова на неким местима вршили на своју руку, са мотивацијом убрзања послова, што је разуме се ишло на штету квалитета; као и недостатка прописа који би на основу детаљних испитивања тачно прецизирали мето-де испитивања и захтеване вредности, односно ускладили резултате који се добијају на основу разних метода ме-рења.

Потребно је нагласити да је ово највећи задатак по обиму који је био постављен геомеханичарима у Србији, а можда и у Југославији, као и да су први пут код нас у тој мери коришће-на достигнућа ове техничке гране на контроли извршења радова при град-њи једног пута. Може се очекивати у току наредних година још веће анга-жовање геомеханичких лабораторија, обзиром да обим радова на модерни-зацији и изрази мреже нових путева показује сталан пораст. Такође се мо-же очекивати да ће сви недостаци о којима је било речи бити отклоњени, а на првом месту недостатак прописа за земљане радове; да ће лаборато-рије и предузећа комплетирати своје капацитете опремом која им недоста-је за правилно извршење поставље-них задатака, као и да ће драгоцена искуства стечена на градњи првог аутопута кроз Србију бити правилно искоришћена, како би у току наред-них година квалитет извршених ра-дова на нашим градилиштима дости-гао завидан ниво.

Примена стабилизације тла цементом у Швајцарској

Ова врста стабилизације тла за коловозне конструкције на путевима (подлоге) има велику примену у Америци и Енглеској. Међутим, у Швајцарској примена стабилизације није досада изашла из домена експериментисања. Прва испитивања у већем обиму извршена су недавно у романској Швајцарској о чему је дао приказ инж. Д. Бонард професор универзитета у Лозани на скупштини Друштва за механику тла и фундирање, одржаној у Берну 13. новембра 1959. године. Извод излагања инж. Д. Бонарда изашао је у часопису „La route et la circulation routière” број 3. од 25. марта 1960. године, и из њега су дати сви потребни подаци као и критички осврт на постигнуте резултате уграђивања тла по овоме начину са приказом остварења у осталим напредним земљама и код нас.

Под појмом стабилизовано тле подразумева се тле које може да прими оптерећења од кретања возила, а да при томе не дође до разарања и већих деформација. Стабилизовати неко тле значи учинити га брзо и јефтино постојаним, то јест таквим да може да одоли дејству саобраћаја и климатских прилика — киши, мразу, суши.

Стабилизација неког тла цементом састоји се у побољшању његових механичких особина: повећању носивости, отпорности против дејства мраза и влажења, што се постиже додавањем тлу извесне количине цемента, чије стврдњавање даје осигурава потребну кохезију и тим осигурава стабилност коловоза. Поред тога земљишта стабилизована цементом могу да следе и релативно већа померања у трупцу пута а да се при томе не понашају као крута бетонска плоча, већ као еластичан коловоз. Оваква тла много боље преносе оптерећења од нестабилизованих, тако да тле стабилизовано цементом у слоју дебљине 15 см има исту моћ ношења као уобичајена подлога у слоју од 25 см.

Тла стабилизована цементом примењују се углавном при грађењу путева и служе најчешће као подлога

на коју се полаже коловозни застор, а код споредних путева и у пределима са врло оштрим климатским условима могу да се употребе и као коловозни застор (хабајући слој), што је ређи случај.

Разликују се три врсте тла стабилизованог цементом:

а) тла побољшана цементом су она која у природном стању имају добре особине, само им је стабилност неповољна. Додавањем 3—6% цемента повећава им се моћ ношења до потребне вредности.

б) тла стабилизована додатком 8—12% цемента се највише примењују;

в) мршави бетони су у ствари шљунковита и песковита земљишта измењана са 8—15% цемента.

Прве две стабилизације, побољшана и стабилизована тла цементом, одnose се на песковите и прашинасте материјале ниске пластичности, који се мешају са цементом на два начина у специјалним машинама као што је на пример Ховардов воз и пулвмиксер. По првом начину машина у једном прелазу изврши копање, ситњење, мешање са цементом, поливање водом и разастирање земљаног материјала; док по другом начину маши-

на за стабилизацију овај процес обавља у више прелаза преко потеза који се стабилизује. Израда стабилизације на ова два начина не захтева никакав транспорт материјала и позната је под именом методе мешања на лицу места „mixed in place”. На супрот овоје, мршави бетони се справљају по методи мешања у мешалици која се налази на једном месту „mixed in plant”, која даје врло хомогене мешавине, али поскопљава радове због знатних транспортних трошкова.

Стабилизација тла цементом, која се примењује већ око 25 година, нарочито је достигла широке размере у послератном периоду.

