

ПУТ И САОБРАЋАЈ

УЛАЗИТА



САВЕТОВАЊЕ О ИСКУСТВИМА С
ГРАЂЕЊА АУТОПУТА И ДРУГИХ
ВАЖНИЈИХ ПУТЕВА У СР СРБИЈЕ

СРБИЈАТРАНСПОРТ-БЕОГРАД

УЛИЦА „14 ДЕЦЕМБРА“ БР. 84

Телефони:

Директор 44-826

Секретар 47-149

Рачуноводство 47-150

има у свом саставу и следеће службе и објекте:

1. АУТОБУСКЕ СТАНИЦЕ ЗА ПРЕВОЗ ПУТНИКА У МЕЂУГРАДСКОМ САОБРАЋАЈУ

Београд — улица Железничка број 4, телефон 21-304

Ниш улица „12 фебруара“ број 11, телефон 39-88.

2. ТРАНСПОРТНЕ БИРОЕ ЗА ОРГАНИЗАЦИЈУ ПРЕВОЗА РОВЕ КАМИОНИМА

Београд ул. Гаврила Принципа 58, телефон 25-904 и 29-222

Загреб — ул. Гајева бр. 59, телефон 37-504.

Ријека — ул. Долац бр. 13, телефон 23-645.

Нови Сад — ул. Јована Суботића бр. 23, телефон 52-015.

Лозница — Фабрика „Вискоза“ II улаз, телефон 82-010-18/206

Краљево, Трг октобарских жртава бр. 30, телефон 672.

Крагујевац — ул. ЈНА бр. 14, телефон 20-54.

Ниш — ул. „12 фебруара“ бр. 21, телефон 31-70.

Крушевац — ул. Цара Лазара бр. 3, телефон 20-509.

Смедерево — просторије АУТОМОТО друштва, телефон 88-119.

Шабац — ул. Партизанска бр. 28, телефон 20-53.

3. СЛУЖБУ ЗА СНАБДЕВАЊЕ ПРЕДУЗЕЋА основним средствима, аутоматеријалом и гумама са седиштем у Београду — ул. Гаврила Принципа бр. 60, телефон 29-727.

Путници и корисници превозних услуга нај-
економичније ће те обавити све врсте превоза
возилима аутотранспортних предузећа • Обра-
ћајте се за превозне услуге аутотранспортним
предузећима чија се седишта налазе у свим
већим местима на територији србије.

САДРЖАЈ

Увод

- Инж. Јован Шутић** — Политика грађења путева
- Инж. Љубомир Филиповић** — Научно истраживачки рад и унапређење у области путева
- Инж. Здравко Јоксић** — О научно истраживачком раду у области путоградње
- Инж. Драгољуб Ивановић** — Предходне студије и истраживања
— Реалност предрачунских сума датих појектом
- Техн. Живка Савић** — Ревизија пројеката путева у СР Србији задњих неколико година
- Инж. Борислав Пејаков** — Осврт на извршени део аутопута кроз Багрдански теснац
- Инж. Предраг Брауновић** — Место и функција доње подлоге у коловозној конструкцији
- Инж. Милан Миливојевић** — Лабораторијска испитивања шљунковитих песковитих материјала обавијених битуменом по топлом поступку
- Инж. Светлана Стојадиновић** — Димензионирање коловозних конструкција у односу на карактеристике материјала у постелици, саобраћајно оптерећење, примена материјала за њену израду
— Праћење понашања изграђених путева у експлоатацији у циљу провере теоретских поставки и примењених метода рада и стицање искустава потребних за грађење нових путева
- Инж. Здравко Јоксић** — Геомеханичке карактеристике материјала коришћених за израду доњег строја аутопута кроз СР Србију
— Расматрања неких узрока оштећења коловозних конструкција на путевима у Србији
- Инж. Милан Маршићевић** — Нека искуства при модернизацији путева на ужем подручју СР Србије са конкретним примерима
- Инж. Бранислав Ђириловић** — Проблем оспособљавања подтла и извршавања усека на деоници С. Раља—Водањ
- Инж. Петар Митровић** — Израда грубог асфалт бетона на ауто-путу 1963. године
- Инж. Радован Радоман** — Неки проблеми при грађењу аутопута код Владичиног Хана
- Инж. Петар Митровић** — Израда потпорних зидова у Грделичкој клисури

Инж. Здравко Јоксић — Израда завршног слоја — постељица у насипима и усецима на аутопуту кроз СР Србију и неке напомене

— Машине за збијање материјала, њихови учинци и погодност за збијање одређених врста материјала при изради путева

Инж. Слободан Ивковић — Обим и врсте контролних геомеханичких испитивања извршених на грађењу аутопута кроз СР Србију

— Технички услови (критеријум) за оцену квалитета радова

— Израда клинова поред објеката

— Израда туцаничке подлоге

Грађ. техничар Миливоје Васиљевић — О досадашњој улози и задацима надзорне службе

Техн. Живка Савић — Опрема путева у СР Србији

ПУТ И САОБРАЋАЈ

ЧАСОПИС ДРУШТВА ЗА ПУТЕВЕ СРБИЈЕ

Год. X Бр. 2 — 3

ФЕБРУАР — МАРТ

Београд 1964. г.

Оцењујући велики значај који је пре свега имало грађење Ауто-пута а затим и других важнијих путева у СР Србији за стицање искустава за будуће грађење путева у нашој Републици, Управа Друштва за путеве одлучила је да се **22 и 23** марта у Београду у сали „Партизанског пута“, Таковска 6 у 8.30 часова одржи Саветовање о искуствима са грађења Ауто-пута и других важнијих путева у СР Србији.

За ово Саветовање Одбор одређен од Управе Друштва разрадио је теме које су груписане у неколико главних група а које треба да подсети учеснике Саветовања на многобројне проблеме из готово свих области везаних за грађење путева.

Теме односно групе тема су следеће:

А Политика грађење путева

— требало би изнети карактеристике досадашње политике грађења путева и утицај такве политике на досадашње грађење путева;

Б. Научно-истраживачки рад и остали облици рада на унапређењу пројектовања и грађења путева

— Треба изнети досадашњи развојни пут научно-истраживачког у овој делатности карактеристике тог развојног пута и утицај научно-истраживачког рада на савремено пројектовање и грађење путева.

Примена достигнућа нашег и страног научно-истраживачког рада на решавању проблема пројектовања и грађења путева;

— Смернице за организацију и примену достигнућа нашег научно-истраживачког рада у области путева;

— Рад на унапређењу производње при пројектантским и извођачким предузећима.

Б Пројектовање путева

— Принципи пројектовања примењени на Ауто-путу и осталим важнијим путевима;

— Примери добрих и лоших пројектних решења са потребним анализама;

— Прописи и упутства за пројектовање (карактеристике досадашњих прописа и њихов утицај на пројектовање и грађење, типски објекти, зидови и остале вештачке грађевине). Потребне обезбеђења политике грађења одговарајућим прописима и упутствима за пројектовање;

— Инвестициона техничка документација (пројектни задатак и фаза разраде при пројектовању путева; време потребно за израду пројектата).

— Претходне студије и истраживање

(Примери недовољних или неадекватних претходних студија и истраживања и њихов утицај на пројекат и грађење, или обрнуто; начин програмирања и извршења претходних студија и истраживања; саобраћајне студије, хидролошка инжењерско геолошка, геомеханичка истраживања);

— Усвајање пројеката — комисија за ревизију;

— Тешкоће у раду при пројектовању;

— Измена пројекта у току грађења;

(добри и лоши примери; ко је вршио измене: пројектант, извођач, инвеститор; реперкусије измена на стабилност пута или коштање грађења);

— Утицај пројекта на коштање грађења

(Тешкоће грађења изазване пројектом; утицај неадекватне примене елемената трасе и уздужног профила, утицај изабране коловозне конструкције на коштање грађења).

— Унапређење пројектних организација;

(Комплексно решавање проблема, потреба за савременом опремом пројектних организација за радове на снимању терена, обележавању и рачунским операцијама, просторне анализе обликовања трасе);

— Реалност предрачунских сума — коштања пута датих пројектом.

(Потреба да се уз пројекат прилаже и технолошки процес извршења радова);

— Избор и димензионирање коловозне конструкције

(Примери, искуства, упоређење и праћење понашања пројектованих и изграђених коловозних конструкција. Теоретски и практични радови на методама димензионирања коловоз. конструкција код нас.

Г. Грађење

— Уступање посла и погодбени е-лаборат

(лицитација, директна погодба „инжиниринг” и др.);

Д Припремни радови

(карактеристике досадашњих припремних радова; удео припремних радова у укупном коштању; могућност израде сталних објеката који би се доцније користили као опрема пута — мотели — серв. станице — радионице и сл.);

— Проблеми у вези извођења земљаних радова

(Степен механизовања ових радова, континуитет ових и осталих радова, време ефективног коришћења механизације за ове радове, особити осврт на косине и ручеве, насипи на мало носивом тлу, слегање насипа);

— Проблеми у вези радова осигурања

(Осигурање косине насипа и усека, осигурање од водених токова, лоши и добри примери примењених решења);

— Проблеми у вези извођења објеката

(мостови, вијадукти, тунели, изабрани статички системи, методе грађења префабриковани елементи и монтажно грађење. Веза објекта и насипа).

— Материјали и механизација за извршење земљаних радова

(Сабијање, транспорт, откоп. Утицај атмосферских прилика на извршење ових радова. Могућности продужења сезоне за успешно обављање ових радова.

— Проблеми у вези израде постељице

(Стабитизоване или побољшане постељице сабијање постељице.Захте-

ви у погледу остварења квалитета израде постелице);

— Проблеми у вези израде тампонског слоја односно доње подлоге од различитих материјала различитим поступцима;

— Проблеми у вези израде горње подлоге

(Избор материјала и поступак грађења — битум, шљунак, стабилизовање подлоге, засути макадам итд.);

— Проблеми у вези израде застора (флексибилних и крутих цемент-бетонских);

— Примене локалних материјала за израду коловозних конструкција (карактеристике примењених локалних материјала и метода грађења. Економски ефекат примене локалних материјала. Примери. Искуства);

— Проблеми у вези организације извођења радова;

— Индустријска производња грађевинских материјала

(Налазишта, капацитети индустрије за производњу грађ. материјала);

— Опрема Ауто-пута и осталих важнијих путева

(стајалишта, паркинг простори, мотели, пумпе и сервисне станице и остало);

— Проблеми надзора и контроле квалитета извршених радова

(Надзор инвеститора. Стандарди и остали захтеви у погледу квалитета материјала и уграђених конструкција. Брига за квалитетом извођача).

Ђ Модернизација путева

(Технички и економски проблеми у вези модернизације путева. Досадашња искуства. Примери).

Е Одржавање путева

(Технички и економски проблеми у вези одржавања савремених и тучаничких путева).

Одбор је достављајући теме свим предузећима и установама као и другим заинтересованим за изградњу путева у нашој Републици умолио их да узму што већег учешћа у писању реферата који ће бити база дискусије на Саветовању.

До предвиђеног рока прispело је укупно 26 реферата који су сви објављени у овом броју часописа.

Морамо међутим констатовати да велики број предузећа која су учествовала у грађењу Ауто-пута није се одазвао овом нашем позиву. Нажалост, нисмо добили ни један реферат од предузећа „Планум“, „Партизански пут“, „Аутопут“, „Траса“, „Косовопроект“ и других.

Надамо се ипак да ће другови из поменутих предузећа на Саветовању својом дискусијом допринети стицању оних драгоцених искустава којима је ово Саветовање и посвећено.

Политика грађења путева

Да би се утврдиле најопштије смернице политике грађења путева, мора се поћи од опште улоге и економских функција саобраћаја у целини у развоју привреде земље, и у склопу јединствене народне привреде и свих видова саобраћаја, дефинисати начела политике грађења путева.

Јединствено третирање саобраћаја потребно је из разлога што свака врста саобраћаја има своје посебне техничке, експлоатационе и економске особености. У правилној расподели и садејству свих видова саобраћаја лежи суштина саобраћајне економије, чији је основни циљ да привреду оптерети што је могуће мањим транспортним трошковима. Поред ове чисто економске функције, саобраћај има и ширу улогу подмирења социјалних, културних и других потреба становништва. Ова друга улога често се екстремно оцењује тј. подцењује или прецењује.

Као што је неправилно изоловано посматрати улогу и економске функције појединих видова саобраћаја тако исто је неправилно проблеме саобраћаја посматрати са уског становишта једне привредне гране или једне области. Зато се начела политике грађења путева морају темељити са једне стране на јединственом посматрању саобраћаја а са друге стране на јединственом посматрању привреде и њеног даљег перспективног развоја.

Због својих техничких и експлоатационих специфичности друмски саобраћај који захтева изградњу путева најбоље одговара извршењу саобраћајних задатака индустрије и пољопривреде тј. двеју основних производних делатности намењених широкој потрошњи, па тиме и подизању стандарда. Како производи ових делатности дају највише робе за тржиште може се рећи да је развој трговине непосредно условљен нивоом развитка друмског саобраћаја односно изграђеношћу путева.

Није зато случајно да је у целом свету развој индустрије условио изградњу путева, као што је у своје време развој сировинских база условио развој железница.

Ова зависност индустрије од изграђености путева у таквом је корелативном односу да се степен развоја индустрије и друштвеног стандарда може процењивати из развијености путева и обрнуто.

У више махова, генерално, код нас је констатовано да постоји раскорак између развоја привреде у целини а посебно индустрије и пољопривреде и изградње путева и да овај раскорак све више расте тако да постаје кочница даљем развоју привреде.

Чињени су покушаји да се ово питање размотри и са економског гледишта утврђивањем штете коју привреда трпи због оваквог стања. Чињеница је међутим да у овим анали-

зама нису изнађени такви показатељи који би у овако сложеној проблематици привреде и њеног развоја у целини и саобраћаја као њене битне компоненте одредили место и улогу изградње путева. Ове анализе имале су углавном за циљ да докажу економску оправданост инвестиција за изградњу путева на бази смањења трошкова експлоатације.

Можда баш из разлога што нису вршене одговарајуће најшире научне студије ових проблема, недостајале су сигурно чињенице на бази којих би се изградила политика грађења путева у одређеном временском периоду. Зато је општа карактеристика досадашње политике грађења путева најпре њена недовољна дефинисаност која је доводила до честих промена гледишта по основним питањима технике, економике и финансирања изградње путева као и организације путне службе.

Ово је имало за последицу врло неравномерна готово скоковита улагања у изградњу путева, честе промене започете изградње појединих путних праваца као и неадекватно саобраћајно и техничко димензионирање путева који су се градили. Мора се међутим подвући да је изградња аутопута била изван неких од ових утицаја нарочито што се тиче равномерности улагања за његову изградњу, па је то и утицало да се је овај огроман објекат извршавао у предвиђеним роковима. Посебно је питање оптималне брзине односно динамике грађења путева јер се код вештачки наметнуте брзине извођења неких радова на аутопуту ово лоше одражавало на квалитет. У извесним случајевима тако звано „етапно грађење” може дати боље економске и техничке резултате. Мада је оно предмет солидне претходне анализе до његове примене није долазило баш због недовољне сигурности континуитета улагања код изградње путева.

Од мноштва чињеница које утичу на одређивање политике изградње путева — готово као полазну тачку — видимо одређивање саобраћајних потреба или потражње у друмском саобраћају да би се планом изградње путева тј. понудом, задовољила утврђена саобраћајна потреба. Како је у почетку наглашена уска повезаност привреде и саобраћаја то у плановима привредног развитка за одређени период морају ући и планови изградње путева. Иако се закону понуде и потражње даје значајна вредност економског покретача, с обзиром на далекосежан значај путева у развоју друштвених социјалистичких односа код нас, друштвено се мора оценити деловање ових и економских фактора. Са друге стране код ове оцене мора се имати у виду и остварени степен развоја привреде јер тежина деловања овог фактора није иста у привредно високо развијеним и неразвијеним областима.

Општа политичка начела развоја наше друштвене заједнице као јединствене целине морају овде бити заступљена.

Преглед изграђености путева по појединим нашим областима по било којим показатељима указује међутим на врло неравномеран досадашњи развој. Далеко смо од тога да овим препоручујемо неко „уравнавање” и то најмање са становишта начела политике изградње путева, али сматрамо да правилна оцена овог питања мора ући у начела политике изградње путева.

Следећа скупина питања која је уско повезана са политиком изградње путева и која се мора у склопу ње решавати односи се на питање структуре цена услуга друмског саобраћаја. Жеља за економским ценама транспортних услуга је оправдана, али она бар за сада не може пут ставити у положај основног средства производње аналогно робној производњи.

Пре свега, због релативно малог саобраћаја а затим због јавног карактера коришћења пута за обављање саобраћаја свим возним средствима.

Прва чињеница упућује на немогућност стварања средстава за проширену репродукцију тј. инвестиције у изградњу нових путева, а друга указује на многобројност корисника. Међутим начело да корисници путева морају бити економски заинтересовани за стање путева и да на неки начин учествују и у инвестирању изградње путева, мора ући у принципе политике изградње путева.

Не упуштајући се на овом месту у методологију економских, техничких и осталих студија и анализа која ће нас довести до чврсте дуготрајније политике грађења путева, износимо нека од најактуелнијих питања која се на бази утврђене политике грађења путева морају решити:

— Оправданост примене модернизације постојећих путева са нужном реконструкцијом као мере за побољшање лошег стања путева у нашој Републици. Критеријуми и техничка документација за доказ ове оправданости.

— Карактер односа транзитног и локалног саобраћаја те сврсисходно уклапање локалних путева у транзитне.

— Однос пута према насељима. Пролаз кроз насеље или обилазак насеља.

— Утицај рачунске брзине на коштање грађења и експлоатације у зависности од величине саобраћаја и карактера терена. Критеријуми за избор рачунске брзине.

— Регионална подела територије с обзиром на климатске, хидролошке, геолошке и остале услове који утичу на коштање грађења и одржавања путева.

— Начела за димензионирање коловозне конструкције.

— Технички прописи упутства и нормативи који треба да обезбеде савремено пројектовање и грађење путева.

Знатан број ових питања разматраће се на овом Саветовању са аспекта досадашњих искустава на грађењу Ауто-пута. Закључци овог Саветовања треба зато да послуже као драгоцену основу за дефинисање политике грађења путева.

Инж. Љубомир ФИЛИПОВИЋ

Научно истраживачки рад и унапређење у области путева

Увод

Научно истраживачки рад у области грађевинарства а посебно из области путева код нас је почео да се развија тек после ослобођења. Обнова саобраћајница и изградња нових није се могла ни замислити без нових техничких сазнања, економичнијих решења и оспособљавања сопствених кадрова у техничким областима где су раније једино страни експерти радили. С једне стране обим и темпо изградње, а с друге новонастали саобраћајни услови нарочито у погледу интензитета, врсте и брзине кретања учинили су да је постојећа организација како на пројектовању тако и на грађењу постала неадекватна захтевима нашег привредног развоја. Требало је значи почети из основа и што пре доћи до савремених знања и сопствених искустава. На тој линији су почели са радом новоформирани институти, заводи, саобраћајни одсеци и катедре на факултетима. Развој научно истраживачког рада из области путева имао је карактер истраживања нових путних конструкција, нових технолошких процеса, освајања нових савремених метода грађења и новог путно-грађевинског материјала. Зависно од улагања обим

рада је био променљив и несразмеран у односу на потребе. Савремени путеви су врло скупи објекти а проблематика решавања веома сложена. Техника грађења путева садржи елементе који се тешко или никако не могу обухватити искључиво класичним математичким методама решавања. Моторна возила се не крећу по унапред прорачунатим идеалним линијама, а путно грађевински материјали обзиром на своју нехомогеност и зависност од локалних услова представљају управо ону посебну специфичну потребу обимнијег, систематског и контуираног истраживања. Управо је ово један од битних разлога што до сада неки основни проблеми из области основних концепција пројектовања, грађења, реконструкције и одржавања путева нису решени. Ова проблематика захтева обимна и систематска истраживања како у техничком, тако и у економском и саобраћајном погледу. У већини страних земаља истраживања из ове области толико су се развила да су заузела једно од првих места у општем плану истраживања у склопу грађевинарства.