У Швајцарској се ова метода стабилизације тла практично још није користила, само се од пре годину дана у геомеханичкој лабораторији политехничке школе у Лозани почело са обимним испитивањима у погледу могућности стабиловања цементом најраспрострањенијих врста земљишта.

За разлику од Швајцарске, у Америци се са стабиловањем тла цементом почело још 1935. године. У току 1950. године израђено је 40 милиона m^2 тла стабилизованог цементом, а у Енглеској је исте године уграђено 500 000 m^2 . У Француској, Италији и Белгији почела је у последње време нагло да се развија и примењује ова врста стабилизације, док се у Немачкој углавном ради стабилизација тла цементом у виду мршавог бетона.

Код нас је стабилизација тла цементом, као подлога код путева, почела да се примењује пре десет година. На путу Нови Сад—Футог први пут је урађена цементом стабилована подлога на једном јавном путу, и то у два слоја дебљине од по 15 cm у збијеном стању. Први слој са додатком од 8%, а други са 10% цемента.

При модернизацији пута Нови Сад—Бачка Паланка подлога од тла стабилизованог цементом рађена је у

два слоја од по 15 cm , са 7,5% цемента у првоме и 8% у другоме слоју.

На опитној деоници између Каћа и Будисаве, на путу Нови Сад—Тител—Алибунар, изведена је такође у два слоја подлога стабилована цементом дебљине 2×15 cm . Количина цемента у доњем слоју била је знатно нижа него у горњем, тако да он у ствари и не претставља праву стабилизацију са цементом, већ се може третирати као побољшано тле.

На Петловом брду рађена је подлога од мршавог бетона, а не стабилизација са цементом.

У Аутономној покрајини Војводини изведена је у 1959. години први пут код нас стабилизација тла цементом помоћу једнопролазне машине.

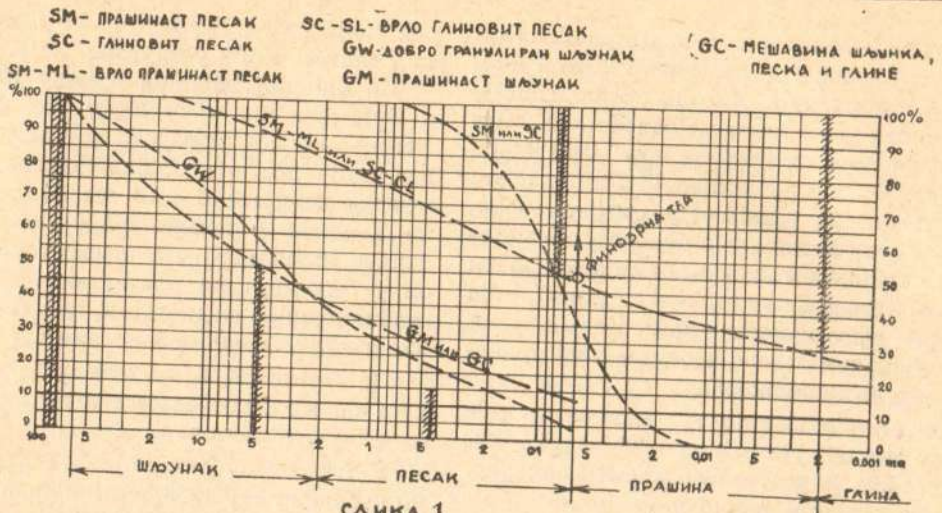
Из наведеног се закључује, да се овај начин стабилизације у нашој земљи примењује у врло малом обиму, да је практично још у фази развоја и проучавања, ограничен углавном на израду пробних деоница.

Досадашња искуства, као и стална осматрања потеза појединих путева на којима је изведена стабилизација тла цементом, допринеће да се ускоро прошири поље примене ове методе, и то нарочито у крајевима који оскудевају каменим материјалима.

Особине и врсте тла у романском делу Швајцарске и могућност њихове стабилизације са цементом

Крајем 1958. године геомеханичка лабораторија политехничке школе универзитета у Лозани добила је задатак да испита да ли се земљани материјали у Швајцарској могу стабиловати са цементом, и у томе циљу почела је да сређује и статистички проучава податке добијене испитивањем око 3 000 узорака тла узетих у кантонима романског дела Швајцарске.

На основу извршених студија било је могуће да се утврди која су тла најраспрострањенија, а исто тако да



Граница течности $L_L < 40\%$; индекс пластичности $P_I < 18\%$

се најкарактеристичнија од њих детаљно испитају, нарочито у погледу подобности за стабилизовање са цементом и отпорности на дејство мрза.