Подвлачећи чињеницу да се ради о области у коју се улажу велика фи-

нансијска средства у односу на национални доходак у свету се данас интензивно спроводи научно-истраживачки рад из области путева. Обим истраживања у свим напредним земљама из године у годину расте. У европским земљама проценат улагања за истраживачки рад на путевима креће се од 1,1 до 1% од вредности укупно уложених инвестиција за грађење, док је у САД овај проценат износио и преко 3%.

Наше досадашње искуство из домена научно-истраживачког рада на путевима указује пре свега да у данашњој фази развоја наше привреде с једне и нивоа путне технике код нас с друге стране, истраживачки рад у области путева представља пре свега економску нужност и друштвену потребу која мора уживати одговарајућу потпору друштвене заједнице у смислу поклањања довољно разумевања по питању финансирања односно значаја који се овом проблему указује. Код сагледавања овог проблема треба имати у виду:

а) да су путеве врло важна грана привреде у коју се годишње само за територију СР Србије инвестира 18 милијарди динара (од 1957. до закључно 1963. године на територији СР Србије за грађење и одржавање путева I и II реда улагано је просечно годишње око 14,5 милијарди, а за путеве III и IV реда око 3,5 милијарди годишње;

б) да је путарство код нас у односу на индустрију и ниво савременог путарства у свету заостало и у релативном и апсолутном мерилу.

Даља анализа наших искустава је показала да је увођење нових савремених метода пројектовања и грађења, а нарочито примена нових путно-грађевинских материјала могућа само уз активно непосредно учешће пројектантских, извођачких и организација за производњу материјала.

Процес изградње савремених путева сваким даном постаје све сложенији. Није више могуће да поједини учесници у процесу грађења извршавају свој део задатка без уске сарадње са осталима, задатак постаје заједнички са нужношћу повезивања од студија и истраживања преко пројектовања и грађења до укључујући експлоатацију и одржавање пута. Сав овај рад повезује се у један заједнички процес који се мора заједнички решавати. Са овог аспекта мора се данас гледати и поставити научно-истраживачки рад из области путева.

Није више у питању само истраживачки рад који око себе окупља научно-истраживачке кадрове у оквиру појединих института већ се ради о таквој организацији научно-истраживачког рада која, поред својих истраживачких кадрова, треба да ангажује и све остале истраживачке кадрове сродних техничких области и да сав овај рад повеже са пројектантским, извођачким и производним организацијама. Само овакав рад и сарадња може да омогући пре свега правилно сагледавање и постављање програма рада, решење постављених задатака и њихову практичну примену. Илустрације ради може се навести низ примера из којих прозилази да су понекад обрађиване теме које нису нашле практичну примену или пак да су многа техничка решења остала својина појединих института и појединаца. Резимирано питање научно-истраживачког рада из области путева пре свега треба схватити као економски нужан и решавати га кроз такве организационе форме које ће омогућити и обезбедити континуирана и комплетна решења.

2. Организација научно-истраживачког рада на путевима у неким сраним земљама.

САД

У САД научно-истраживачка делатност из области путева спроводи се преко савезних и федералних органа државне управе, универзитета и института. У ову широко разгранату мрежу укључена су и пословна удружења произвођача путнограђевинског материјала, путне опреме и механизације.

На челу научно-истраживачке делатности налази се Highway Research Board (Комитет за научно истраживачки рад из области путева) који је у склопу Nacional Research Council (Национални савет за истраживања). Основна функција овог комитета је да организује и руководи програмирањем научно-истраживачког рада, да даје на обраду научне теме, објављује радове кроз редовне и периодичне публикације, и организује годишња саветовања. Други по реду савезни орган из области истраживања путева је Bureau of Public Roads (Савезна управа за путеве). Основна функција ове управе која у своме саставу има велику путну лабораторију је поред научно истраживачког рада и рад на спровођењу у живот резултата истраживања и унапређења технике грађења. Ради тога овај орган има у скоро свим федералним државама своја одељења са основним задатком на унапређење технике грађења. Овај орган поред тога врши надзор по питању коришћења средстава из савезног буџета, техничку контролу квалитета грађења савезних путева и врши планирање инвестиција.

У оквиру сваке федералне државе постоји управа за путеве која у своме саставу има одељење за научно-истраживачки рад. Ова одељења координирају рад са савезним органом AASHO (American Association of State Highway Officials) представља једну организацију која би се могла

назвати Заједница путних организација. Обухвата све управе за путеве појединих федералних држава и Савезну управу за путеве. Ова организација издаје савезне прописе и стандарде из области пројектовања, грађења, одржавања, лабораторијских поступака и из области увођења нових научних тековина. Посебно се бави организацијом и израдом опитних деоница, обрађује и публикује резултате научно-истраживачке делатности. Недавно је ова организација завршила рад на опитним деоницама, које су по своме обиму јединствене у свету. Коштање ових пробних деоница износило је 22 милиона долара.

Напред наведене организације у заједници са великим бројем факултета и института су носиоци научно-истраживачке делатности у САД. Поред изнетог треба напоменути и пословна удружења произвођача путнограђевинског материјала која поред својих погонских лабораторија имају и студијска одељења са чисто научно-истраживачким карактером која у неким случајевима представљају по обиму и карактеру велике научно-истраживачке центре, пример: Институт за цесте, Институт за асфалт, Институт за катранске производе и тако даље.

СССР

У Совјетском Савезу се научно-истраживачком раду у путарству (грађење, реконструкција, модернизација, одржавање и експлоатација аутомобилских путева) придаје посебан значај. Модерно путарство у Совјетском Савезу користи у пуној мери достигнућа основних грана науке и технике као и посебних научних дисциплина које су развијене на основу захтева путарства: физичко-хемијске механике, реологије, механике коловоза.

У путарству СССР практични проблеми тесно су повезани са научно-истраживачким радом. Највећи број испитивања у путарству има и производни и научно-истраживачки значај.

Развој и усмеравање научно-истраживачког рада у путарству спроводи се централизовано од стране Министарства транспортног грађевинарства СССР. Научно истраживачки рад се одвија преко разгранате мреже институција (разних института и путних лабораторија), али главно место заузима СОЈУЗДОРНИИ (Државни свесавезни путни научно-истраживачки институт) који поред централе у Москви и Лењинграду има више филијала у разним крајевима СССР-а. У њему је концентрисан велики број стручњака разних специјалности, који раде за потребе путарства СССР. Ту се развијају нове методе грађења, освајају нови путно грађевински материјали нови технолошки поступци, њихова производња и уграђивање, нове методе и апаратуре за путна испитивања. Сојуздорнии издаје велики број информација, препорука, упутстава, инструкција, а припрема и званичне прописе, правила и техничке услове из области путног грађевинарства. Врши разна испитивања на постојећим путевима у изградњи као и претходна студијска испитивања терена, изводи разне опите и пробе на путевима и опитним деоницама. Сојуздорнии врши испитивања и студије за поједине саобраћајне правце и даје путно-економске подлоге за планирање изградње путева. Даље развија и усавршава путно грађевинарску механизацију, затим организује разна саветовања, семинаре и договоре.

Осим Сојуздорнии-а као званичног централног органа за научна истраживања у путарству СССР видну улогу играју и многи путни институти и лабораторије република и дру-

гих територијалних јединица, затим путни институти универзитета, путне лабораторије при извођачким организацијама и др.

Велика Британија

У Великој Британији финансирање нових истраживачких радова из области путева врши се централно преко државне управе.

Комитет за истраживања на путевима је централна управна организација која програм спроводи у дело преко Научно истраживачке лабораторије за путеве). Ово је у ствари институт намењен искључиво за научна истраживања у области путарства у исто време руководећа организација за решавање проблема економичног пројектовања, грађења и одржавања јавних путева и безбедност саобраћаја. Овај Институт има и свој посебан орган у Шкотској. Институт је независан од путних власти и подређен је департману за научна и индустријска истраживања, који има ранг министарства.

Поред чисто лабораторијских истраживања и испитивања из области трајности коловозних конструкција, експлоатационих трошкова, механике тла, бетона, угљеводоничних везива, безбедности саобраћаја и др. овај институт ради и на испитивању пробних деоница у сарадњи са одељењима за студије путних управа.

Дотације које држава даје овом Институту износе 0,4⁰% од укупне суме намењене за грађење и одржавање путева.

Западна Немачка

Централна научно-истраживачка установа у Западној Немачкој је Институт за путеве у Келну. Овај Институт као државна установа потпада под Министарство саобраћаја. Инсти-

тут има своју велику лабораторију за истраживање и испитивање из области путног грађевинарства. Лабораторија има развијену мрежу покретних теренских лабораторија са основним задатком да раде на опитним пољима и пробним деоницама и да прикупљају податке који служе као база за новоградње а нарочито за реконструкцију постојеће путне мреже.

Поред наведеног Савезног Института у Келну, научно-истраживачка делатност се развија и преко:

— Института за путеве Техничке велике школе у Ахену,

— Института за путеве и саобраћај на путевима ТВШ у Штутгарду,

— Института за асфалтне засторе ТВШ у Минхену. Осим горе наведених организација у Западној Немачкој је још 1924. године формирано Немачко истраживачко друштво за путеве, које из године у годину развија веома обимну и плодну научно истраживачку делатност. Друштво окупља представнике свих истраживачких организација из области путева, представнике производних организација — предузећа и путних власти. Друштво се финансира из државних дотација, доприноса покрајина, доприноса предузећа и чланарине, тако да укупна средства са којима друштво располаже износе око 500.000 марака годишње. Друштво послује преко бројних комисија користећи се услугама Савезног и других института и лабораторија. Удружење има задатака да поред истраживачког рада саставља и техничке прописе и упутства, која после одобрења од стране надлежних власти добијају законску снагу. Кроз ову организациону форму спроводи се веома успешан научно-истраживачки рад и повезују органи путних власти са институтима, факултетима, лабораторијама и произвођачима-предузећима.

Шведска

У Шведској истраживања се спроводе преко централне државне установе која носи назив Државни Институт за путеве. Институт је непосредни орган владе а уско је пословно повезан са Дирекцијом за путеве. Према своме програму Институт обавља све научно-истраживачке задатке из области пројектовања, грађења, реконструкције, одржавања и експлоатације путева.

Норвешка

Истраживачка делатност у Норвешкој развија се преко Лабораторије за путеве која уско сарађује и прима задатке од Дирекције за путеве. Лабораторија има и оперативни карактер. Поред ове истраживање се врши и преко лабораторија техничких високих школа.

Белгија

До 1952. године истраживачки рад се развијао искључиво преко техничких високих школа и њихових лабораторија. 1952. године основан је Центар за истраживања на путевима. Ову установу формирали су заједничко Федерација предузећа за путеве и произвођач материјала уз помоћ Дирекције за путеве. Центар обрађује комплексну путну проблематику, укључујући истраживања и испитивања путно-грађевинских материјала, механику тла и др. као и израдом прописа и упутстава за извршење радова. Финансирање центра обезбеђује се средствима добијеним као врсте таксе и износи 0,5% од укупне суме која се издаје за грађење и одржавање путева.

Француска

спроводи се преко научно-истраживачка делатност Централне лабораторије за путеве и мостове. Ово је орган државне управе и налази се под непосредном управом Министарства за јавне радове. Поред ове институције постоји и недавно формиран Научно-истраживачки центар за путеве.

Истраживачка делатност обавља се и преко универзитетских лабораторија као и преко Института које финансирају предузећа и разне корпорације.

3. Стање научно-истраживачког рада у области путева код нас.

У нашој земљи постоје три Института и Институт ЈНА који се баве истраживањем и испитивањем материјала и конструкције за потребе грађевинарства поред постојећих завода и института на појединим факултетима. Један део своје делатности Институту су посветили решавању путне проблематике у мери и обиму како су задаци били постављени и средстава улагана. Овај рад се углавном кретао по следећим секторима:

- проучавање и увођење у примену нових научних метода за пројектовање и грађење савремених путева;

- проучавање и усвајање нових путно-грађевинских материјала;

- проучавање и освајање нових система (процеса грађења);

- испитивање путно-грађевинских материјала и конструкција;

- студије из области регулативе (техничке смернице, прописи стандарди);

- уздизање кадрова.

Ако се изузме рад на текућим задацима који су били саставни део извршења пројекта (претходна и кон-

тролна испитивања тла и материјала и др.) онда се може увидети да је обим истраживачке делатности по проблематици путева био у великој несразмери са потребама. И по линији обраде научно-истраживачких тема које финансира Савезни фонд за научни рад додељена средства у односу на проблематику и потребе била су несразмерна.

Од укупног броја тема у оквиру грађевинарства које је финансирао Савезни фонд за научни рад за период 1959, 1960. и 1961/62. године који обухвата 92 теме у износу од 291,075.496. динара за рад по проблематици путева је дато и то:

	Динара
— у 1959. години за обраду једне теме	1,180.000
— у 1960. години за обраду три теме	4,150.000
— у 1961/62. години за обраду седам тема	30,608.500

Укупно 11 тема у износу од динара 35,938.500.

На територији НР Србије има више организационих јединица које врше испитивања за потребе пројектовања и грађења путева:

Институт за испитивање материјала НРС, Завод за испитивање материјала на Грађевинском факултету — Београд, Биро за пројектовање пољопривредних путева АПВ — Нови Сад, Путна лабораторија Дирекције за изградњу ауто-пута „Братство-јединство“, „Инвест-завод“, „Косово-пројект“. Поред тога и нека већа предузећа нискоградње имају своје теренске путне лабораторије: „Планум“, „Партизански пут“.

Анализирајући рад свих ових организација може се закључити да се ни једна од набројаних не бави програмски истраживачком делатношћу.

Издавајући неке теме које обрађује путно одељење Института за испитивање материјала СРС из области регулативе које су само један мали део програма кога би требало извршити, све организације раде на текућим испитивањима која су везана за израду подлога пројеката или контролу квалитета при извођењу радова. У југословенским размерама ситуација је иста. Ми у земљи немамо централну организацију која би била задужена проблематиком истраживачког рада у области путева. У републикама постоје покушаји да се нешто предузме или да се уради али до сада је све остало без решења. Такође је у појединим републикама до сада било предузимано и низ значајних мера и успешно спроведених радова на решавању истраживачке проблематике али обзиром да није било органа да ове акције обједини, усмери и практично уопшти искуства до користи која се очекивала није дошло. Дешава се да се исти слични проблеми обрађују на више места, нема повезаности ни уопштавања искустава, нити извлачења заједничких закључака. Било је случајева да два инвеститора наручују исту тему, као и да се обрађују теме које је већ неко у земљи радио.

Од ослобођења до данас код нас је израђено прилично опитних деоница од којих су најобимније на потезу пута Степојевац — Лазаревац које су извођене под руководством и организацијом бив. Дирекције за путеве НР Србије. Међутим Дирекција је расформирана и нико се више не сматра обавезним, нити је то коме дато у задатак да врши даље осматрање, уопштавања искуства, даје препоруке и израђује смернице и прописе на бази добијених резултата. Искуства из досадашњег рада показала су нам да се оваква питања не могу решавати ад хок и путем повремених стручних комисија.

Још од 1954. године на свим стручним састанцима, саветовањима и конгресима југословенских стручњака за путеве донешен је закључак да се оснује Савезни институт за путеве, али ни до данас није дошло до његовог оснивања. Напротив, преовладава мишљење да за ово нема потребе јер ставови појединих република по овом питању нису усаглашени. Стоји чињеница да је стање, развијеност и квалитет путне мреже у појединим нашим републикама веома различит па се с тим у вези и на посве разне начине односно у различитом светлу овај проблем поставља. Ради тога је можда и целисходније формирати институте у оним републикама где се ово питање као економски оправдано намеће али и у том случају мора постојати један савезни централни орган који ће истраживачки рад обједињавати. Нерешено питање комплексног усмеравања и вођења путне политике у нашој земљи, као и нерационална друштвена подела рада у области научно-истраживачког рада на путевима, озбиљно угрожава правилан развој целокупне путне мреже а истовремено не обезбеђује правилно коришћење расположивих капацитета.

4. Програмирање

У складу са смерницама друштвеног плана привредног развоја за наредни период програмирање би требало да буде постављено тако да комплексно обухвати сва питања истраживачког рада. Цео процес грађења једног пута треба да буде обједињен од студија и истраживања преко пројектовања и грађења до експлоатације. За сваку одређену трасу треба извршити детаљне претходне комплексне студије као што су геолошко-геомеханичка испитивања, истраживања и испитивања локалних путних материјала, димензионирање коло-

возних конструкција с обзиром на саобраћајно економске факторе и др. Питања модернизације и одржавања путне мреже постављају посебне проблеме који за своје решавање захтевају озбиљне научно-истраживачке подлоге и студије обзиром на наше услове. Проблематика производње путно-грађевинског материјала а посебно путне механизације су области са којима се до данас нико није позабавио у смислу да се и ове области поставе и решавају на научно-истраживачкој основи. Са правом се може тврдити да је производња путно-грађевинског материјала толико неразвијена да представља озбиљну сметњу при решавању питања грађења. Област путне механизације носи са собом толико проблема да би по овој области економски било оправдано основати посебан институт за механизацију у грађевинарству са посебним одељењем путне механизације. На овом подручју раде неки наши институти али до данас нисмо успели да остваримо заједничку систематску акцију машиноградње и нас грађевинара-путара као корисника. Грађевинарство треба да постави захтев у смислу како то најбоље одговара према савременој организацији рада и експлоатацији а машинска индустрија преко својих капацитета, који код нас постоје у знатном обиму, треба да усагласи, производњу. Основна питања која би требало одмах решавати заједнички јесу: утврђивање асортимана, квалитет производње и типизација опреме. Намеће се потреба да се изврши подела рада у југословенским размерама на одређене типске производе који би поједини заводи производили. Финални производи морали би бити подвргнути најстрожијем испитивању у институтима и на градилиштима.

Једно од централних питања у оквиру програмирања научно-истраживачке делатности из области пу-

тарства јесте перманентан координирајући рад централног органа који треба пре свега да одреди јасну линију и да да смернице истраживачке делатности с обзиром на наш привредни развој. Наиме овде се ради о томе да се мора јасно одредити концепција грађења и одржавања путне мреже. Из примера у иностраним земљама очито произилазе две основне концепције које се спроводе. Код једних се путеви пројектују и граде одмах са елементима који могу да приме и перспективни саобраћај за унапред до 20 година, код других се путеви граде за садашње потребе и ближу перспективу до 5 година али се у систем одржавања уклапа и модернизација. Очито је да прва концепција захтева много већа моментална улагања а друга много мања.

Код нас је до сада израђено више програма у којима су били постављени и актуелни задаци за целу земљу и појединачно за неке републике. Међутим, полазећи од начела целисходности научно-истраживачког рада у коришћењу резултата и актуелности проблематике односно решавања оних питања које привреда као приоритетне намеће, програме треба изменити у смислу да више одговарају оним решењима које привреда као хитне тражи. Наиме пре свега треба одредити однос фундаменталних и примењених истраживања. (Радило се до сада и на темама које доносе акамедске степене аутора али које нису имале актуелан практичан значај). Ново програмирање требало би поставити у правцу решавања оних проблема који су у складу са општом привредном — путном политиком.

У периоду наредног седмогодишњег плана развоја програмирање треба тако поставити да се повеже и обезбеди сарадња свих заинтересованих фактора почев од Савета за научни рад, органа државне управе, привредних комора са истраживачима,

пројектантима, извођачима и индустријом путно-грађевинског материјала и путне механизације. Неопходно је укључити и сарадњу одговарајућих дрштвено стручних организација (Друштво за путеве, Југословенско друштво за механику тла, Савез југословенских лабораторија).

Програм треба да обједини комплексан рад на унапређењу од врхунских истраживања преко техничке регулативе до стандарда и практичног рада на градилиштима на увођењу нових метода и поступка и обезбеђењу квалитета. Принцип недељивости истраживачког рада од рада на унапређењу мора бити апсолутно заступљен.

5. Финансирање

Треба поћи од поставке да свако улагање у истраживачки рад представља најкориснији вид улагања који у најкраћем времену доноси велику корист. Посебно на улагање за истраживања на путевима треба гледати као на основну инвестицију кроз коју се може једино остварити право унапређење производње и подизање на савремени ниво, што значи да се једино овим путем може постићи економично грађење и одржавање путне мреже.

Финансирање научно-истраживачког рада вршено је до сада преко буџетских средстава, преко Савезне грађевинске и делом Индустријске коморе. Данас се финансирање врши преко Савезног и републичких савета за научни рад, односно њихових фондова. Учешће појединих већих предузећа нискоградње није се организовано осетило мада су поједина предузећа била заинтересована за решавање бројних истраживачких проблема.

Преко фондова и Савезном и републичким саветима за научни рад треба и даље наставити са фи-

нансирањем нарочито за дугорочне перспективне проблеме. Из средстава буџета неопходно је финансирати истраживачку делатност чији ће резултати бити подлога за доношење техничке регулативе из области путарства. Институту који имају своје фондове за научни рад као и већа предузећа нискоградње требало би да својим учешћем допринесу финансирању истраживачке делатности. Поред наведених видова финансирања било би најцелисходније у оквиру инвестирања за грађење и одржавање путева одредити и издвојити одређени проценат средстава која би се искључиво користила за научно истраживачки рад на путевима.

6. О потреби оснивања института за путеве у СР Србији.

Нагли развој друмског саобраћаја поставља пред путно-грађевинарство многобројне проблеме који се могу решавати само на научно-истраживачкој основи. Пuteви су врло сложени објекти изложени дејству различитих фактора па се само научним третаном може осигурати њихова потребна трајност. Многобројни фактори од којих зависи експлоатациона служба и трајност коловоза не могу се данас занатски решавати. Пuteви су најосетљивији грађевински објекти и постоји врло велики број чиниоца због којих може доћи до пропадања коловоза (дејство влаге, мраза, суше, прекорачење носивости постељице или неког слоја коловозне конструкције, замор материјала, неправилно конструисана коловозна конструкција, уграђен безусловни материјал, непрописно изведени радови, повећање саобраћајног оптерећења, итд. Економичност грађења и одржавања путева данас се поставља у први план. Многобројна питања из овог подручја нису ни начета. Неки од проблема могу се решавати и уз помоћ страних искустава, међутим економика путарства је специфична

за територију СР Србије чак и за поједине делове СРС — АПВ. Космет и друга подручја. Ослањање на страна искуства уколико понекад и може да буде технички оправдано са економске тачке гледишта је потпуно неodrживо.

Није свеједно, на пример, да ли ће коловозни застор на неком путу бити 3 или 4 см јер ће цена бити различита. Значи преношење страних искустава без студије локалних услова је економски неприхватљиво.

За путарство у СР Србији осим наведених општих разлога постоји још низ разлога за стварање једне организоване истраживачке службе.

Путна мрежа у СР Србији налази се у изузетно лошем стању. Она се мора побољшати скраћеним и најјевтинијим путем што се може урадити само рационалним научним методама.

Територија СР Србије је различита по саставу тла и има велика подручја неповољних са геолошко геме-ханичког становишта (терени изграђени од високо пластичних глина мале носивости, терени неповољни у хидрогеолошком смислу, терени са нестабилним падинама, итд.).

Путно грађевински материјали су неравномерно распоређени на територији СРС. Постоје велике површине дефицитне путно грађевинским материјалом. То је случај са АПВ. Овде се мора ићи на примену стабилизованог тла за грађење путева а то је једно широко подручје научно истраживачког рада.

Путнограђевинске организације (пројектантске, извођачке, за одржавање и за производњу материјала) су заостале и њих треба подићи на потребан ниво и преоријентисати их са занатског начина рада на ново савремено индустријско грађење и одржавање путева. У ту сврху треба разрадити нове методе, израдити и донети одговарајуће техничке услове, упутства, норме, прописе и стандарде.

Треба усавршавати организацију предузећа, развити путне лабораторије, усвајати савремену путну механизацију, нове путно грађевинске материјале, савремене технолошке поступке, нове конструкције коловоза и објеката на путевима.

Резимирано потреба за оснивањем организоване научно истраживачке службе далеко је већа у СРС него у другим републикама из следећих разлога:

- лошије стање путне мреже него у другим републикама;
- неповољнији састав терена;
- дефицитност појединих подручја каменом;
- разноврснији састав тла и природни услови грађења;
- већа заосталост путних предузећа и организација;
- већа потреба за путевима обзиром на величину територије, и недовољно развијену путну мрежу.

7. Делатност рада Института за путеве СР Србије.

Делатност рада и задаци произилазе из напред изложених потреба и обухватало би:

— Студију природних услова за изградњу путева; састав тла хидро-олошко-хидрогеолошки и геомеханички услови; налазишта материјала. Реонизација територије републике и израда карата (геолошко-геомеханичких, стабилности косина, налазишта локалних материјала, дејство мраза). Реонизација територије СРС на путно климатске зоне и с обзиром на услове површинског одводњавања.

— Освајање нових поступака и материјала. Спровођење у праксу савремених поступака пројектовања, грађења и одржавања. Овде посебно место заузима стабилизано тло и примена локалних материјала.

— Испитивање нових путно-грађевинских материјала и конструкција са гледишта техничко економске

примене. Организација и израда опитних деоница.

— Организацију и спровођење систематског изучавања утицаја саобраћајно техничких елемената са гледишта одржавања, модернизације и реконструкције постојеће путне мреже.

— Организацију и систематска сарадња на освајању нове и типизацији путно грађевинске опреме и механизације.

— Развијање теренских путних лабораторија

— Организацију рада на систематском испитивању локалних путно-грађевинских материјала на својој територији.

— Организацију и спровођење усавршавања путарског кадра.

— Претходне студије и испитивања за све путеве са савременим коловозом на својој територији.

— Лабораторијска контрола квалитета радова и испитивање квалитета на магистралним правцима.

— Организацију на спровођењу рада из делокруга израде стандарда, техничких прописа, упутстава, смерница и др.

Код нас практично не постоје не само економски показатељи већ ни економски принципи пројектовања, грађења, модернизације и одржавања путева. Тако да ће бити потребно прво разрадити техничко економске принципе и извршити обимне анализе и испитивања да се дође до одређених показатеља који ће бити база за дугорочније планирање, пројектовање и грађење, односно модернизацију путне мреже. Од ових показатеља и принципа зависиће многа техничка питања као што су: да ли градити нове или модернизирати постојеће путеве, дали вршити модернизацију или реконструкцију, трајност појединих коловозних конструкција, јачина коловоза, дебљина асфалтних

застора, коришћење појединих врста материјала, итд.

На основу изложених ставова у тач. 6. (О потреби оснивања института за путеве) и изложеног у тач. 7. (Подручје рада научно истраживачке службе) произилази економски оправдана потреба за оснивањем института за путеве у СР Србији који би првенствено радио и решавао задатке у оквиру своје територије али обзиром да би то била научна установа са самосталним финансирањем ништа не би стајало на путу да решава проблематику и других који зато покажу интерес.

Напред описана и изнета делатност Института за путеве односи се на истраживање у области техничко економске проблематике из области грађења и одржавања путева. Међутим, одређивање смерница и утврђивање одређене политике изградње и развоја мреже путева и друмског саобраћаја мора да почива на научно-истраживачком раду у обављању транспорта робе и путника на путевима што је делатност одговарајућих организација и института (Институт за саобраћај Секретаријата СИБ-а за саобраћај).

8. Организација института.

Организација института произилази из делокруга рада и задатака.

Институт би имао следеће организационе јединице:

- Управу
- одељење за студије
- путну лабораторију
- одељење за пројектовање
- механичарску радионицу

Управа би била организована као и све управе сличних институција са одговарајућим одељењима, одсецима и службама.

Одељење за студије представља строго институтско тело. То у ствари

треба да буде мозак института који планира, изводи и уобличава научно истраживачки рад института, даје закључке и одговарајућу обраду материјала који се у облику публикација, прописа, упутства, информација, препорука и сличног ставља на располагање и употребу техничкој јавности. Одељење би требало да има већи број одсека (за тло, за путно грађевинске материјале, за стабилизацију, за димензионирање коловозних конструкција, за нове методе испитивања, за механизацију и опрему, за организацију, и др.).

Путна лабораторија представља материјалну базу за рад института. Обавља разна испитивања. Преко исте се уводе нови поступци грађења, нови путно-грађевински материјали и методе испитивања. Лабораторија би имала следећа одељења:

- одељења за камени материјал и агрегате;
- одељење за неорганска везива и бетонске мешавине;
- одељење за органска везива и асфалтне мешавине;
- одељење за стабилизацију тла и локалне путно-грађевинске материјале;
- одељење за испитивање путно-грађевинских особина тла.

Лабораторија би у првом реду вршила испитивања и обављала задатке које јој поставља одељење за студије. Осим тога лабораторија би вршила претходна испитивања за поједине важније путеве као и контролна испитивања квалитета изведених радова са надзором на важнијим путевима

Одељење за пројектовање вршило би истраживања из области геомеханичког пројектовања и обрађивало истраживачке задатке које му поставља група за студије (израда типских пројеката коловозних конструкција, објеката и др. израда пројеката

опитних деоница). Својим слободним капацитетима ово одељење би могло да ради на пројектовању важнијих путева као и да врши пројектантски надзор на овим путевима. Институт би кроз ово одељење и лабораторију био тесно повезан са праксом.

Институт би морао да има једну јаку механичарску радионицу чија би основна намена била:

- одржавање и оправка лабораторијских инструмената и опреме;
- израда појединих инструмената, опреме и прибора а нарочито прототипска израда појединих комплета;
- руковање и одржавање парка механизације који би служио за извођење мањих радова, опитних деоница, као и руковање са уређајима за разна испитивања (Овде улазе и бушаће гарнитуре покретне лабораторије, мерни инструменти за мерење саобраћаја итд.);

9. Непосредни задаци.

Институту треба поставити задатке у етапама, тако да би имао јасну перспективу рада и развоја. Не сме се дозволити да се у почетној фази лута или да се расплине. За почетак обзиром на бројност и квалитет кадра треба поставити скромније задатке. Непосредне задатке за један перспективнији период треба одредити на бази техничко-економских анализа, акутних потреба и општих принципа путне политике односно могућности улагања. Као орјентација за постављање задатака Институту може да послужи следећи програм задатака које је решавао (задњих година) један од савремених института за путеве у иностранству (СОЈУЗДОРНИИ — СССР)

1. Разрађена је преспективна мрежа аутомобилских путева СССР-а, адресан је редослед грађења важнијих путних праваца савезних република, указано је на општу потребу у средствима и материјалима за израду перспективне мреже путева. Одређе-

на је ефективност уложеног капитала који ће бити уложен у путно грађевинарство

2. Разрађен је пројекат нових норми и техничких услова за пројектовање и грађење аутомобилских путева СССР-а обзиром на савремени аутомобилски саобраћај

3. Састављена је инструкција за економско испитивање аутомобилских путева

4. Израђена је опрема за испитивање дејства аутомобила на путу и обратно (мерење равности коловоза и електрична апаратура за одређивање равности коловозних застора).

5. Извршена су испитивања и разрада техничких норматива за сеоске путеве и разрада перспективног плана изградње мреже пољопривредних путева.

6. Формиране су станице за осматрање дејства водотоплотног режима на земљани труп путева.

7. Студија и увођење у праксу нових метода за демензионирање коловозних конструкција на бази теорије еластичности. На бази ових студија израдиће се типови коловозних конструкција за путеве вишег ранга који ће радити у подручју еластичних деформација. (Полази се од тога да пут траје 20 до 35 година)

8. Студије за техничко економски избор коловозних конструкција који ће се базирати како на грађевинским тако и на експлоатационим факторима

9. Студија и израда техничких смерница за пројектовање и израду путева у специјалним условима.

10. Предлози за извршавање postojećih норми за збијеност тла у појединачним путно-климатским зонама и инструкција за теренску контролу квалитета.

11. Испитивање фуга (усавршавање метода за усецање фуга у бетонске коловозе).

12. Нови материјали за заливање фуга и опитне деонице.

13. Рапавост површине коловоза и нови материјал за неговање свежег бетона

14. Испитивање начина заштите бетонских коловоза на бази хлорних соли који ће се примењивати за време поледице и испитивања за оправку бетонских мешавина са додацима полимера (Оправке ударних рупа).

15. Испитивања из области армираног и преднапрегнутог бетона и монтажних елемената. Избор најоптималнијих префабрикованих елемената за грађење путева и аеродрома и израда метода за примену механизације за ове радове.

16. Испитивање утицаја активности песка у асфалтбетонској мешавини (додавање креча песка). (Активирање песка омогућује да се прошири примена пешчаног асфалт-бетона и исто тако да се користе разне врсте песка за ове мешавине).

17. Испитивање својстава путних битумена.

18. Типизација отвора мостова.

19. Смернице за израду монтажних мостова.

20. Смернице за инјектирање канала при негативним температурама.

21. Усавршавање технологије израде монтажних делова за мостове.

22. Израда мостова од полимерних материјала.

23. Испитивање нових метода стабилизације тла комплексним стабилизаторима од везаних материјала са површинско активним материјалима.

24. Стабилизација тла полимерним једињењима.

25. Испитивање из области мекших каменних материјала за примену за подлоге путних конструкција стабилизацијом и опитно грађење.

26. Смернице за примену ситних пескова стабилизованих малим коли-

чинама цемента и креча за путне подлоге.

27. Техничке смернице из области усавршавања и пројектовања радних операција: отварање каменолома, рад на асфалтним и бетонским базама, примена механизације. Израда техничких услова за израду прототипова нове путно-грађевинске механизације.

28. Испитивање путно-грађевинског материјала који производи домаћа индустрија.

29. Израда специјалне опреме: електрични мерач равности, електрични бројач, ултра звучни прибор за мерење чврстоће бетона и прибор за одређивање квалитета грађевинског материјала импулсним путем и ударним методама без рушења.

30. Испитивање механизације и аутоматизације путних радова.

31. Студија механизације за ланчано извођење путних радова.

32. Испитивање експлоатационих карактеристика путне механизације у циљу стварања рационалних метода оправки.

33. Техничке смернице за одржавање и оправку аутомобилских путева; технички услови за израду потребног комплекта механизације; технолошки процеси за одржавање савремених коловоза; предлози за организацију структуре службе.

34. Одређивање економске ефикасности увођењем нове технике у путно грађевинарство (технологија стабилизације тла једнопролазним машинама, нове асфалтне базе и др.).

35. Разрада пројекта норми амортизационих рокова путно-грађевинских машина.

Инж. Здравко ЈОКСИЋ

О научно истраживачком раду у области путоградње

Нагли развој саобраћаја и повећање обим израде путне мреже у нашој земљи задњих година, ставља пред наше стручњаке велики број проблема чије решење намеће потребу за једном већом институцијом, која би приступила испитивањима и истраживањима у области путоградње у ширем обиму и омогућила да се реше многи, до сада нерешени проблеми из технике грађења путева као што су: утврђивање веза између збијености уграђених материјала и њихове деформабилности, између збијености и модула еластичности односно модула деформације, изналажење оптималне збијености и влажности материјала уграђених у насипе и постељицу коловоза, избор најбољих материјала за израду појединих слојева коловозне конструкције, изналажење и избор метода и оруђа за уграђивање одабраних материјала, избор врста оруђа у зависности од расположивих материјала за уграђивање, изналажење оптималног броја прелаза за збијање одређеног материјала са расположивим средствима итд.; затим избор метода и лабораторијске опреме за контролу квалитета уграђивања и квалитета уграђених материјала (критеријуми за оцену), избор метода за димензионирање коловозних конструкција код ојачања постојећих и израде нових путева, метода за заштиту коловозних конструкција

против дејства мраза и провлажавања постељице итд.

Код нас за сада постоје више института, који у мањем или већем обиму, са мање или више успеха раде на решавању неких од горе наведених проблема, у зависности од расположивих новчаних средстава и опреме, мада свима недостају опити у већој размери, извршени под условима који би се приближили оним на терену, са машинама и оруђима која су слична оним која се користе на градилишту. Потребно је, дакле, из фазе лабораторијских испитивања прећи у фазу теренских испитивања, опитних деоница и испитивања у експерименталним рововима, у којима се могу вештачки створити сви они услови који могу настати на самом путу у току његове експлоатације (смржњавање, крављење, повећање влажности, просушивање и сл.; смањење носивости постељице за време периода крављења, различита слегања појединих слојева коловозне конструкције, дубина дејства мраза под разним врстама коловозне конструкције, односно у зависности од њеног састава и сл.).

Многи наши стручњаци су учили и уочавају све више значај једног таквог Центра за истраживање у путоградњи и користи које би он могао пружити пројектантима и извођачима у решавању проблема насталих

код грађења савремених путева са брзим и тешким моторним саобраћајем, чији интензитет и осовинска оптерећења нагло расту из године у годину, тако да се данас у разним за то надлежним организацијама и на разним нивоима дискутује о потреби стварања једног Центра који би био у стању да обухвати сва напред наведена испитивања, пружи одговор на многе од напред наведених проблема и обједини рад осталих института и лабораторија у земљи, код којих ова испитивања представљају само део њихове активности, или узгредан посао који обављају по нужди или у недостатку других послова.