Уочено је да у неким пределима преовлађују шљунковита земљишта код којих су највише заступљена зрна пречника од 2 до 60 мм. У области Лаво—Вевер—Монтре—долина Роне и у подручју Јуре најчешће се јављају шљунковита тла, а има доста и прашинастих материјала ниске пластичности који садрже више од 50% честица мањих од 0,06 мм. У валенском делу Роне заступљена су шљунковита, песковита и прашинаста тла; око Женева има највише финозрних материјала, док су у долини Броје и околини Лозане најчешћи песковити земљани материјали, у којима преовлађују зрна песка пречника од 2 мм до 0,06 мм.

Класификација испитаних врста земљишта извршена је по систему »Unified Soil Classification System« — USCS и по »Public Roads Administration« — PRA.

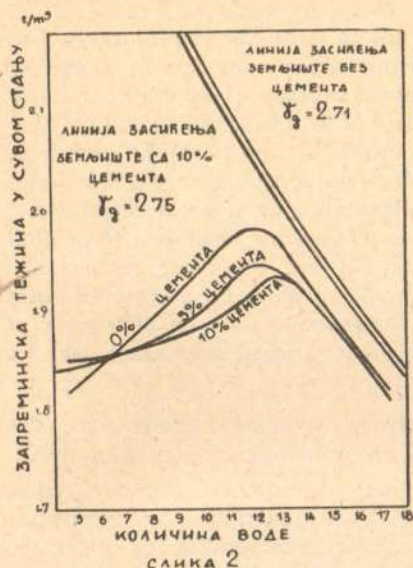
Категорије најраспрострањенијих врста земљишта према подели USCS су:

- CL глиновита тла са ниском границом пластичности
- SM-ML врло прашинаст песак
- SL-CL врло глиновит песак
- GM-ML врло прашинаст шљунак
- GC-CL врло глиновит шљунак
- GM прашинаст шљунак

Према категоризацији PRA најчешће се јављају следећа тла:

- A⁴ глиновита или прашинаста тла са малим индексом пластичности (мало или нимало пластична прашинаста тла)
- A⁰ глиновита или прашинаста тла са мало већим индексом пластичности (врло пластичне глине)
- A²⁻⁴ прашинаст или глиновит песак
- A^{1-b} прашинаст или глиновит шљунак
- A^{1-a} прашинаст или глиновит шљунак

У погледу отпорности на дејство мрза тла су класифицирана према



СЛИКА 2
ОПИТ ЗБИЈАЊА ТЛА CL СА ДОДАТОМ ЦЕМЕНТА
ОДРЕЂИВАЊЕ ОПТИМАЛНЕ КОЛИЧИНЕ ВОДЕ ЗА РАЗ-
ЛИЧИТЕ ДОЗАЖЕ ЦЕМЕНТА
ГЛИНОВИТО ТЛЕ НИСКЕ ПЛАСТИЧНОСТИ (CL)
ЦЕМЕНТ: ПОРТАЛАНД
КОЛИЧИНА ЦЕМЕНТА: 0, 5, 10 %
ЗБИЈАЊЕ ПО AASHTO СТАНДАРДУ $E = 6 \text{ kg/cm}^2$

швајцарским прописима за путеве, норма 40 325, у следеће категорије:

Категорија а земљишта која нису от-
порна на дејство мрза

Категорија б земљишта мало опасна
на дејство мрза

Категорија с земљишта опасна на
дејство мрза

Категорија д земљишта врло опасна
на дејство мрза

Нађено је да тла која нису опасна на дејство мрза чине само 1% у одно-
су на сва испитана земљишта, тла ма-
ло опасна 30%, док опасна и врло
опасна тла на дејство мрза износе
70% од свих испитаних земљаних
материјала. Јасно је, да скоро сва ова
тла бубре за време дејства мрза, и
да се због тога путеви морају радити
са подлогом која ће моћи да се су-
простави штетном дејству мрза.

Према америчким прописима »High-
way Research Board« одређено је која
се тла могу стабилизovati са цемента-
том.

По овоме критеријуму, графички
приказаном на слици 1, врло шљун-
ковита тла се не могу стабилизovati
са цемента, јер се са зрнима круп-
нијим од 75 мм не постижу хомогене
мешавине; не могу се избећи кварови
на машинама, а поред тога ови мате-
ријали немају довољно ситних елемен-
ата који треба да испуне шупљине
између крупних зрна шљунка. На
левој страни дијаграма дата је гра-
нична линија за шљунковита тла.

Не дозвољава се употреба финозр-
ног земљаног материјала које има ви-
ше од 50% зрна пречника мањег од
0,074 мм, што је претстављено десном
граничном линијом.