Дискутује се и тражи решење за статус, значај и обим рада тог Центра, односно Института за путеве: у савезним или републичким оквирима; јединствени југословенски Институт за путеве или републички институти. Оба решења имају своје присталице и противнике. Разлози који би се могли навести у корист Савезног института су:

— Могућност за концентрацију средстава, опреме и кадрова највишег квалитета;

— Минимални режијски трошкови као и трошкови за опрему Центра потребним уређајима, просторијама и халама за вршење опита;

— Могућност стварања јединственог програма истраживања и решавања проблема у југословенским размерама, као и могућност поделе појединих тема и задатака републичким институтима и лабораторијама, који би исте решавали под руководством или надзором југословенског Центра за путеве;

— Могућности финансирања научно-истраживачког рада преко јединствене организације која би се постарала да се створи дугорочни план научно-истраживачког рада, чиме би се избегло преклапање односно појава да се једна иста тема обрађује у

више институција, или да се нека тема не заврши односно непотпуно објави због недостатака опреме или новчаних средстава.

Један од недостатака оваквог решења је што захтева, у једном датом моменту концентрацију већих новчаних средстава за израду хала, лабораторија, инсталација и канцеларијских просторија, набавку опреме и станова за особље, мада су ти трошкови знатно мањи од укупних трошкова за допунску опрему и проширење постојећих института, који иако већ поседују изванредан део потребне лабораторијске опреме и простора, као и део потребног људства, захтевају већа средства због своје бројности (4 специјализована Института и 5 лабораторија при факултетима), поготову ако би се ишло на решење да свака република има свој Центар, као што предлажу неки стручњаци. Извесна група стручњака сматра, да не треба ићи на 6 републичких Института већ на 3 или 4, мада би и такво решење, на крају било знатно скупље од решења са јединственим Центром савезног значаја.

Сматрам да је Савезни центар за путеве, као финално решење најбоље, најекономичније, најефикасније и најцелисходније. Уколико је за сада немогуће ићи одмах на такво решење, чиме се као што сам напоменуо губи драгоцено време, пошто је већ досада изгубљено десетак година, може се ићи на стварање највише два републичка Центра, проширењем постојећих Института у Београду и Загребу, односно Љубљани, који би постојали као такви до момента када буде могуће формирање једног Савезног института. Можда би се једно од могућих решења могло наћи и у томе, да сваки од ових института посебно развија и јача само нека од својих одељења (геомеханику, асфалт или бетон, на пример), која би се, када за то наступи моменат одвијала и прикључи-

чила Савезном центру. Могућа су дакле разна решења и варијанте појединих решења, али коначан циљ остаје јасан и императивно захтева брзо решење, пошто је губитак у времену ненадокнадив, с обзиром да од момента доношења одлуке о оснивању Центра до почетка његовог функционисања треба, према искуствима из Француске, Немачке и других земаља, рачунати на период од 3—4 године. То је интервал потребан за набавку опреме, постављање инсталација, израду програма испитивања, обуку особља, организацију производње, припрему и извршење претходних радњи, избор типских материјала за испитивање, највише заступљених машина за рад и типова коловозних конструкција.

На челу Савезног центра за путеве који би, као што сам већ напоменуо, играо улогу носиоца научно истраживачког рада организатора и координатора испитивања у разним областима путне технике стајала би Савезна комисија, састављена од наших најеминентнијих стручњака за путеве. Њен задатак био би да врши израду програма испитивања, прати развој технике у свету и код нас, прати рад осталих институција у земљи, даје потребне смернице за рад, а по потреби врши улогу наручиоца (инвеститора) за разна испитивања код тих институција.

Поред Савезног центра за путеве, потребно је располагати и мрежом Института и завода по републикама, који би поред текућих испитивања у области грађевинарства посветили један део своје активности испитивањима за потребе путева. Та испитивања би обухватала испитивање основних грађевинских материјала за изградњу путева као: налазишта камена, шљунка и агрегата за израду коловоза, затим разних врста везива и сл. Поред тога, у њима би се вршила претходна испитивања потребна

код пројектовања и грађења као што су: испитивања потребна при избору трасе, испитивања геомеханичких карактеристика земљаних материјала за процену стабилности терена, косина у усецима и насипима, налазишта материјала за израду коловозне конструкције и сл. Поред тога, у овим институцијама вршила би се испитивања потребна за састав мешавине за асфалтне и бетонске коловозе, контролна испитивања у току грађења и испитивања у вези захтева појединих извођачких предузећа или установа. Пошто су сви ови институти и заводи снабдевени у извесној мери опремом и особљем квалификованим за научно истраживачки рад, у њима би се вршило и испитивање по научно истраживачким темама везаним искључиво за лабораторијски рад, а по захтеву Савезног центра за путеве или неких других организација.

Заједно са мрежом Института, потребно је да већа предузећа за путеве (при путном фонду), грађевинска предузећа за нискоградњу и пројектантска предузећа за путеве располажу сопственим лабораторијама, које би вршиле испитивања у вези са текућим проблемима насталим у току грађења или пројектовања. Овим лабораторијама требало би поверити и контролу квалитета уграђивања при извршењу радова, при чему би се исте у свом раду ослањале на постојеће Институте који би учествовали у решавању сложенијих проблема.

Тенденција да се при појединим предузећима формирају сопствени институти за испитивања није, по мом мишљењу сасвим на месту, јер опрема истих изискује врло велике трошкове око набавке апарата, ангажовања људства и стварања услова за рад, док исти услови већ постоје у појединим институтима, који би у том случају радили са смањеним капацитетом, или би њихов опстанак био доведен у питање, уколико се не би на-

шли одговарајући последици у вези са научно истраживачким радом. Смањено да је много бољи пут ићи на остварење што тешње везе између предузећа и Института који би, с обзиром на своје капацитете, могли да реше врло велики проблем и омогуће предузећима боље, ефикасније и економичније грађење.

Навешћу неколико интересантних подручја у којима би се могла остварити ова сарадња као:

— Испитивање погодности машина за збијање при различитим условима рада, а нарочито у зависности од карактеристика материјала и њихових учинака.

— Испитивање најпогоднијих и најекономичнијих метода рада за извршење разних операција код израде горњег и доњег строја на путевима

— Откривање и изналажење налазишта материјала у зони пута, уз испитивање карактеристика материјала и састава мешавина за израду разних слојева коловозне конструкције.

— Испитивање метода рада и поступака којим би се омогућила примена локалних материјала из налазишта у близини пута и разне врсте механичких и хемијских стабилизација и обрада.

— Текућа контрола производње, састав мешавине и праћење квалитета израђених застора на путевима различитих категорија.

Испитивање стања путева чија се реконструкција очекује у блиској будућности, ради утврђивања карактеристика материјала у постојећој конструкцији, распореда и јачине слојева, извођења одговарајућих закључака и давање потребних препорука за реконструкцију пута.

— Испитивање равности површине хабајућег слоја и одређивање ранга путева, с обзиром на сигурност и удобност војње.

— Испитивање узрока оштећења на неким од наших путева изграђених после рата (ради извлачења закључака потребних за даљи рад на пројектовању и грађењу путева), а у циљу избегавања даљих оштећења и усавршавања наших метода рада.

Укратко ћу се осврнути и на научно истраживачки рад у Институту за испитивање материјала СР Србије у вези са путевима.

За задњих 10 година у поменутом Институту обрађене су следеће теме у вези са путевима:

— Одељење за природни и вештачки камен	2	теме
— Одељење за бетон	1	„
— Одељење за геомеханику	4	„
— Одељење за асфалт	4	„
— Одељење за путеве	1	„

Поред наведене теме Одељење за путеве је врло активно учествовало на изради прописа, стандарда, упутстава и типова за разне врсте радова (асфалт, бетон и сл.) као и на решавању насталих проблема у вези са пројектовањем и грађењем путева.

Ако сумирамо резултате, следи закључак да је научно-истраживачки рад у области путева у СР Србији, судећи по броју обрађених тема, врло скроман и да би га с обзиром на обим радова на путевима, извршених до сада и планираних у току седмогодишњег плана, требало јако увећати.

Неоспорно да је проблему научно-истраживачког рада у области путоградње потребно што пре посветити дужну пажњу да би се избегли многи недостаци у раду и штетне последице које одатле могу проистећи, као и да би се могло приступити економичнијој и бржој изградњи и реконструкцији наше путне мреже.

Инж. Драгољуб ИВАНОВИЋ

Предходне студије и истраживања

У току извођења радова на ауто-путу „Братство-Јединство“ кроз СР Србију дошло се до закључка да су радови на претходним студијама и истраживањима вршени на брзину, углавном непосредно пре почетка изrade пројекта или пак упоредо са изradом главних пројеката. Свде ће бити речи углавном о претходним геомеханичким испитивањима у вези са утицајем на касније проблеме код грађења.

Врсту и обим претходних геомеханичких испитивања одређује пројектант у заједници са предузећем које ова испитивања врши. Заједнички се утврђује број и место ископа сонди, као и обим испитивања и подаци који су потребни пројектанту да на бази тога реши главни пројекат пута.

Међутим, и поред тога често се дешава да ови подаци не могу послужити пројектанту или ако се пак ослони на њих решења су у много случајева погрешна, што изазива касније проблеме код грађења и доводи до поскупљења радова. Типичан случај за ово јесте деоница аутопута од Београда до Раље која је завршена у 1963. год. Приликом ревизије

пројекта од стране комисије инвеститора, известиоц ове комисије је у свом извештају навео да су претходна геомеханичка испитивања извршена на овој деоници таква да се не могу употребити. Да је ова констатација углавном била тачна, видело се касније приликом грађења. Ево неколико података.

— на км 45 + 000 између Раље и села Колара траса се засеца у нестабилну падину, што није морало да буде, пошто је постојала могућност да се без погоршавања елемената трасе овај усек избегне. Приликом извођења дошло је до покрета маса на десној косини усека, што је изазвало изradу ојачаних потпорних зидова, скидање покретне земље у количини од 25.000 м³ и довело у питање рок завршења радова. Вишак утрошених средстава износи око 20.000.000 дин.

— најизразитији пример су свакако тунели који су у 1960. и 1961. год. извођени у Грделичкој Клисури. На основу пројекта радови су уступљени Грађевинском предузећу „Тунелоградња“. У следећој табели дајемо податке из обрачуна радова:

	Погођено по нагодби	Извршени радови	Накнадни радови	У к у п н о
Тунел „Полојце“	17,0	16,0	30,0	46,0
Тунел „Манајле“	207,0	119,0	174,0	293,0
Тунел „Кржинце“	234,0	76,0	360,0	436,0
Свега:	458,0	211,0	564,0	775,0

Табела довољно јасно показује о чему се ради из ње се види следеће:

— да је према погодби извршено свега око 50% радова;

— да су накнадни радови за приближно 110,0 мил. дин. већи од суме за коју је посао био погођен;

— да је проценат повећања трошкова грађења врло велики.

Ово су само неколико примера, а може се наћи и већи број сличних који су се током грађења аутопута појављивали скоро сваког дана. Неки

од њих ће вероватно бити детаљније обрађени од других референата.

На крају свима је познато да су пројекти аутопута рађени на брзину, и да није било довољно времена да се изврше сва потребна испитивања. Може се чак рећи да је грађење вршено паралелно са пројектовањем. Међутим, ова искуства треба да нам служе као поука да у будуће треба посветити већу пажњу претходним испитивањима, што ће се сигурно одразити и на снижење цене коштања грађења.

Инж. Драгољуб ИВАНОВИЋ

Реалност предрачунских сума датих пројектом

Да би се по овом питању могли за деницу аутопута Београд — Раља дати неки закључци, даћемо податке која је изведена у 1963. години.

Деоница Раља — Параћин

Р.бр.	Деоница	Дужина	Предрачунска сума	Уговорена сума
1.	Београд—Кружни пут	9.234	1.344,977.877	1.128,455.914
2.	Кружни пут—Врчин	11.824	1.283,006.554	968,384.318
3.	Врчин—Дражањ	12.801	1.503,754.607	1.377,602.640
4.	Дражањ—Водањ	11.613	1.170,479.216	1.052,221.607
5.	Водањ—Раља	12.886	1.235,461.811	1.142,535.215
	Свега	58.358 м	6.537,680.065	5.669,194.694

Из табеле се види да је деоница уступљена за 868,485.371 дин. или за 13,3% ниже од предрачунске суме по пројекту. Код појединих деоница овај проценат је још нижи, код деонице Београд—Кружни пут износи 16,1% а код деонице Кружни пут—Врчин чак 24,3%.

Напред наведени подаци односе се само на трасу без мостова, петљи и прелаза ван нивоа. Код мостова је случај обрнут, током две последње године предрачунске суме су ниже од уговорених и крећу се у широком границама од 15—40%.

Шта показују ови подаци? Пре свега може се закључити да пројек-

тне организације нису у току са кретањем цена на тржишту, а друго, што је свакако најважније, не познају могућности наших грађевинских предузећа и њихову опремљеност.

Пројектне организације раде своје анализе цена према просечним нормама у грађевинарству, не водећи рачуна да су те норме у задње време углавном превазиђене, узимајући просечне бруто сатнине радника са фактором који се оцењује од ока, као и тржишне цене материјала. Овакав начин одређивања јединичне цене, у условима данашњих врло компликованих односа појединих услова који утичу на цену коштања, не даје ин-

веститору сигурно полазну базу за одређивање једне приближно реалне предрачунске суме која може да послужи за погодбу са предузећима.

Највећи разлог да је овакав начин одређивања цене коштања неодржив јесте потпуно измењен начин грађења путева у последње време, како због све веће примене механизације, тако и због рокова и темпа изградње. Проценат машинског рада на аутопуту у 1959. год. на деоници Параћин—Ниш износио је код неких предузећа 10—20%, док је у 1962. и 1963. год. на деоници Београд—Параћин износио од 70—90%. Због овако великог процента машинског рада изменио се из основа технолошки процес код већине позиција радова. На нашим градилиштима се више не виде корде и запрежна кола. Нико више не планира постељицу ручно, нити пак фигурише туцаник да би га касније ручним колицима пребацио у коловоз. Практично, данас више не постоји

ручни утовар и истовар. Данас се чак и такве позиције као што су хумузирање и планирање косина усека и насипа изводе са 50% машинским путем.

Једно од важних питања које утиче на цену јесу и изворишта материјала. Ово питање се приликом пројектовања разматра врло површно. У обзир се углавном узимају позната изворишта материјала и врло мало се води рачуна да ли је могуће некористити локалне материјале. Понекад се дешавају и обрнути случајеви, предвиди се локално извориште, без података о његовом капацитету и квалитету материјала.

Мишљења сам, да се реална предрачунска сума не може дати без пројекта организације грађења и детаљно простудираних могућих варијанти почев од рока изградње па до свих осталих елемената који утичу на то да одређена деоница пута буде изграђена квалитетно и најекономичније.

Ревизија пројеката путева у СР Србији задњих неколико година

Од маја месеца 1959. год. до краја 1961. године инвестиционе програме за грађење магистралних путева одобравало је Савезно извршно веће а идејне и главне пројекте Комисија за ревизију пројеката коју је основао Савезни Секретаријат за саобраћај и везе.

Инвестиционе програме за путеве који су се финансирали из средстава републике ревидовала је комисија Извршног већа Србије а идејне и главне пројекте комисија за ревизију пројеката при Секретаријату за индустрију ИВ СР Србије.

15. Новембра 1961. године доноси се Основни закон о изградњи инвестиционих објеката и укидају се Савезна и Републичка комисија за ревизију пројеката.

По новом закону Инвестициони програм доноси инвеститор, а техничку контролу инвестиционо техничке документације врши орган који издаје одобрење за грађење.

У СРС јуна месеца 1963. године формирана је републичка комисија за одобравање инвестиционе изградње.

Савезна и републичка комисија за ревизију пројеката престале су са радом крајем 1961. године.

У републици Србији од јануара 1962. године до јуна 1963. године није било ни једног званичног органа који

би вршио техничку контролу инвестиционе техничке документације и издавао одобрења за грађења.

Ревизија пројеката путева на територији СРС од 1959. до 1964. године

Аутопут „Братство Јединство” — Београд—граница са СРМ:

Инвестициони програм одобрило је СИБ фебруара 1958. године први пут а касније је мењан у току 1959. и 1960. год. Главне пројекте за деоницу Дреновац—Д. Трнава који су израђени у 1958. год. ревидовала је комисија за ревизију пројеката при Секретаријату за индустрију ИВ Србије.

Идејне и главне пројекте за деонице Д. Трнава—Ниш—Врање—граница и Дреновац—Параћин—Осипаоница и само идејни пројекат за деоницу Осипаоница—Кружни пут ревидовала је Савезна комисија за ревизију пројеката.

Главне пројекте за деоницу Осипаоница—Београд и идејни пројекат за деоницу Кружни пут—Београд ревидовала је комисија коју је образовала Дирекција за изградњу аутопута „Братство-Јединство”.

Све главне пројекте мостова, прелаза преко аутопута и петљи на деоници Параћин—Осипаоница ревидовала је комисија при Дирекцији.

За деоницу Осипаоница—Београд техничку контролу инвестиционо техничке документације вршила је Републичка комисија за одобрење инвестиционе изградње.

Остали путеви у СРС који су се градили из средстава републике

Све до јануара 1962. године ревизију пројеката путева вршила је комисија за ревизију пројеката при Секретаријату за индустрију СР Србије. У току 1962. год. и до јуна 1963. (до оснивања републичке комисије за одобравање инвестиционе изградње) ревизију пројеката путева вршио је Републички путни фонд преко стручне комисије коју је сам образовао. Фонд је доносио и решења о одобравању пројеката. Одобрење за изградњу није имао ко да изда па су неки путеви (Нова Варош—Бистрица Појате—Сталаћ—Крушевац и др.) завршени а да се одобрење није могло прибавити. За ове објекте није одобрен ни инвестициони програм.

Нешто о раду Комисије за ревизију пројеката путева односно одобравање инвест. техн. документације

Када се сада после завршеног нашег највећег објекта аутопута „Братство—Јединство“ вратимо мало у прошлост можемо врло лако да сагледамо оно што је било добро и лоше у целокупном нашем раду па и код ревизије пројеката.

За објекте као што је био аутопут и као што је сада Јадранска магистрала сматрамо да је најсрећније решење била комисија за ревизију пројеката коју је образовао Савезни Секретаријат за саобраћај и везе.

Ова комисија образована од најеминентнијих стручњака за путеве и мостове из целе земље залагала је се

за што боља решења водећи при томе рачуна да је све у складу са одобреним инвестиционим програмом.

Свако идејно решење комисија је примала на терену а и главне пројекте где је то било потребно.

Кроз ову комисију мењала су се искуства стечена у републикама и одржавао се једноступен критеријум у погледу елемената за аутопут и Јадрански пут.

У почетку свога рада комисија је имала тешкоћа док није израдила своје ставове што је кочило рад пројектаната и инвеститора (међусовна растојања петљи, прелаза преко и испод аутопута и сл.) али касније она је побољшала многа идејна решења и помагала пројектантима и инвеститору код решавања врло сложених проблема.

Комисија је углавном поклањала највећу пажњу техничко-економском решењу пројекта не упуштајући се много у административну страну опреме пројекта. За нас је то било од врло великог значаја и помоћи јер су пројекти морали да се носе на градилиште често пута некомплетирани. Морало је се у тим годинама пројектовати, ревидовати и градити брзо.

За нас као инвеститоре, ова комисија била је не само орган који је Уредбом одређен да нас контролише већ је то више био наш сарадник у раду. Пројектанти ће више рећи о раду ове комисије.

Сматрамо да при Савезном секретаријату за саобраћај и везе треба поново образовати комисију не за техничку контролу инвест. техничке документације већ комисију за ревизију пројеката путева који се граде из средстава ОИФ-а а не препустити републикама да свака кроз своју територију одређује значај пута и усваја елементе за грађење.

Укидањем савезне комисије за ревизију пројеката и републичке инве-

ститори за путеве дошли су у ситуацију да сами врше ревизију идејних и главних пројеката, па тек после те своје ревизије достављају Републичкој комисији на техничку контролу и траже одобрење за грађење. У ствари један главни пројекат прима се на терену као идејно решење, затим као главни пројекат у оловци пре туширања, као комплет главни пројекат — са обрачуном — и на крају врши се техничка контрола.

Правилник о садржини и техничкој контроли инвест. техничке документације тражи уз пројекат још око 20 докумената (сагласности, изјаве, уверења, доказе и слично).

За нас који вршимо инвеститорске дужности на грађењу путева представља велику тешкоћу добијање (пре грађења) одобрења за грађење једне деонице пута. Обично се врше припреме за грађење и улази у грађење одмах пошто је се сазнало да је на некој седници ИВ тај и тај пут ушао у план грађења за дотичну годину и да ће средства бити обезбеђена. Од тог момента па до закључивања уговора са Банком о коришћењу средстава траје обично 3—4 месеца. Да се ни би губило у времену инвеститори издају послове раније и извођачи их прихватају и тако се 50% посла заврши на неком путу а да није стигло одобрење за грађење односно да није извршена техничка контрола инвест. техн. документације а контрола се није могла извршити јер у до-

кументацији није било основног документа „потврда од Банке да су средства обезбеђена” коју Банка неће да изда пре него што закључи уговор са инвеститором.

Рад пројектаната, инвеститора и комисија за ревизију пројеката отежава и околност што се у задњих неколико година у Србији нико не стара о доношењу техничких услова, стандарда, привремених техн. прописа и сл.

Сматрамо да је крајње време да се нађе неки орган за путеве у Србији који би био надлежан да се стара о техн. прописима, стандардима и сл.

Негде нешто треба мењати а мислимо да су то оштри критерији које тражи републичка комисија за одобравање инвест. техн. документације и Банка пошто се у начину планирања и финансирања саобраћајница не може ништа да промени.

Чињеница је да се у Србији у задњих 7—8 година није догодило да је се на некој деоници пута обуставило започето грађење због недостатака финансијских средстава.

У овој па и наредних година ако остане на снази донети закон о инвестиционој изградњи објеката и правилник о садржини и техн. контроли инвест. техн. документације, ако остане досадашњи начин планирања и финансирања мораћемо свесно да грешимо у интересу изградње путева и испуњавања годишњих задатака како у погледу динамике грађења тако и у погледу утrophка средстава.

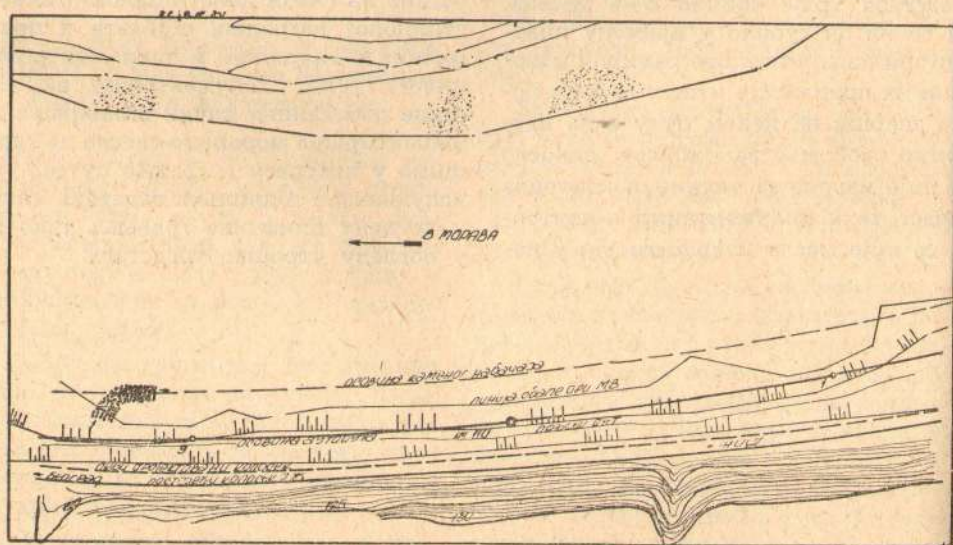
Инж. Борислав ПЕЈАКОВ

Осврт на извршени део аутопута кроз Багрдански теснац

Решење трасе и технички подаци

Један од изразито тешких потеза како за пројектовање, тако и за извођење, био је Багрдански теснац кроз који је аутопут завршен 1962. године. На врло ограниченом простору у дужини од 1.100 м, на којој се Велика

Морава и железничка пруга Београд—Ниш додирују, требало је лоцирати и део аутопута, а да се при томе не повреди ни један од прописаних елемената за пројектовање, а остане у границама најекономичнијег и технички — сигурног решења.



Сл. 1 ситуација

Након дужег студирања различитих варијаната, а после извршене ревизије пројеката, дато је коначно решење трасе овом потезу које је углавном задовољило све захтеве:

а) обезбеђена је брзина возила од 100 км/ч давањем двеју истосмерних хоризонталних кривина од $R = 1.200 \text{ м}$

6) дата је предвиђена ширина коловоза од 7,5 м' са ивичним тракама $2 \times 0,35$ м и банкинама $2 \times 0,900$, односно риголом 0.75 м.

в) железници је остављена могућност изградње дуплог колосека без икаквог померања у брдо

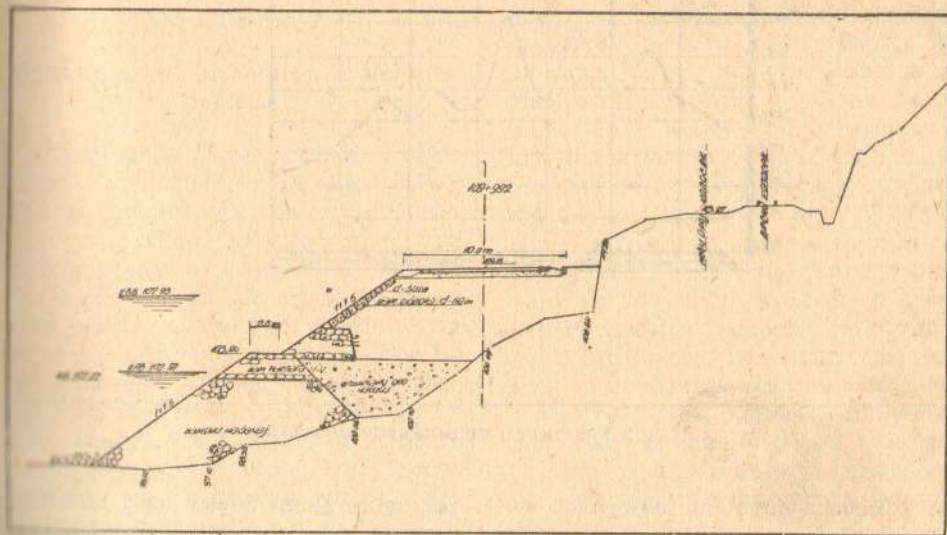
г) максимално су искоришћени постојећи објекти (потпорни зид према железничкој прузи)

д) континуитет пружања трасе је одржан и кроз теснац без оштријих хоризонталних прелома, па је тиме задовољен и естетски моменат.

Тако је овај критичан потез ауто-пута, обзиром на изузетно тешку конфигурацију терена решен на најбољи могући начин.

Коловозна конструкција је остала непромењена и на делу теснаца. Коловоз је цемент-бетонски дебљине $15 + 5$ см на слоју тампона $d = 31$ см на најтањем, узводном делу коловоза.

Усвајање ове врсте коловоза је на уверењу и пројектанта и ревизионе комисије да на овом делу не би могло доћи до евентуалног слегања.



Сл. 2 карактеристичан попречан профил пута кроз теснац

Međutim, radovi po ovom profi-
lisanom problemu provođenja kolskog
puta kroz tesnac koji je i ranije
na ovom potezu postojao. Projekatant je
prihvatio prolaz zaprežnih vozila

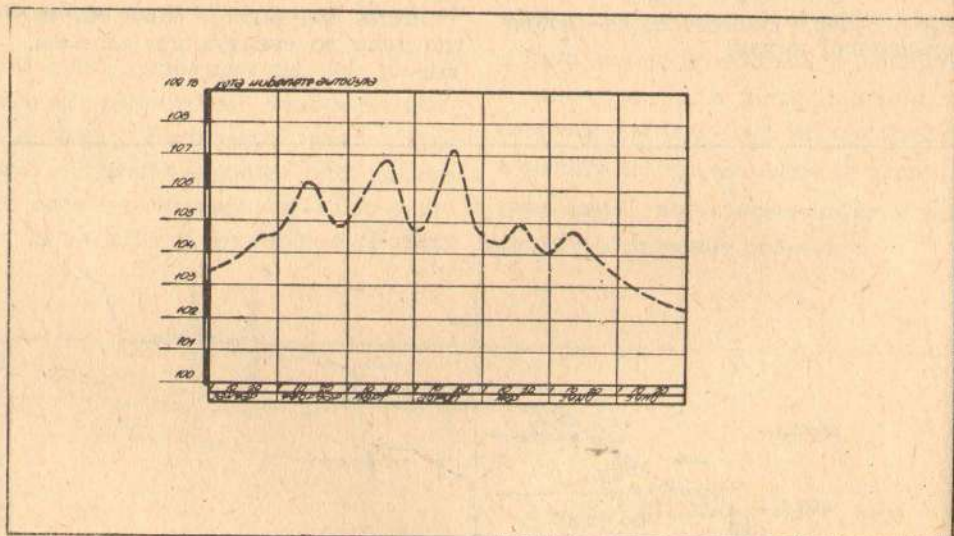
путем преко брда за атар Јаниште, но овај пут је због веома великог успона напуштен за колски саобраћај још пре 70 година када је просечен нови кроз теснај и локалне власти су се одлучно супроставиле таквом ре-

шењу у чему су и биле у праву. На њихову интервенцију, разматране су могућности провођења пољског пута кроз теснац, па је усвојена варијанта (од стране инвеститора) да се исти проведе преко берме, јер се варијанта са десне стране железничке пруге показала знатно скупљом. Овом изменом, берма од камене наслагe која је раније пројектована местимично, према потреби, провучена је целом дужином теснаца. Нагиб горње косине промењен је од 1 : 1,5 на 1 : 1,45, а све ово је изазвало промене у количинама и повећало предрачунску суму за Динара 20,006.000 динара.

Но, ни овом изменом није било све задовољено. Показало се, праћењем водостаја у теснацу, да ће пољски пут преко берме на коти 103,94 бити непролазан у току године 4—1 месеци, па је стављен приговор и на измену.

Инвеститор је преко надзорног органа на терену вршио осматрање водостаја у теснацу током целе 1962. године.

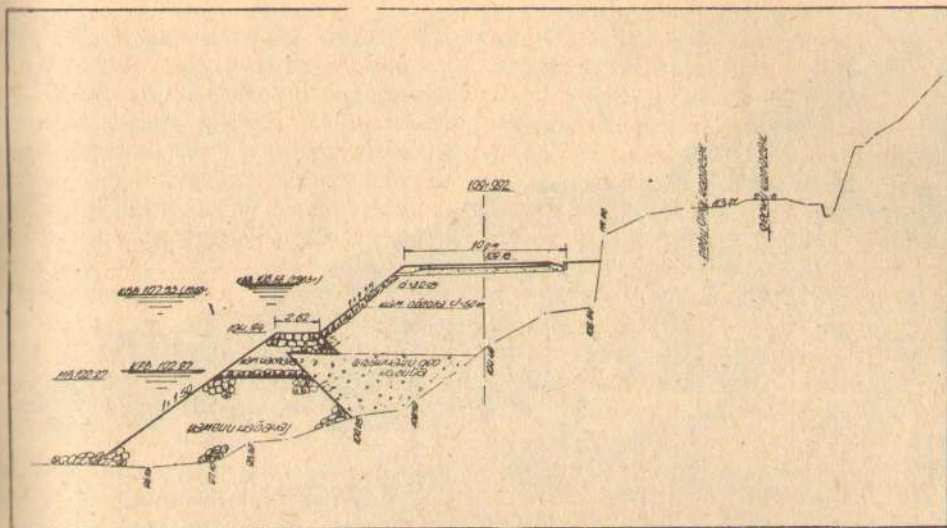
Из дијаграма се види да би пољски пут преко берме код водостаја у 1962. години, а при усвојеној коти 103,94, био непролазан око 5 месеци, док би за коту 104,94 био непроходан



Сл. 3 Графикон осцилације водостаја

око 2 месеца што би омогућило корисницима да несметано и на време обаве пољопривредне радове. Међутим, подизање берме за 1 м стајао би накнадних 16,000.000 динара, а то је са већ поменутиим повећањем од 20,000.000 динара знатно премашило расположива средства односно предрачунску вредност радова. Због тога је инвеститор, преко једне комисије извршио поновне измене на профили-

ма, подигавши берму за 1 м а избацивши неке, по оцени комисије, непотребне количине камене наслагe, односно набачаја, чиме су у односу на првобитно решење попречног профила и предрачунску вредност остварене и извесне уштеде, а да стабилност грађевине није доведена у питање. Дефинитиван изглед профила се даје на слици бр. 4.



Сл. 4 Коначно решење у попречном профилу
Профил који је дат у прилогу 3 урађен је дужином целог теснаца

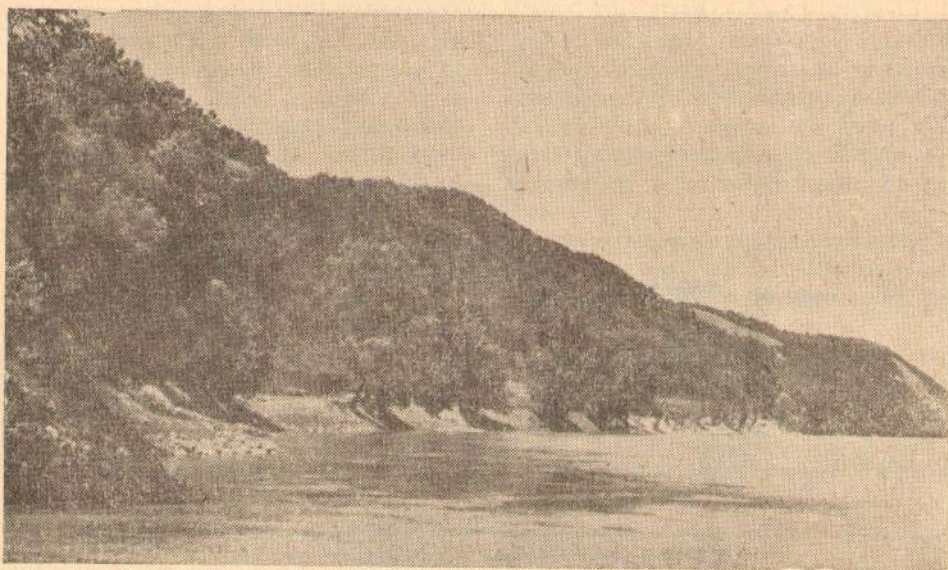
БАГРДАНСКИ ТЕСНАЦ ПРЕ
ГРАЂЕЊА

Проблеми код извођења и њихово решење

Обзиром на обим задатка и предвиђен рок завршетка радова било је и много различитих проблема. Требало је у кратком року добавити, пренети и уградити око 30 м³ камена, 20.000 м³ шљунка и приближно толико земље, дакле око 70.000 м³ материјала на потезу од 800 м. Рок завршетка свих радова био је 1. новембар 1962. године а рок почетка условљен водостајем Мораве. Из приложеног дијаграма о водостају у теснаку види се, да се није могло помишљати на било какав рад пре јуна месеца, све док се вода није спустила испод коте камене насlage. Практично, за довршење ове велике грађевине остало је свега 5 месеци што је, поима кратак, готово проблематичан рок, особито ако се има у виду скупоћу простора на коме су имали да се одвијају тако обимни радови. Сем тога, требало је наћи најјекономични-

је решење које је истовремено пружало и најбржи рад на подизању грађевине од каменог набачаја који се морао први урадити. Како је особина набачаја била удаљена од обале 13—15 м, а могућност депоновања каменог материјала на обали никаква, извођач је отпочео израду набачаја са чела искључиво машинским путем. Прво се довозио камени материјал и стоварао на чело грађевине у количини од 25—30 м³, а затим је наилазио булдозер и вршио разастирање до висине воде. Тек пошто је грађевина од набачаја насута изнад воде, могло се прићи изради шљунчаног дела насипа између обале и набачаја (в. попр. профил) који је сада служио као ослонац шљунковитом материјалу.

На овај начин урађена је цела грађевина од каменог набачаја. Рад су током јуна чешће прекидале кише, односно пораст водостаја изнад пројектоване горње коте набачаја, када су се машине повлачиле са објекта, тј. из корита Велике Мораве. У јулу је настао сушни период и радови су се даље несметано одвијали.



Сл. 5 Багрдански теснац пре грађења

Контролна испитивања и налази

По завршетку паралелне грађевине од каменог набачаја, приступило се изради шљунчаног дела насипа у кориту Велике Мораве. Један од проблема био је санација овог дела корита, јер се сондажним испитивањима показало да у приобалном појасу местимично има муља и до 2 м дебљине. Просечна дебљина иначе, била је око 1 м. Могућност избацивања овог муља расположивим средствима (багер) није постојала, јер је по саставу био веома фини, па је заједно са водом протицао кроз кашику багера. Довођење снажних црпки — рефулера — значило би допунско поскупљење радова за 11—12,000.000 динара. Одлучено је најзад да се шљунак кога је било у неограниченим количинама и блиским извориштима — са мало крупнијом гранулацијом насипа у воду, преко муља, све до коте радне воде, а затим вибрира. Вибрирање је вршено вибрационим ваљком од 4,5 т. са ударом

вибрације до 25 т. Избор на искључиво ово средство је пао због тога јер је већ после првих прелаза из шљунка почео да избија муљ, а у таквом гибљивом терену вибросоли и вибромаси су се заглављивали. Вибрирање је настављено уз стално досипање шљунка све док није извршена стабилизација и контакт насутог шљунка са шљунковитим дном корита реке. Напомиње се да је муљ избијао у великим количинама, па је после 2—3 дана рада довео читаво решење у сумњу, но већ трећег-четвртог дана материјал је почео да се стабилизује, па је 27. јуна извршено и прво контролно испитивање, које је дало следеће резултате: тражени модул стишљивости за I слој изнад коте радне воде био је $M_e = 350 \text{ кг/см}^2$ а постигнути код прва 4 опита — 402, 540, 612 па чак и 870 кг/см^2 што указује и на извесну уједначеност збијања. Код првог и другог слоја било је мало потешкоћа око прекорачења граница слегања код неких опита, иако је добијени модул стишљивости

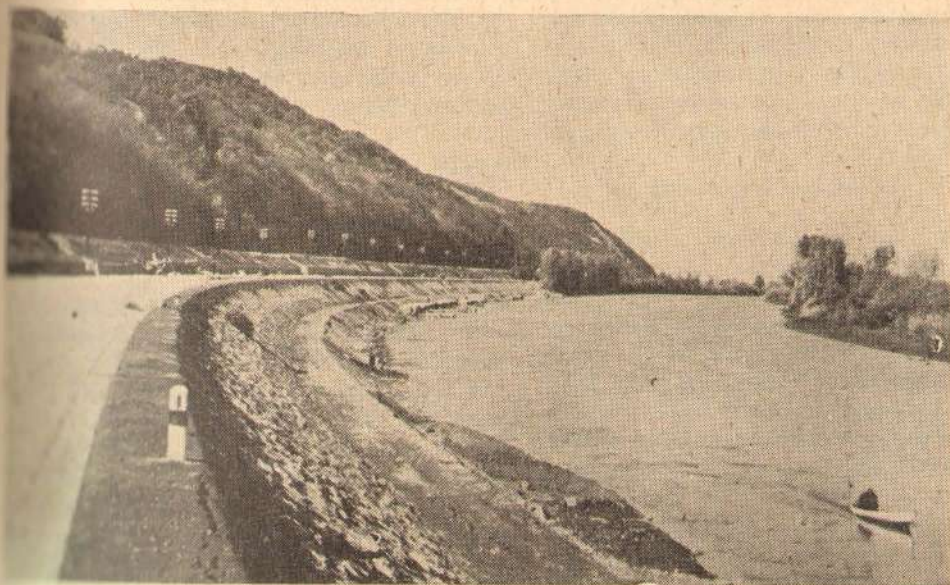
био изнад захтеване вредности од 350 kg/cm^2 . Но ова локална места су брзо санирана већ након неколико прелаза ваљком, а са подизањем насипа, резултати су се брже постигали. Како су изворишта шљунковитог материјала била близу, извођач је готово целу масу насипа урадио од истог.