О граничној линији за финозрна
тла много се дискутовало, јер су Ен-
глези и Белгијанци успешно стабили-
зовали и земљишта чије су грануло-
метриске криве излазиле ван појаса
одређеног граничном линијом за ову
врсту тла. Међутим, по америчким
прописима могу се стабилизovati це-
ментом само они земљани материјали
чија гранулометриска крива лежи у
појасу између граничне линије за
шљунковита и финозрна тла.

Поред иаведених услова које мора
да испуни у погледу гранулације, тле
треба да има индекс пластичности
(P_I) нижи од 18%, а границу течности
(L_L) мању од 40%.

На основу извршених испитивања
одређена је у процентима количина
земљишта за сваку од група по кла-
сификацији USCS, а могућност стаби-
лизовања наведених врста земљаних
материја изражена је у процентима од
укупног броја испитаних узорака, што
је приказано у овој табели:

Категорије по USCS	% у односу на сва испитана тла	% тла која се могу стабилизovati са цементом у односу на сва испитана тла
SM-ML врло прашинаст песак	15.1 %	13.1 %
SC-CL врло глиновит песак	10.3 %	9.1 %
GM-ML врло прашинаст шљунак	8.0 %	5.1 %
GC-CL врло глиновит шљунак	6.3 %	4.8 %
GM прашинаст шљунак	5.7 %	1.2 %
CL глиновита тла са ниском границом течности	27.2 %	1.1 %
15 других категорија	27.4 %	7.0 %
У к у п н о	100.0 %	41.4 %
Укупно главн. група	71.6 %	34.4 %

Види се да шест главних група сачињава 72.6% од целокупног земљишта у Швајцарској; да су најпогоднија за стабилизовање земљишта из прве четири групе, и да само 41.4% земљаних материјала у односу на све испитане узорке испуњава америчке критеријуме у погледу подобности за стабилизацију са цементом.

Интересантно је да се глиновита тла са ниском границом течности (CL), која сачињавају 27% од свих земљишта у Швајцарској, не сматрају подесним за стабилизовање по америчким условима, док их Енглези и Бел-

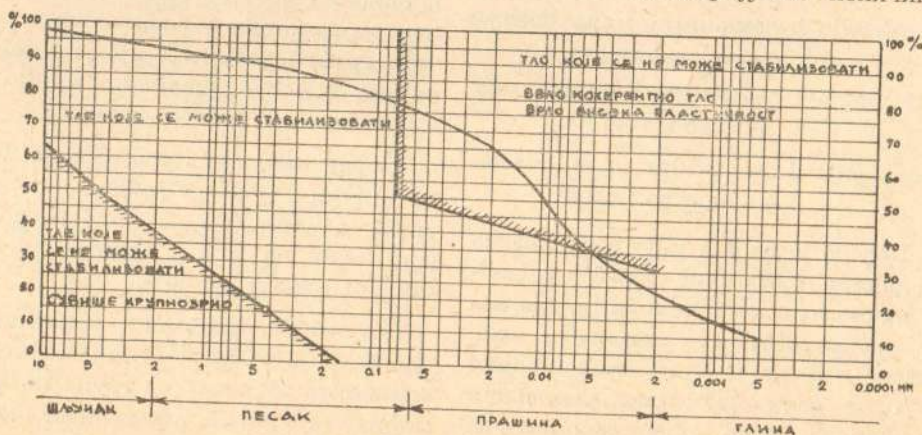
гијанци са успехом стабилизују. Зато је испитивању овога тла посвећена нарочита пажња, и према до сада добијеним подацима има изгледа да ће се постићи задовољавајући резултати при његовој стабилизацији са цементом. Уколико се и глиновита тла са ниском границом течности (CL) покажу погоднима за стабилизовање, у Швајцарској ће моћи да се стабилизује са цементом више од 60% свих заступљених врста земљаних материјала.

Резултати лабораториских испитивања стабилизованог тла цементом

Пошто је одређено којим групама припадају најраспрострањеније врсте земљишта, приступило се лабораториској изради и испитивању узорака по америчким стандардима.

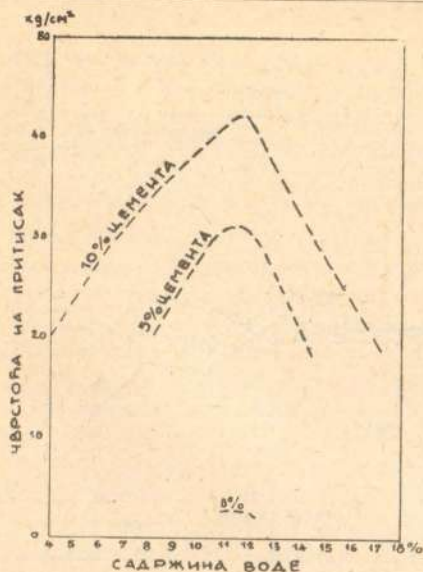
Ради одређивања потребне количине цемента и воде, које треба додати земљишту да би се постигла захтевана носивост стабилизованог тла, вршен је Прокторов опит и испитивања чврстоћа на притисак на следећи начин:

Претпоставимо да су усвојене три дозаже цемента. За сваку од ових дозажа урађена је серија узорака справљених са одговарајућом количином



СИКА 3

КАРАКТЕРИСТИКЕ ГЛИНОВИТОГ ТЛА НИСКЕ ГРАНИЦЕ ТЕЧНОСТИ - CL
 ГРАНИЦА ТЕЧНОСТИ $L_L = 35\%$ ГРАНИЦА ПЛАСТИЧНОСТИ $P_L = 19\%$
 ИНДЕКС ПЛАСТИЧНОСТИ $P_I = 16\%$



СЛ. 4 ПРОМЕНА ЧВРСТОЋЕ
 НА ПРИТИСАК У ЗАВИСНОСТИ ОД САДРЖАНЕ
 ВОДЕ И КОЛИЧИНЕ ЦЕМЕНТА ЗА ГЛИНОВИТО ТЛО
 НИСКЕ ГРАНИЦЕ ТЕЧНОСТИ - CL
 ПОРТАЛАНД ЦЕМЕНТ ЗБИЈАЊЕ ПО СТАНДАРДУ
 AASHO E - 6 kg/cm^2

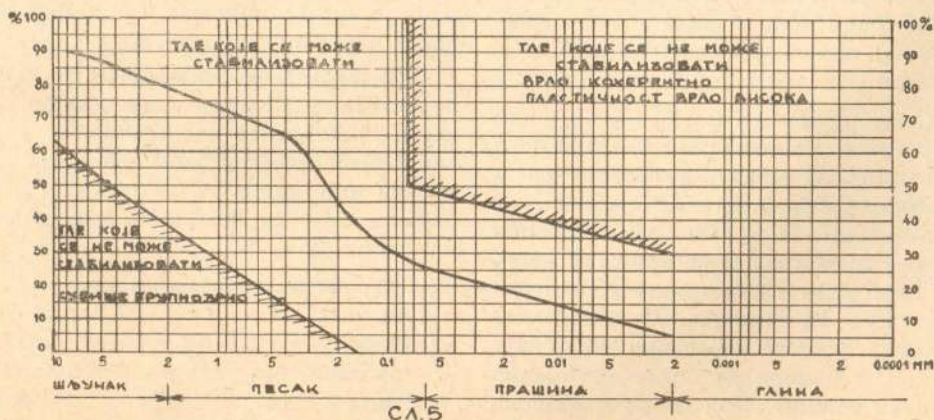
цемента, док је количина воде постепено повећавана. После одређивања запреминске тежине у сувом стању добија се једна Прокторова крива линија. Да би се нацртала ова линија потребно је за сваку количину цемента урадити 5—7 узорка. Узорци се негују 7 дана у просторији засиће-

ној влагом, а после им се испитује чврстоћа на притисак.

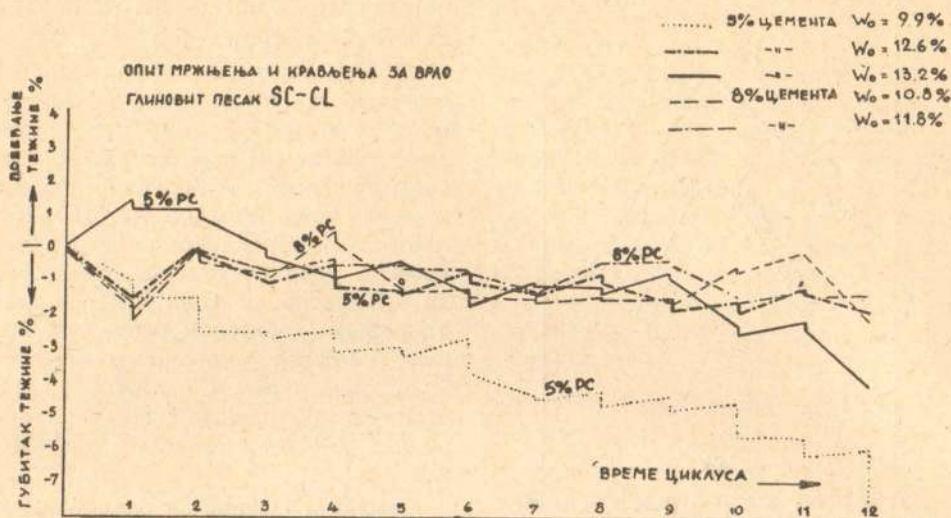
Према енглеским прописима чврстоћа на притисак после 7 дана треба да износи $17,5 \text{ kg/cm}^2$ при нормалним, а 30 kg/cm^2 при оштрим климатским условима за узорке збијене прописаном енергијом по AASHO стандардима за Прокторов опит. Да би се избегла већа отступања тачака које дају Прокторову линију, као и да би упоређење добијених резултата било што реалније, изради узорака за Прокторов опит и испитивању чврстоће на притисак поклања се велика пажња, и раде се према следећим условима:

земљани материјал за справљање узорака прво се суши на температури $30\text{--}40^\circ\text{C}$, затим иситни и просеје кроз сито од 5 мм. Мешавина земље и цемента измеша се у суво аутоматском мешалицом. Да би се добила маса равномерне влажности, вода се додаје у тренутку када је завршено мешање земље и цемента. Уграђивање узорака врши се помоћу аутоматске справе за збијање у просторији засићеној влагом, и мора се обавити у врло кратком времену да би се спречила хидратација цемента.

На слици 2 приказан је Прокторов опит за глиновито тле категорије CL



КАРКТЕРИСТИКЕ ВРЛО ГЛИНОВИТОГ ПЕСКА SC-CL
 ГРАНИЦА ТЕЧНОСТИ $L_c = 26\%$; ГРАНИЦА ПЛАСТИЧНОСТИ $P_c = 18\%$; ИНДЕКС ПЛАСТИЧНОСТИ $P_i = 8\%$



СЛ. 6

које има ниску границу течности. Рађено је са 0, 5 и 10% портланд цемента. Збијање је вршено према AASHTO стандарду енергијом од 6 kg/cm^2 . На основу овога опита одређена је оптимална количина воде за различите количине цемента. Види се да оптимална запреминска тежина врло мало варира ако се тлу дода 5 или 10% цемента.

Стандардни амерички прописи предвиђају и израду узорак са оптималним материјалом, коме је испитана постојаност на дејство мраза и влажења, ради чега се раде опити: мржњења и крављења као и влажења и сушења.

Опит мржњења и крављења ради се у циљу испитивања постојаности мешавине на мразу, а састоји се у хлађењу узорак на -23°C и раскрављивању на 21°C . Ово наизменично мржњење и крављење траје 48 часова, што чини један циклус. Потпуни опит има 12 циклуса. После сваког циклуса узорци се добро истрљају четком и измере да би се установио губитак тежине. Код добро извршене стабилизације тла цементом узорци не треба, после дванаестоструког мржњења и крављења, да изгубе ви-

ше од 7% од своје првобитне тежине у сувом стању. Толеранција је 10% за прашинаста, а 14% за песковита тла.

Код опита наизменичног влажења и сушења, који се ради да би се испитао утицај стврдњавања цемента, узорци се излажу дејству воде — потопе у воду у времењу од 5 часова — а затим се суше на 70°C у времењу од 43 часа. Овај процес понавља се 12 пута. Критеријум је исти као и за опит мржњење-крављење.

За обадва опита узорци се справљају на исти начин као и при испитивању чврстоће на притисак.

Геомеханичка лабораторија Универзитета у Лозани испитала је до краја 1959. године две врсте тла, и то глиновито тле са ниском границом течности које спада у групу CL и има особине које су графички приказане на слици 3:

— гранулометриски састав	
шљунак	7%
песак	17%
прашина	53%
глина	23%
— границу течности	35%
— границу пластичности	19%
— индекс пластичности	16%

Ова врста тла која је врло распрострањена у Швајцарској, испуњава америчке критеријуме у погледу пластичности, али не и у погледу грануларности, јер уместо да садрже највише 50% зрна мањих од 0.074 мм, она их имају 78%.

На слици 4 приказана је за ову врсту тла промена чврстоће на притисак после 7 дана, у зависности од садржине воде, за три различите дозаже цемента. Збијање узорака извршено је по стандарду AASHO са енергијом од 6 кг/см².

Из дијаграма се види да се максимална чврстоћа на притисак постиже при садржини воде нешто мало мањој од оптималне. Закључује се, да се овоме тлу стабилизацијом може повећати чврстоћа на притисак, јер се додатком цемента од 10% постиже 42 кг/см², а за тле без цемента само 2.5 кг/см².

Како су услови за израду стабилизованог тла много повољнији у лабораторији од извођења на градилишту, претпоставља се да ће при добром уграђивању постигнута чврстоћа на притисак износити 2/3 од лабораториске.

Количина цемента коначно се у сваја тек после добијања задовољавајућих резултата при испитивању чврстоће на притисак, дејство мраза и влажење.

На слици 5 приказан је гранулометрички састав врло глиновитог песка SC-CL који се састоји од:

шљунка	21%
песка	54%
прашине	20%
глине	5%

Граница течности 26%, индекс пластичности 8%.