Проблематично и тешко је било дотеривање нагиба косине набачаја под водом према пројектованом нагибу $1 : 1,5$ поготову када се узме у обзир да је просечна дубина воде била од $4\text{--}5 \text{ m}$ при нивоу мале воде. Камен крупноће од најмање $25\text{--}30 \text{ cm}$, није могао на тој дубини да се дотера према предвиђеном нагибу, па је мерењем профила код обрачуна, установљена велика изломљеност нагиба који се кретао од $1 : 1$ — $1 : 2$ на једном профилу. Дотеривање овог нагиба под водом није могло да се изведе, а накнадно додавање камени у циљу ове исправке није долазило у обзир,

па је косина набачаја према реци и остала таква.

Код израде камене наслаге и осигурања косина насипа калдрмом, није било проблема такве природе које је вредно овде поменути. Водило се само рачуна, при изради калдрме за осигурање насипа, да камен буде дотеран, уграђен по равној површини, без буња и комада који би штрчали и тиме изазвали вртложно кретање воде, створили могућност исисавања и поступног одношења насипа при високим водама, као и задржавање леда који би ударом могао да оштети камену облогу изваљивањем неког комада.

Најзад, као тешкоћу у раду помешаћемо и рашчишћавање терена по том укљештеном простору где је требало уклонити пањеве и дрвеће које је, код појединих комада, прелазило и 150 cm у пречнику стабла. Захваљујући тешким булдозерима (Д—с) и овај посао је, као и претходни са успехом и без незгода обављен.



Сл. 6 Багрдански теснац по изградњи Аутопута

БАГРДАНСКИ ТЕСНАЦ ПО ИЗГРАДЊИ АУТОПУТА

Закључак

Свима је још у сећању катастрофална поплава која је задесила поморавље фебруара и марта 1963. године када су и поред предузетих мера били поплавлени Ћуприја и друга места, а нови мост аутопута преко Мораве, озбиљно угрожен. Том приликом су се и у Багрданском теснацу наталожиле огромне насlage леда, као и у целом току Велике Мораве све до Дунава, а ова околност је изазвала и вероватно највећи забележени водостај у теснацу када је вода досегла коту од 108,55 што је било ниже од коте нивелете аутопута за свега 61 см.

Може се слободно рећи да је те године грађевина у Багрданском теснацу положила испит из стабилности и конструктивног грађења. Једина последица која је остала после повлачења леда и воде била је делимично оштећена и однешена банкаина. Ина-

че, камена грађевина кроз теснац остала је нетакнута. Ипак, било би добро извршити снимање корита поред набачаја и контролу спирања дна реке, јер матица кроз теснац пролази управо поред грађевине.

Проласком аутопута кроз теснац, смањен је протицајни профил код велике воде за 100 м² просечно а на неким профилима ово смањење иде и до 170 м². Сасвим је сигурно да су ова смањења, поред специфичних околности у 1963. години имала утицаја на тако висок водостај у теснацу. Највећи забележени водостај у теснацу био је 3. маја 1958. године, када је ниво ВВВ досегао коту од 107,93. У односу на овај водостај, 1963. је порастао још за 62 см., а на то је несумњив утицај имало и смањење протицајног профила.

Из изложеног се види да би требало, без одлагања предузети мере да се на потезу теснаца обезбеди протицајан профил велике воде и иста сведе на коту са којом је пројектован аутопут, како не би дошло до евентуалних изненађења.

Инж. Предраг БРАУНОВИЋ

Место и функција доње подлоге у коловозној конструкцији

Савремено пројектовање и грађење путева се све више ослања на научне поставке и егзактне методе код дефинисања конструктивних елемената и решавања пута у целини. Сложени утицај и савремени захтеви којим пут у својој функционалности треба да одговори, упућују стручњака на темељну студију сваког појединог решења. Од степена исправности одређеног решења зависиће у којој мери је задовољена функционалност, квалитет а посебно економичност реализованог пута. — Како су реперкусије овог проблема на решавању пута веома далекосежне, то се овим питањима треба поклонити одговарајућа пажња.

За нашу путно-грађевинску праксу карактеристично је релативно брзо прихватање и увођење савремених метода и поступака у раду на путевима. Док је новина као концепција и идеја од наше стручне јавности најчешће правилно схваћена и постављена, то се у даљем раду на адаптацији и примени чине већа или мања одступања која често у условима градилишта доводе до импровизација. Овакве појаве су још више подстакнуте непостојањем јединствене техничке регулативе, која би позитивним стандардима, прописима и критеријумима у великој мери отклонила постојеће експецесе.

По свом значају у општој проблематици постављања и решавања пута, коловозна конструкција свакако заузима најважније место. Својим местом и функцијом у саставу пута, коловоз, треба кроз постојаност и отпорност на деформације да обезбеди егзистенцију пута. Као такав, представља најквалитетнији а у исто време најскупљи део пута. Трошкови, којим коловоз оптерећује коштање пута у целини, крећу се од 30—70%, што је у случајевима јаких коловозних конструкција само наглашеније. — Стога су и највеће могућности на плану економичнијег грађења путева у анализи коловоза и адекватном решавању коловозне конструкције.

Елементи коловоза;

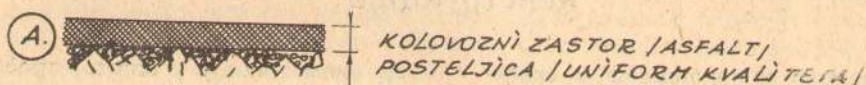
Да би се пришло материји која је предмет овог излагања, укратко ћу подцртати неке од карактеристика коловоза. По дефиницији, коловоз је еквивалент конструкције која одговара саобраћајном оптерећењу (осовинско — по точку) и носивим карактеристикама постељице (основног материјала у трупцу пута). Остали утицаји који употпуњују решење (климатски, хидролошки и др.), даће само варијације основних елемената коловоза у смислу јаче или слабије конструкције.

За установљена гранична оптерећења возила на путевима (осовинска или по точку) еквивалент подлоге ће углавном зависити од физичко-механичке отпорности земљаног материјала постељице. Код овакве поставке разликују се три основна облика коловозне конструкције (в. сл. 1.) односно, када је:

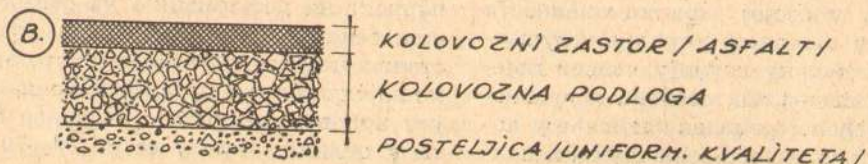
А. Постељица одлична: (труп пута у стени или од камена одличне грануларације) Еквалент подлоге је минимална конструкција која се решава само постављањем коловозног застора (најчешће асвалт).

Б. Постељица добра: (труп пута од земљаних материјала ниске пластичности као камените, шљунковите и

POSTELJICA • ODLIČNA



POSTELJICA • DOBRA



POSTELJICA • SLABA



SL. 1 OSNOVNI OBLICI KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE

песковите земље са или без прашинасто — глиновитих примеса) Еквалент подлоге је конструкција средње јачине и решава се разлагањем на горњи — коловозни застор и доњи слој — коловозну подлогу.

Ц. Постељица слаба: (труп пута од земљаних материјала средње до високе пластичности, најчешће из група прашинасто — глиновитих земљишта) Еквалент подлоге је конструкција знатних димензија и решава се раз-

лагањем на коловозни застор, горњу и доњу подлогу. (в. слику бр. 1.)

Облик коловозне конструкције дефинисан под тачком „Ц“ представља општи тип решења а у исто време најзаступљену форму коловозне конструкције у пракси. Остали облици објашњени под „А“ и „Б“: су варијанте основног облика у повољнијим условима и вишим квалитетима материјала у постељици и трупцу пута.

У табели (I) дате су оријентационе јачине коловозне конструкције, која даје слику односа елемената коловозне конструкције и контурне величине истих, за случај 9—то тонског осовинског оптерећења и различитог материјала постељице изражено преко „А“ — класификације.

I ТАБЕЛА

Оријентационе дебљине флексибилне коловозне конструкције за 9-то тонско осовинско оптерећење (4,5 тона по тачку)

Земљ. група класификација	A-1-a см	A-1-б см	A-3 см	A-2-4 см	A-2-5 см	A-2-6 см	A-2-7 см	A-4 см	A-5 см	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Коловозни застор	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Горња подлога	0	12,5	12,5	12,5	15	15	15	20	20	20	20
Доња подлога	0	0—15 (а)	0 (б)	0—15 (а)	0—20 (а)	0—25 (д,е)	0—25 (д,е)	5—35 (ц,е)	10—35 (д,е)	0—35 (д,е)	0—35 (д,е)
Укупна дебљина	5	17—33	17—5	17—33	20—40	20—45	20—45	30—60	35—60	25—60	25—60

а. Не захтева се доња подлога преко А—1—а, А—2—5 материјала где нема дејства мраза и где је ниска подземна вода. На подручјима изложеним утицају мраза, или где је подземна вода близу коловоза, примениће се максимална дебљина.

б. У случају fine гранулације А—2—4, А—3 земљаног материјала, често је потребно обрадити слојеве за неколико сантиметара.

Дефинисање доње коловозне подлоге

Према напред изложеном, доња подлога је редовно заступљена код јачих коловозних конструкција, односно где су релативно нижи квалитети материјала постељице и неповољнији климатско — хидролошки режим пута. — Најбитнији моменти који карактеришу функцију доње коловозне подлоге предпоставља испуњење следећих захтева, и то:

1. Да обезбеди перманентну и једнолику носиву моћ коловозне конструкције.

2. Да спречава и умањује штетно дејство мраза.

в. Преко А—4 и А—5 материјала прописана је минимална дебљина доње подлоге, састављена од камене ситнежи или сличног материјала. Максимална дебљина је потребна једино у подручјима изложеним мразу или где је подземна вода блиска површини.

г. На А—6 и А—7 не захтева се доња подлога, где је подземна вода перманентно нижа од коте са које може капиларна вода да доспе до подлоге.

Максимална дебљина се захтева где је висока подземна вода, а за А—6 земљу је дејство мрза велико.

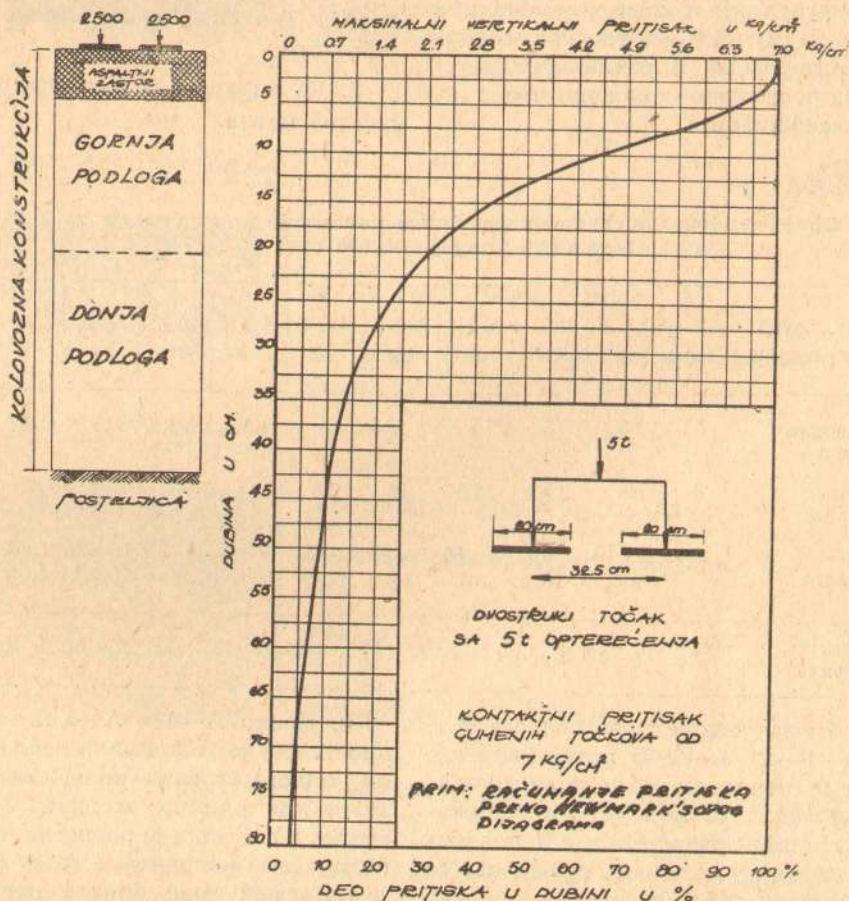
д. Земљишта А—4, А—7—5, А—7—6, А—6 и А—7 имају високу капиларност, и губе носиву моћ у натопљеном стању. Коловоз у случају усека на овом земљишту, захтева максималну дебљину доње доплоге.

3. Да отклони могућност акумулација воде у коловозној конструкцији.

4. Да ограничи ефекат промене запремине постељице и умањи ове утицаје на деформацију коловоза.

Објашњење у функционалности доње коловозне подлоге дато у тачкама 1—4, допуниће се следећим:

ад. 1. Својим местом у коловозној конструкцији, доња подлога прима део активне силе оптерећења точка возила на коловоз који у зони доње подлоге износи 10—30% контактног притиска на површину коловоза. Ово



Sl. 2 PRENOŠENJE - KONTAKTNOG PRITISKA U KOLOVOZNOJ KONSTRUKCIJI I POSTELJICI

предпоставља фиксне конструктивне квалитете доње подлоге како у механичким особинама тако и физичким карактеристикама материјала доње коловозне подлоге. (в. сл. 2).

ад. 2. Одређеним механичким и физичким карактеристикама материјала и дебљином слоја доње подлоге умањује се штетно дејство мраза. Стога материјал који изграђује доњу подлогу треба да је ниско пластичан (индекс пластичности $\max$: 5—10) и повољан однос прашинастих фракција у саставу основног материјала ($d_{0,074}$).

5). Овакве особине материјала обезбеђују инертност на промену стања влажности и спречавају комуницирање воде кроз материјал путем капиларности а тиме и дејство мраза. Својом конструктивном дебљином, доња подлога прима и преноси знатно ублажене површинске утицаје мраза на постељицу коловоза и труп пута.

ад. 3. Особине материјала доње подлоге описане под (2) елиминишу могућност допреме и акумулирања воде која својим присуством у коловозној конструкцији може да угрози стабилност а у условима смрзавања надимање и разарање коловоза.

ад. 4. Састав материјала постељице је најчешће од кохерентних земљаних материјала који су у већој мери осетљиви на промену стања влажности у трупу пута. Пошто имају наглашене пластичне особине то са променом садржаја влажности знатно бубре или се скупљају, односно, мењају запреминско стање. Ове промене се негативно одражавају на егзистенцију коловоза што се у великој мери ублажава слојем материјала доње подлоге.

Одређивање конструктивних карактеристика доње подлоге је предмет комплексних анализа код дефинисања решења коловозне конструкције. У те сврхе примењују се бројне теоретско-емпиричке методе, које с обзиром на сложеност утицаја на егзистенцију коловоза и пута дају релативно задовољавајуће резултате. Свака од ових метода базира се на саобраћајно-техничким карактеристикама пута и механичко-физичким особинама расположивих земљаних (локалних) и других (допунских) материјала код решавања коловоза пута. Климатско-хидролошки услови имаће одређен утицај код дефинисања коловозне конструкције, посебно у решавању доње подлоге. Основни елементи неопходни у анализи решења коловозне конструкције су:

1. Саобраћајно оптерећење:
— осовинско или по точку (t)
— фреквенција (број возила/дан)

2. Механичке и физичке карактеристике и отпорност на деформације материјала:
— постељице (локални, не обрађиван)
— доње подлоге (локални одабрани или побољшани)
— горње подлоге (локални или са стране, побољшан или обрађен)

3. Хидролошки услови терена:
— услови дренажа терена и пута
— режим површинских и подземних вода
— капиларне особине земљаног материјала у путу.

4. Климатски услови у рејону пута
— ефекат мраза (пенетрација)
— ефекат суше
— ефекат влажности

Елементи изложени под (1) и (2) дају основна решења коловозне конструкције док хидролошко-климатски фактори (3) и (4) модифицирају основно решење прилагођавајући га од-

ређеним условима. — У објашњењу анализе поступка на дефинисању доње подлоге послужићу се интерпретацијом преко познатих метода димензионисања коловозних конструкција.

А. Метода триаксијалне компресије: Ова метода заснива тумачење и одређивање еквивалента подлоге преко теорије еластичности и формирањем обвојница карактеристичних напона слома (по Mohr-у) за сваки посебан случај оптерећења точка возила. На основу добијених карактеристичних обвојница Mohr-ових кругова за различите групе земљаних материјала и оптерећења по точку, Texas Highway Department) Дирекција путева државе Тексас) усвојило је класификацију земљаних материјала постелице и флексибилних подлога, репрезентујући их преко 6 класа земљишта, тј. класа 1—6 (дијаграм. Свака класа материјала дефинише — одговарајуће конструктивне карактеристике коловозне подлоге, дајући за примењено осовинско (по точку) оптерећење, еквивалент коловозне конструкције.

Сам поступак дефинисања коловозне конструкције, односно, одређивање доње подлоге везан је за поједине фазе предходних теренских и лабораторијских истраживања и испитивања. Резултати анализа земљаних материјала даће податке за дефинисање коловозне конструкције а укључује следеће фазе у интерпретацији и то:

1. Истраживање локалних земљаних материјала погодних за израду доњег (постелица) и горњег (коловоз-

не подлоге) строја пута. При том се материјал анализира у свом оригиналном (не обрађеном) или пак модифицираном (механички или хемијски обрађен) стању.