Ово тле у потпуности одговара америчким критеријумима за стабилизацију и може се, према извршеним лабораториским испитивањима, стабилизovati са око 6% цемента при чему се чврстоћа на притисак повећа-

ва од 1 кг/см² (земљиште без додатка цемента) на 20 кг/см².

На слици 6 графички су приказани резултати опита мржњење-крављење за врло глиновит песак групе SC-CL, из којих се види да губитак тежине једног од узорака исправљеног са 5% цемента износи 6%, док за све узорке израђене са 8% цемента смањене тежине не прелази 2%. Узорци су рађени са 5 и 8% цемента.

На слици 7 дати су резултати испитивања влажења и сушења за исто тле са количином цемента од 5 и 8%. С обзиром на постигнуте чврстоће на притисак, отпорност на дејство мраза и влажење, може се прописати 8% цемента за стабилизовање врло глиновитих пескова који припадају групи SC-CL.

Како органске материје у већој количини од максимум 2% смањују отпорност мешавине земље-цемент, од њих зависи да ли ће неки земљани материјал моћи да се употреби за стабилизовање са цементом.

У погледу хемиских састојака некога тла сматра се да су најштетнији сулфати, јер разарају структуру земља-цемент услед кристалисања соли у порам.

Обаде врсте тла, CL и SC-CL, испитане су у погледу садржине органских материја и хемиских састојака, и нађено је да их наведена земљишта немају.

Извођење стабилизације тла цементом на градилишту

Како је установљено да се прилично велики проценат земљаних материјала у романском делу Швајцарске може да стабилизује са цементом, остаје да се проучи начин извођења ове врсте стабилизације на самоме градилишту.

Израда мршаваг бетона у мешалици и његово уграђивање у носећи слој коловозне конструкције на земљишту од лошег материјала, примењивана је већ неколико пута у Швајцарској.

Насупрот томе, метода „мешања на месту” није до сада извођена на пробним деоницама без извесних недостатака.

Пошто Швајцарска за сада не располаже једнопрелазним машинама типа „Howard”, стабилизација тла цементом по начину „мешања на месту” обављала се на пробним деоницама на следећи начин: после завршног планирања постељице грејдерима се раскопа тле и отстране зрна већа од 75 мм. Затим се земљиште иситни пулвимицером, тако да најкрупније зрно буде 25 мм и да 80% ових зрна пролази кроз сито од 5 мм, изузев зрна шљунка. Када се постигне овај услов у погледу уситњености и одговарајуће садржине воде у земљаном материјалу, приступа се разастирању цемента механичким или ручним путем.

Пулвимицер прелази преко стабилизације све док се не добије хомогена мешавина земље и цемента, што је и главна предност методе са више прелаза над методом са једним прелазом. Поред тога при раду са пулвимицером све операције могу да се обаве уобичајеним машинама којима располажу градилишта: грејдерима, камионима, ваљцима и прскалицама, само је за ситњење и мешање земље са цементом потребан пулвимицер.

Најважније је припремити тле пре него што се приступи разастирању цемента, то јест тако уситнити материјал и подесити садржину воде, да се са одговарајућом количином цемента постигне тражени квалитет у погледу носивости као и отпорности тла на дејство мраза и воде.

Велики успеси који су у Америци и Енглеској постигнути са стабилизацијом тла цементом, као и досадашња испитивања у Швајцарској, указују да ће и у овој земљи ускоро почети са применом овога начина стабилизације.

ЗАКЉУЧАК

Широко поље примене и нагли развој стабилизације тла цементом, као подлоге за путеве, у периоду после 1945. године може се објаснити многим предностима које пружа овај начин рада, од којих су најбитније:

— могућност коришћења локалних материјала, а у пределима сиромашним каменом, знатно смањује трошкове транспорта, то јест појевтињава се грађење пута,

— искључујући мршаве бетоне овај начин стабилизације не захтева употребу шљунка и песка, тако да остају веће резерве ових материјала за радове код којих се они не могу заменити другима,

— трошкови грађења некога пута са подлогом од тла стабилизованог цементом знатно су нижи у односу на израду подлоге по класичним методама,

— механичка средства за извођење су једноставна, било да употребљавају једнопролазне машине или машине са више прелаза уз које мора да раде и друге машине којима располаже скоро свако градилиште,

Основне карактеристике тла стабилизованог цементом:

— успешно се примењује као подлога за путеве и то у слојевима дебљине до 15 цм.