2. Карактеристичне групе земљаних материјала (необрађени или обрађени) предодређене за израду постелице, доње или горње подлоге коловоза, издвајају се и над истим се спроводи испитивање методом триаксијалне компресије.*

3. Обрађени резултати триаксијалног опита уносе се у Mohr-ов дијаграм (посебан поступак) где преко кругова карактеристичних напона слоја добијамо — одвојницу (анвело-пу) кругова — карактеристичну криву испитиваног материјала.

4. Наношењем одвојнице на дијаграм за класификацију материјала (класе 1—6) интерполацијом вредности између класа материјала одређује се вредност класе земљаног материјала (на пр. кл. 3,7 — материјал доње подлоге, в. сл. 4).

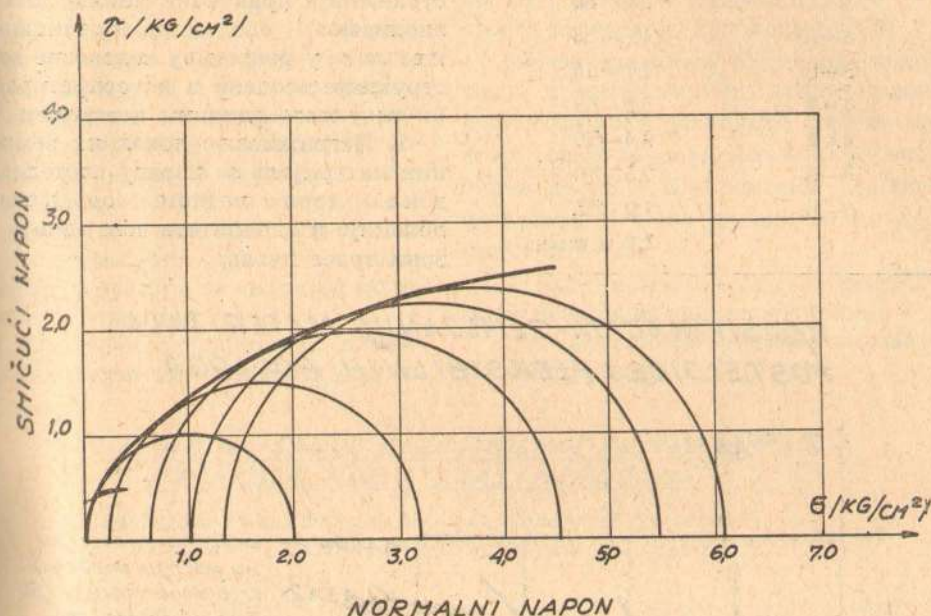
5. Са податком о класи испитиваног (расположивог) земљаног материјала и усвојеним осовинским (по точку) оптерећењем користећи дијаграм за анализу коловозне конструкције добија се еквивалент подлоге — конструкције у см, за сваки понаособ испитиван материјал (постелице, доње и горње подлоге).

На сл. 5 дат је пример димензионисања триаксијалном методом и анализа коловозне конструкције за конкретан случај испитиваних материјала (класа 5,2; кл. 3,7; кл. 2,6).

Сличним поступком у случају јачих димензија доње подлоге иста се

*) Триаксијални метод испитивања, своди се на то да се земљани узорак (стандардно припремљен) у цилиндру са гуменом мембраном (по ододу) и конјалном притиску који се повећава до слома узорка. Опит се понавља при разлн-стантисм бочном притиску (путем течности или гаса) излаже вертикалном акси-читим бочним притисцима. Репултати испитивања се анализирају графичким путем, преко Mohr-ових кругова у циљу одређивања кохезије и унутршањег трења земљаног узорка. Добивени резултати се користе да се преко различитих теоретско-емпиричких образаца одреди носива моћ земљаног узорка. Тексашки триаксијални метод димензионисања коловоза обрађен је од аутора Mc. Dowell-a).

ДВОЈНИЦА КРУГОВА КАРАКТЕРИСТИЧНИХ НАПОНА СЛОМА



31.3 MOHR-OVI KRUGOVI NAPONA

такође може разложити на два или више квалитативно различита слоја. Оно се постиже разним механичким (одабирањем материјала) или хемијским третманом (стабилизацијом) основног материјала доње подлоге а што ће такође условити смањење укупне дебљине коловозне конструкције базиране на анализи основних локалних материјала.

В. CBR* — МЕТОДА ДИМЕНЗИОНИСАЊА: Поступак интерпретације резултата извршеног CBR — опита је

сличан опису у претходној триаксијалној методи. Утврђивање CBR — вредности за један материјал своди се на упоређење пенетрације и притиска у односу на „стандардни“** — добро гранулисани туцанички материјал, као представника материјала високе носиве моћи. Постоји одређена корелација између CBR — вредности и аналогних класа материјала класифицираних преко триаксијалне (Texas) методе. Ради сагледавања овог паралелизма представљања, даће се ови односи у следећој табели:

* CBR = California Bearing Ratio (калифорнијски однос носивости).

Стандардни материјал дефинисан је следећим односом

Репрезентација	см	0,25	0,51	0,76	1,02	1,26
Станд. притисак	кг/см ²	70	105	134	152	184

ПРИМЕР: Узорак захтева притисак од 31,5 кг/см² да се постигне пенетрација од 0,25 см; носива вредност биће $(31,5/70) \times 100 = 45\%$ CBR — индекс = 45%.

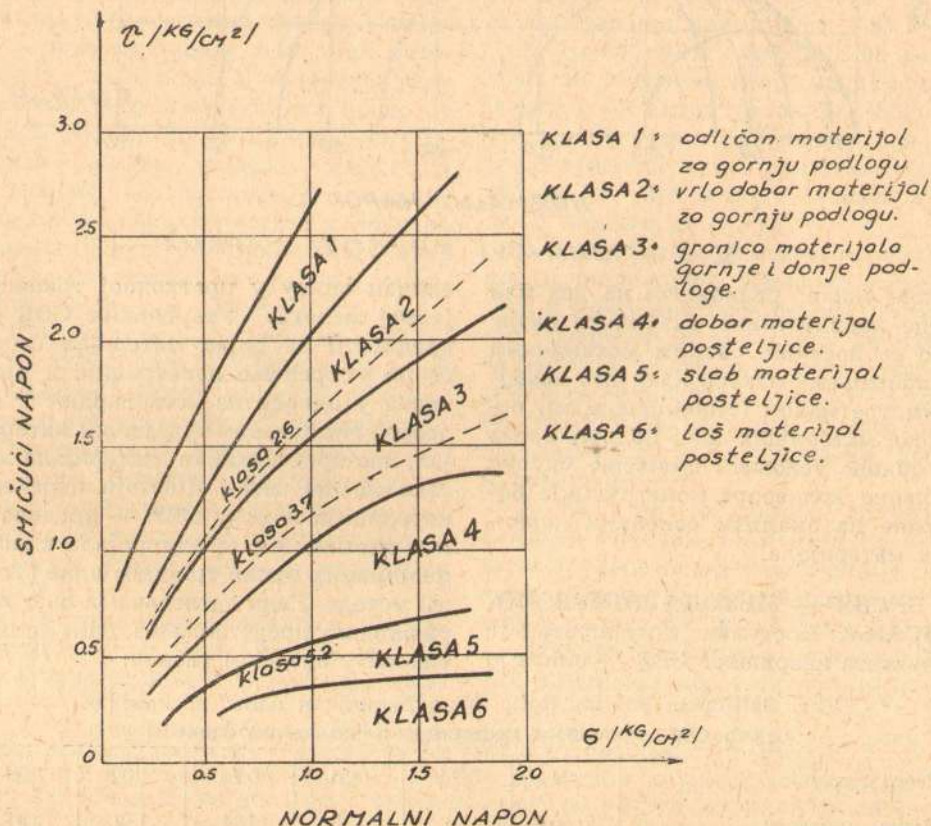
ДИРЕКЦИЈА ПУТЕВА
— TEXAS КЛАСАИНЖЕЊЕРИЈА
САД РАСПОН СВР

1	80 и више
2	38 — 80
3—А	15 — 38
3—Б	7,7 — 15
4—А	5,0 — 7,7
4—Б	3,4 — 5,0
5—А	2,5 — 3,4
5—Б	1,9 — 2,5
6	1,9 и испод

Указујући на анологију између ових двеју метода диференцирања материјала, хтело се нагласити да се данас у свету (ово су две најраспрострањеније практичне методе димензионисања) све више пречишћава комплекс у решавању коловозне конструкције свдећи и интерпретирајући резултате сличним поступком, тј.

1. Истраживање локалних земљаних материјала за израду постељице, доње и горње подлоге (одређивање локације и капацитета позајмишта у зони трасе пута).

KLASIFIKACIJA ZEMLJANIH MATERIJALA POSTELJICE I FLEKSIBILNIH PODLOGA



SL. 4 DIJAGRAM ZA KLASIFIKACIJU MATERIJALA

2. Одабирање карактеристичних група земљаних материјала (необрађених или обрађених) за извршење CBR — опита.

3. Са податком о CBR — вредности за поједине категорије расположивих материјала и усвојено осовинско оптерећење (предодређени запостељицу, доњу и горњу подлогу) користећи дијаграм са кривама за димензионисање по CBR — методи (сл. 7 варијаната инжењерије САД) долази се до еквивалента подлоге — коловозне конструкције за сваки од испитиваних материјала.

4. Полазећи од добијених димензија еквивалентних конструкција за

најмање носиве материјале (постељица) преко материјала доње и горње подлоге, долази се до диференцирања слојева горње и доње подлоге, застора; постељице коловоза (сл. 8).

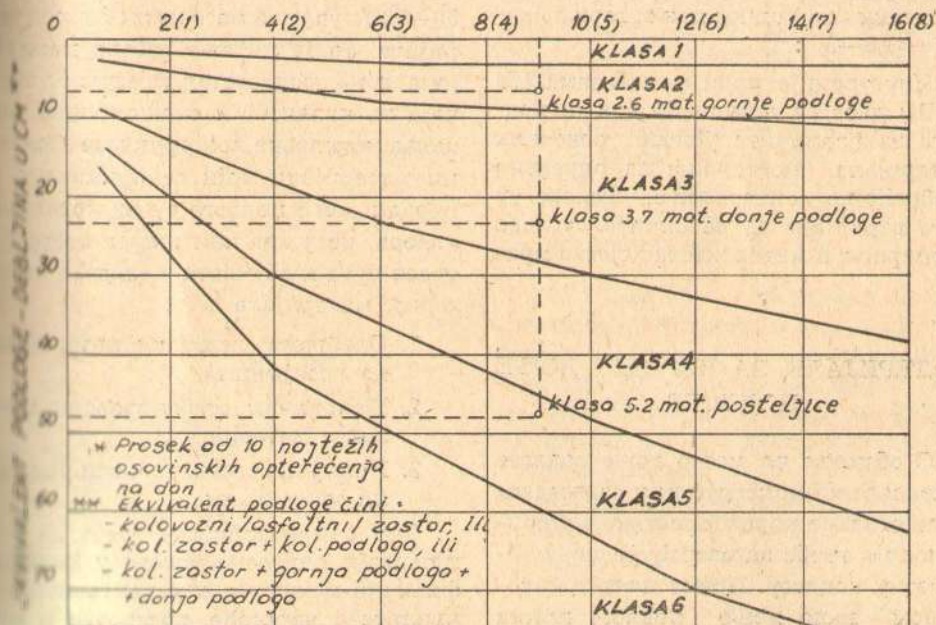
Значај правилног разлагања коловозне конструкције на квалитативно и функцијално различите слојеве застор, горња и доња подлога је необично велик. Шаблонским решавањем ових питања долази се до две крајности и то:

1. Предимензионисана — раскошна и неекономична конструкција,

2. Неквалитетна — слаба коловозна конструкција.

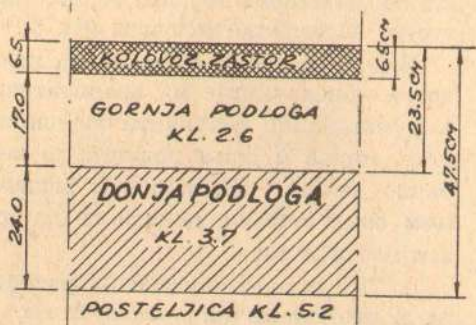
DIMENZIONISANJE FLEKSIBILNIH KOLOVOZA TRIAKSIALNOM (TEXAS) METODOM

OSOVINSKO / PO TOČKI / OPTEREĆENJE U TONAMA *
/ ZA VEK TRAJANJA PUTA OD 20-30 GOD. /



31.5 DIJAGRAM ZA ANALIZU KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE

TRIAKSIALNI METOD DIMENZIONISANJA



PRIMER *

opterećenje: 4.5 t/točku
 materijal postelje: klasa 5.2
 materijal donje podloge: klasa 3.7
 materijal gornje podloge: klasa 2.6

EKVIVALENT PODLOGE *

klasa: 5.2 - konstrukcija: 47.5 cm
 klasa: 3.7 " : 23.5 cm
 klasa: 2.6 " : 6.5 cm

SL.6 RAZLAGANJE PODLOGE NA ELEMENTE KONSTRUKCIJE

Како доња подлога представља највећу масу квалитетног материјала у коловозној конструкцији, то ће од правилног њеног постављања (решавања у великом зависити економичност коловоза) однос доња: горња подлога (1,5—3) : 1).

Илустрације ради у табелама (II) и (III) дате су димензије доњих подлога за различите услове основних материјала постелице за одређено саобраћајно оптерећење. Такође су дате варијанте за различите услове дренажа и интензитета дејства мраза.

МАТЕРИЈАЛИ ЗА ИЗРАДУ ДОЊЕ ПОДЛОГЕ

С обзиром на место доње подлоге у коловозној конструкцији сагледавају се основне карактеристике материјала који треба да изграђују доњу коловозну подлогу. Према напред изложеном нивоу доње подлоге прима

знатно ублажене спољне утицаје као таква предодређена је од материјала одговарајуће нижих али фиксних квалитета. Како у саставу коловозне конструкције учествује са око 50—70%, укупне масе потребних материјала, то је питање избора материјала доње подлоге од пресудног значаја за квалитет и економичност решења коловозне конструкције. Основни материјали који се примењују у изради доње подлоге су из локалних извора, из ужег или ширег подручја трасе пута и обухватају следеће категорије материјала и то:

1. Одабрани* земљани материјали из позајмишта,
2. Механички стабилизовани земљани материјали,
3. Хемијски стабилизовани земљани материјали.

Сви ови материјали треба да испуњавају одређене услове у погледу физичко-механичких карактеристика квалитета чврстоће, носивости и по-

*) Појам „одабрани“ земљани материјал означава природне мешавине шљунковито-песковитих земљаних материјала повољне гранулације тј. земљане групе по „А“ — класификацији од А-1; А-2 и А-3 земље.

стојаности за одређен климатско хидролошки режим на путу. Основне категорије материјала за израду доње подлоге изнешених под 1—3, допуниће се објашњењем и то:

ад. 1. Одабрани земљани материјали у практичном смислу представљају шљунковито (дробинасте) — песковите материјале са или без земљаног везива. Представници ових материјала су најчешће:

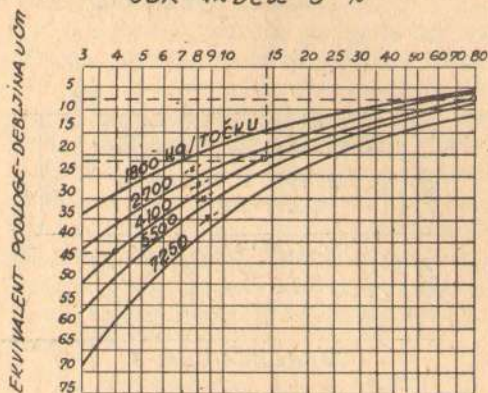
Шљунак: речни, мајдански, осушени, моренски, треба да испуни услове одговарајућег гранулометријског састава (густине) и ниску пластичност. Шљунак је типични представник материјала за доње подлоге наготову ако се обезбеђује из локалних позајмишта. Са већим или мањим одабирањем из природних депонија шљунчани материјал се може непосредно уграђивати у слојеве доње подлоге.

Прописана гранулација шљунка за доњу подлогу (Стандард Specification for sub-base materials — Min. H. way Dept.).

Пролаз кроз сито у %	Тип 4	Тип 4 А
3" (76 мм)	100	100
2" (50 мм)		
1" (25 мм)		
3/4" (19 мм)		
3/8" (9,5 мм)		
4 (4,76 мм)	45—100	45—100
10 (2,00 мм)	30—100	30—100
40 (0,42 мм)	5—50	5—35
200 (0,074 мм)	3—10*	3—10**
Индекс пластичности	0—6	0—6
Граница течности	max 25	max 25

Песак из подручја fine и равномерно гранулације са или минимум везива, потпуно неласти-

CBR-INDEX U %



Сл. 7 Криве за димензионисање по CBR методи

чан, представник (А—3) пескова речног или еолског порекла. Одличан је материјал за постељицу и доњу подлогу када је обезбеђен бочни потисак (укљештен — блокиран). Веома стабилан када је влажан а где је труп пута изграђен од овог песка не захтева доњу коловозну подлогу (в. табелу II и III). Гран. вредности:

- пролаз кроз сито отвора 0,42 мм — мин. 51%
- пролаз кроз сито отвора 0,074 мм — max. 10%
- групни индекс 0.

ад. 2. Све врсте природних или вештачких дробљених камених материјала у мешавини са земљаним везивом, где је скелетни материјал (ситнији од 50 мм а крупнији од 2,0 мм) од чврсте и једре стене и испуњава следеће услове:

- фракције ситније од 2,0 мм треба да садрже материјала ситнијег од 0,074 мм у границама — 15—45%.
- граница течности < 30
- индекс пластичности < 10

* Фракција материјала ситнијег од 0,074 мм не сме да је више од 50% од фракција прошлих кроз сито отвора 0,42 мм.

** Фракција материјала ситнијег од 0,074 мм не сме да је више од 40% од фракције прошлих кроз сито отвора 0,42 мм.

CBR - METOD DIMENZIONISANJA



PRIMER

opterećenje: 4.100 kg/točku
 materijal posteljice: CBR-4
 materijal odabrani: CBR-14
 drobljen kamen: CBR-80

EKVIVALENT PODLOGE

CBR-4 konstrukcija: 42.5 cm
 CBR-14: --: 22.5 cm
 CBR-80: --: 7.5 cm

SL. 9 RAZLAGANJE PODLOGE NA ELEMENTE KONSTRUKCIJE

Одличан је материјал за доњу подлогу, уколико је одговарајуће измењан и максимално збијен при оптималној влажности. Реч је о механички стабилизovanом материјалу, из локалних извора у већој или мањој мери поправљен додавањем недостајућих или одузимањем сувишних фракција (просејавањем или дробљењем). Гранулација основног материјала у широком подручју приближно дијаграму датом на сл. 9. (шљунак).

ад. 3. У подручјима дефицитним каменитим материјалима (равничарски терени) где су расположиви локални материјали претежно кохерентна земљишта (прашине, иловаче, глине) израда доње подлоге предодређена је хемијском обрадом ових материјала. Сходно примењеном везиву (хидрауличком или угљоводоничном) разликују се више практичних поступака стабилизације финих земљаних материјала, као:

Стабилизација цементом — представља економичну интервенцију на побољшању земљаних материјала из подручја пескова, прашина и песковито-прашинастих иловача, у сврху израде доње подлоге. Основни критеријуми су у степену пластичности примењеног материјала, тј.