— најпогоднија су за стабилизовање са цементом песковита, прашинаста или глиновита тла ниске пластичности,

— у Швајцарској је испитивањима утврђено да се глиновита тла са ниском границом пластичности (CL) могу успешно стабилизovati са 10%, док је за врло глиновит песак (SC-CL) потребно 8% цемента,

— не могу се стабилизovati земљишта која садрже већи проценат

органиских материја, сулфата или креча,

— за успешно извођење стабилизације потребно је спровести обимна претходна лабораториска испитивања, а у току грађења наставити са сталном контролом квалитета извршених

радова, која се састоји у испитивању свих фактора који утичу на исход стабилизације. Осим тога треба вршити и стална осматрања стабилизованих потеза што пружа драгоцене податке и обогађује стечена и искуства.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ing. D. Bonnard: „Les sols stabilisables au ciment en Suisse romande” — La route et la circulation routière, март 1960 године.
2. D. J. Maclean: „Садашње стање стабилизације тла цементом приликом грађења путева у Енглеској” Strasse und Autobahn, март 1957 година.
3. Инж. Б. Ристић: „Прва искуства са стабилизацијом тла цементом у нашој земљи” — Изградња број 3. од 1953.
4. Инж. Шутић и инж. Холуб: „Примена цементом стабилизоване подлоге на грађењу пута Нови Сад — Футог, Пут и саобраћај од 1958 године.
5. Инж. Обрадовић: „Модернизација пута Нови Сад — Бачка Паланка” — Пут и саобраћај од 1958 год.
6. Инж. Кићевац: „Искуства са израде опитне деонице Каћ — Будисава цементом стабилизоване подлоге” — Пут и саобраћај из 1959 године.

»СЛОВЕНИЈА ЦЕСТЕ«

ЉУБЉАНА



Титова цеста 44 ● Текући рачун НБ Љубљана 600-11/1-533 ●
Телефон 30-817, п. ф. 240

Извршава грађевинске радове ниских високих и водних објеката.

Преузима веће асфалтне радове у асфалт-бетону, ливеном асфалту (обојени ливени асфалт), пенетрацији, мешаном асфалт ма-кадаму и површинским обрадама.

Властити пројектантски биро.

Из свог новог, технички модерно уређеног каменолома у Пресерју код Боровнице, добавља агрегате из чистог кречњака.

У властитој механичкој радионици сериски израђује патентне чекићне млинове, вибрациона сита, вентилацијске уређаје за каменоломе и разне делове за тешке цестно-грађевинске стројеve.

Предузеће има модерну механизацију и властита транспортна средства.

Повољни услови, солидност и квалитет зајамчени гаранцијом.

„ЈАСТРЕБАЦ”

ГРАЂЕВИНСКО ПРЕДУЗЕЋЕ ЗА
НИСКО И ВИСОКО ГРАДЊУ

КРУШЕВАЦ

Телефони: директор и секретаријат	20-417
главни инжењер и техн. одсек	20-070
рачуноводство и комерцијално	20-249
ремонтни погон	20-127

Текући рачун код К. Б. Крушевац бр. 115-70-1-224

Изводи све врсте радова високо
и нискоградње.

Располаже са високо квалитетним
инжењерско-техничким кадром у
довољном броју, као и најсавре-
менијом механизацијом.

Радове изводи солидно и на време
на целој територији ФНРЈ.



ГРАЂЕВИНСКО ПРЕДУЗЕЋЕ »ПАРТИЗАНСКИ ПУТ«

БЕОГРАД — Таковска бр. 6

Телефони: директор 22-014, технички директор 26-258, главни инжењер 25-532, финансијски директор 27-852, секретар 27-998, Комерцијална служба 26-470. Централа: 25-069, 25-118, 28-231, 28-232, 28-233. Поштански фах — 615. Текући рачун код Народне банке: 1032-Т-744

ПРОЈЕКТУЈЕ:

све врсте објеката из области нискоградње и високоградње. Располаже својим бироом за горња пројектовања.

ИЗВОДИ:

све врсте радова из области нискоградње и високоградње на најсавременији начин. Располаже свим потребним савременим машинама за ове врсте радова. Радове изводи и на територији других република.

РАСПОЛАЖЕ:

а) својом лабораторијом за испитивање материјала при извођењу асфалтних и бетонских радова, за стабилизацију тла, као и за сва геомеханичка испитивања земљишта, те су услед тога сви изведени радови гарантовано квалитетни;

б) својим каменоломима за производњу гранитне коцке ивичњака, степеница и камених плоча разних димензија. Поред тога производи ломљен камен за зидање и градње путева, као и туцаник и све врсте камене ситнежи. У свом великом дробиличном постројењу прерађује специјалну врсту андезита у камени агрегат за битуменске и бетонске коловозе;

в) својим возним и машинским парком, као и савременим сталним и покретним механичким радионицама.