граница течења < 40

индекс пластичности < 18

Стабилизација кречом — ефектно решава питање побољшања високопластичних земљи као иловача и глина у изради доње подлоге. Услови за примену креча је садржај глинених фракција у мешавини којих треба да је мин. 30%.

Стабилизација угљоводоничним везивима чији су представници разређени битумени и катрани успешно се примењују код финозрних пескова равномерне гранулације, дајући веома квалитетне доње подлоге. Реч је о стабилизацији пескова категорије А—3 материјала. Критеријум за примену је постизање потребног стабилитета мешавине и економичност извршења.

Хемијске интервенције набројаним везивима не искључују примену у грануларним и дробинастим материјалима који необрађени не испуњавају услове за уграђивање у доњу подлогу. Минималним хемијским третманом (креч, цемент, битумен) знатно се побољшавају елементарни квалитети основног материјала дајући висококвалитетна и економична решења доње подлоге.

Установљење потребних односа мешавина и везива за постизање одговарајућих квалитета је предмет лабораторијских анализа и прилагођавање решења позитивним критеријумима захтеваним на нивоу доње подлоге.

ЗАКЉУЧАК

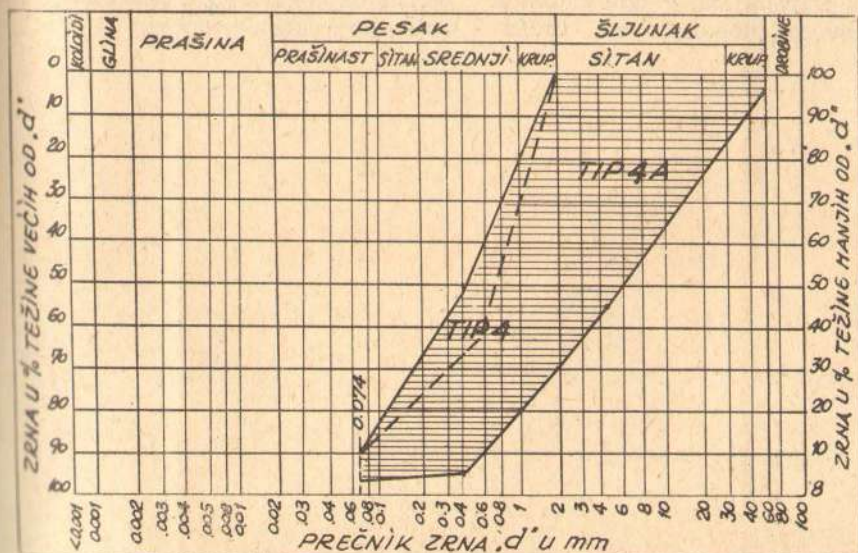
Реализацијом грандиозног задатка на изградњи аутопута „Братство-Јединство“ кроз нашу Републику, обогаћена је путнограђевинска пракса капиталним искуством. На овом великом делу уложен је напор читаве заједнице учешћем омладине на овој савезној акцији, стручних служби и организација као и читаве југословенске привреде да се аутопут изгради на одговарајућем техничком нивоу и у планираном року. Са задовољством се може констатовати да се на томе у потпуности успело. — Сумирајући резултате и искуства са ове ве-

лике практичне школе, идући у сусрет новим задацима на програму изградње путева у нашој земљи, потребно је учинити даље напоре у настојању да путеве још боље и брже градимо имајући стално на уму тежњу за технички потпунијим и економски прихватљивијим решењима. Са оваквим мотивом у закључку, дато је и излагање о месту и функцији доње подлоге у коловозној конструкцији, из кога би се могли извући следећи закључци:

1. Дефинисање доње подлоге је веома значајан део рада код пројектовања путева јер се то директно одражава на квалитет и економичност решења пута у целини.

2. Постоје практичне методе за анализу коловозне конструкције код одређивања адекватних техничких решења, што се не би смело изостављати код решавања коловоза.

3. Одређивање „просечне“ коловозне конструкције на бази просеч-



SL. 9 PODRUČJE GRANULACIJE ŠLJUNKA ZA DONJU PODLOGU

35—40% прашине	10	10	10	10	12,5	15	15	17,5	20	20	22,5	25
40—48% прашине	10	10	10	12,5	12,5	15	15	17,5	20	20	22,5	25
48—66% прашине	10	10	10	12,5	15	17,5	17,5	20	22,5	22,5	25	27,5
66—90% прашине	10	10	10	15	17,5	20	20	22,5	25	25	27,5	30

A—5

груп. индекс 0—1	10	10	10	12,5	15	17,5	17,5	20	22,5	22,5	25	27,5
груп. индекс 1—3	10	10	10	15	17,5	20	20	22,5	25	25	27,5	30
груп. индекс 3—6	10	10	10	17,5	20	22,5	22,5	25	27,5	27,5	30	32,5
груп. индекс 6—12	10	10	10	20	22,5	25	20	27,5	30	30	32,5	35

них квалитета материјала постељице је непотпуност, јер редовно дају екстремна решења било да је у питању предимензионисана (скупа) конструкција или пак слабо решење.

4. Третирање постељице коловоза као прелазног слоја између конструкције и трупа пута предпоставља њене фиксне и униформне квалитете. Одабирањем или пак обрадом земљаног материјала на овом нивоу, постиже се жељени ефекат а редовно предпоставља мање димензије коловозне конструкције (пример: CBR—3, конструкција 57 см; CBR—5 конструкција 43 см, за исто усвојено оптерећење по точку).

5. Разлагање еквивалента подлоге на горњу и доњу подлогу и стриктно диференцирање квалитета и димензија позитивним методама гарантује удовољење критеријума функционалности и квалитета.

6. Материјал за израду доње подлоге треба обезбедити редовно из локалних извора јер већина основних земљаних материјала у оригиналном или обрађеном (побољшаном, стаби-

лизованом) стању дају задовољавајуће квалитете и најекономичније решење за доњу коловозну подлогу.

7. Ограничен обим претходних термских истраживања и испитивања приручних материјала за грађење резултира често у површном решавању и скупој реализацији објекта.

8. Непотпуности у претходним истраживањима и испитивањима од стране једног извођача, још више се наглашавају приликом пројектовања од стране друге организације, где изостаје адекватна интерпретација расположивих података и добијених резултата.

На крају, желим поново да истакнем недостатак јединствене техничке регулативе из области истраживања и испитивања путно грађевинских материјала, стандардних техничких прописа за пројектовање и грађење, што у великој мери отежава ефикасан рад на нивоу оперативних послова а што се вишеструко неповољно одражава на квалитетно и економично грађење путева.

ТАБЕЛА
ОРИЕНТАЦИОНЕ ДЕЉБИНЕ ДУБЕ ПОДЛОГЕ КОДОВОЗА 9-го ТОНСКО ОСОВИНСКО ОПРЕЂЕЉЕ И ФРЕК-
ВЕНЦИЈОМ ПРЕКО 160 КАМИОНСКИХ ВОЗИЛА НА ДАН (у см)
* МИНИМАЛНЕ ДЕЉБИНЕ ГОРЊЕ ПОДЛОГЕ И КОДОВОЗНОГ ЗАСТОРА:

КАМИОНСКИ САОБРАЋАЈ 160—400 воз/дан : 27,5 см
КАМИОНСКИ САОБРАЋАЈ 400—800 воз/дан : 30,0 см
КАМИОНСКИ САОБРАЋАЈ 800 или више/дан : 32,5 см

Материјал постелице — класификација —	Добро дренир.			Прилич. дренир.			Слабо дренир.			Лоше дренир.		
	ср. пенетрац. мраза у см.			ср. пенетрац. мраза у см.			ср. пенетрац. мраза у см.			ср. пенетрац. мраза у см.		
	0-45	45-90	90-135	0-45	45-90	90-135	0-45	45-90	90-135	0-45	45-90	90-135
A-1-a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A-1-b	0	0	0	0	0	0	7,5	10	12,5	10	12,5	15
A-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A-2-4	0	0	0	0	0	0	7,5	10	12,5	10	12,5	15
A-2-5	0	0	0	0	0	0	10	12,5	15	15	17,5	20
A-2-6	0	0	0	0	0	0	15	17,5	20	22,5	22,5	22,5
A-2-7	0	0	0	0	0	0	15	17,5	20	22,5	22,5	22,5

A-4

30—35% прашина

10 10 10 10 10 12,5 12,5 15 17,5 17,5 20 22,5

ТАБЕЛА

ОРИЕНТАЦИОНЕ ДЕБЉИНЕ ДУБЕ ПОДЛОГЕ КОЛОВОЗА 9-ТО ТОНСКО ОСОВИНСКО ОПРЕЂЕЉЕ И ФРЕК-
ВЕНЦИЈОМ ПРЕКО 160 КАМИОНСКИХ ВОЗИЛА НА ДАН (у см)

* МИНИМАЛНЕ ДЕБЉИНЕ ГОРЊЕ ПОДЛОГЕ И КОЛОВОЗНОГ ЗАСТОРА:

КАМИОНСКИ САОБРАЋАЉ 160—400 воз/дан : 27,5 см
КАМИОНСКИ САОБРАЋАЉ 400—800 воз/дан : 30,0 см
КАМИОНСКИ САОБРАЋАЉ 800 или више/дан : 32,5 см

Материјал постелице — класификација —	Добро дренир.			Прилич. дренир.			Слабо дренир.			Лоше дренир.		
	ср. пенетрац. мраза у см.			ср. пенетрац. мраза у см			ср. пенетрац. мраза у см			ср. пенетрац. мраза у см		
	0-45	45-90	90-135	0-45	45-90	90-135	0-45	45-90	90-135	0-45	45-90	90-135
A-1-a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A-1-b	0	0	0	0	0	0	7,5	10	12,5	10	12,5	15
A-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A-2-4	0	0	0	0	0	0	7,5	10	12,5	10	12,5	15
A-2-5	0	0	0	0	0	0	10	12,5	15	15	17,5	20
A-2-6	0	0	0	0	0	0	15	17,5	20	22,5	22,5	22,5
A-2-7	0	0	0	0	0	0	15	17,5	20	22,5	22,5	22,5

A-4
30—35% прашине
10 10 10 10 10 12,5 12,5 15 17,5 17,5 20 22,5

Лабораторијска испитивања шљунковито песковитих материјала обавијених битуменом по топлем поступку

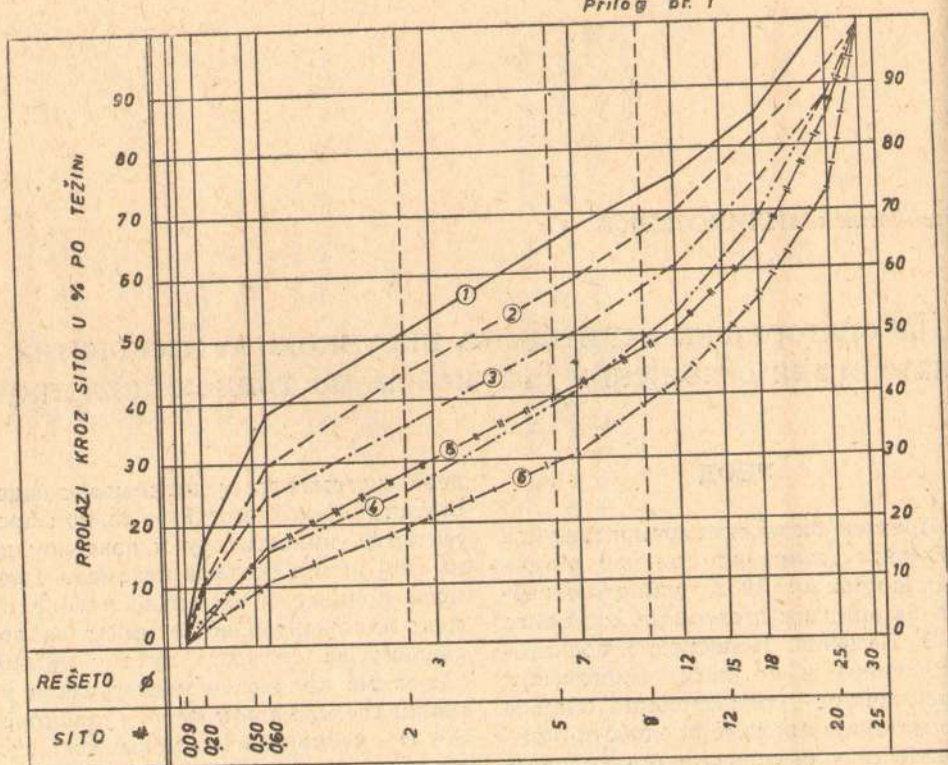
УВОД

Примена битуменизираног шљунка у Европи датира од пре пар година када је први пут 1952. године употребљен на опитним деоницама код Lahra — З. Немачка. Непосредно после овога пошто је по свим економским и техничким показатељима оцењен као материјал велике вредности, примењује се у свим видовима коловозних конструкција почев од пољопривредних и сеоских путева, до најмодернијих аутопутева са највећим саобраћајним оптерећењем. Код нас у земљи битуменизирани шљунак било по топлем или хладном поступку почео се примењивати од 1957. године. Уз употребу битуменизираног шљунка до данас је изграђено више стотина километара коловозне конструкције било да је битуменизирани шљунак употребљен као биндер или носећи слој. Међутим, иако је битуменизирани шљунак нашао овако велику примену код нас, до данас нису спроведена систематска лабораторијска испитивања, која би омогућила да се овај материјал оцени у квалитетном смислу. До сада извршена испитивања односе се на конкретне случајеве и не могу се узети за доношење општих закључака о квалитету овог новог материјала. Неспрове-

дена систематска испитивања и недостатак прописа омогућује сваком пројектанту, инвеститору и извођачу да на свој начин третира квалитет и доноси прописе и техничке услове по свом нахођењу. Ово је имало за последицу да су често пута у нижим слојевима коловозне конструкције уграђиване мешавине високе стабилности (тј. неекономичне мешавине), док су се у другим случајевима уграђивале мешавине у вишим слојевима мање стабилности (недовољно носиве мешавине). У циљу да се испитају утицаји појединих компонената које утичу на физичко-механичке карактеристике битуменизираног шљунка обрађеног по топлем поступку и да се на тај начин оцени квалитет овог материјала, спроведена су лабораторијска испитивања на већем броју узорака. Испитивања су вршена у више праваца и имала су за циљ да се утврде промене физичко-механичких карактеристика готове асфалтне мешавине рађене по топлем поступку са битуменом у зависности од следећих компонената:

- врсте и количине битумена
- гранулометријског састава мешавине
- количине каменог брашна
- температуре неговања узорка

Prilog br. 1



br mešavine	% učešća frakcija					
	1	2	3	4	5	6
„Dunavac“	20	10	10	5	—	—
„0-3“	36	40	30	23	33	22
„3-7“	14	10	12	15	10	10
„7-15“	10	18	15	18	11	18
„15-25“	20	22	33	39	46	50

— количине dodatka drobljenog materijala

У даљем излагању дати су резултати појединих испитивања.

А. Испитивање појединих компонената које улазе у састав асфалтне мешавине.

Испитивање битумена

Сви битумени који су употребљени за израду мешавина претходно су испитани према ЈУС-у. Овде дајемо

само резултате испитивања тачке размекшавања и пенетрације.

Ознака битумена	Резултати испитивања			
	Тачка размекшавања	Пенетрација	После 5 ч. жарења Тачка размекшавања	Пенетрација
40/200	42	180	44	100
45/120	43	123	45	120
50/75	52	73	55	40
65/25	61	29	65	10

Према овим испитивањима битумени са којима су вршене лабораторијске пробе одговарају стандарду за битумен.

Испитивање агрегата

Агрегат са којим су рађене мешавине био је пореклом „Моравац“ опран и одвојен на следеће фракције:

0—3; 3—7; 7—15 и 15—30 мм. Свака фракција посебно просејана је кроз систем лабораторијских сита и одређена линија просејавања. Камено брашно које је додавано природном шљунку било је пореклом из „Аранђеловца“ и то два пута млевено. Гранулометријски састав појединих мешавина као и специфичне тежине дате су у табели која следи:

Ознака фракција	Пролази кроз сита у % тежина										Специф. тежина
	1,06	0,09	0,2	0,6	2	Ø7	12	15	25	30	
Филер	58,67	78,90	98,45	99,70	100	100	100	100	100	100	2,65
Дунавац	0,42	3,58	63,58	99,68	100	100	100	100	100	100	2,61
Моравац											
0—3	0,76	1,56	13,50	45,66	83,83	100	100	100	100	100	2,57
3—7					0,40	72,3	100	100	100	100	2,64
7—15					4,30	9,96	52,4	78,7	100	100	2,56
15—25							0,86	3,51	45,5	96,0	2,59

стављене су без филера али уз учешће песка „Дунавца“.

Линије гранулометријског састава дате су у прилогу бр. 1. Мешавине су рађене са различитим битуменима и то бит. 40/200; 45/120; 50/75 и 65/25 и са различитим процентима битумена и то: 2,5; 3,0; 3,5; 4,0 и 4,5%.

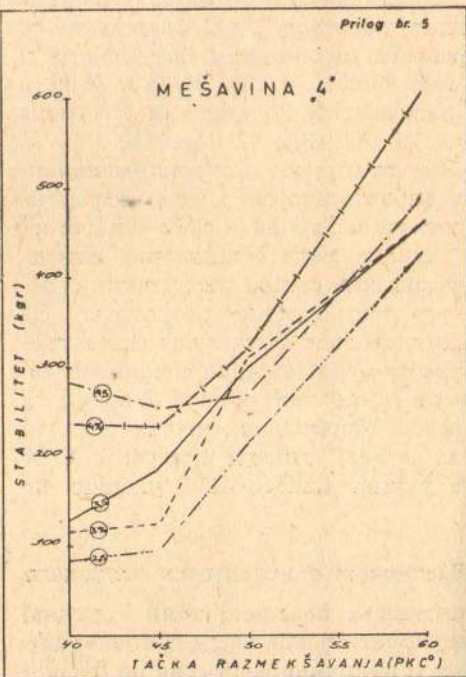
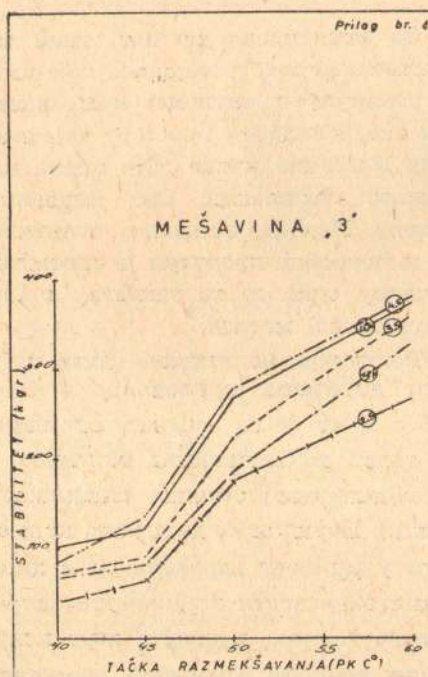
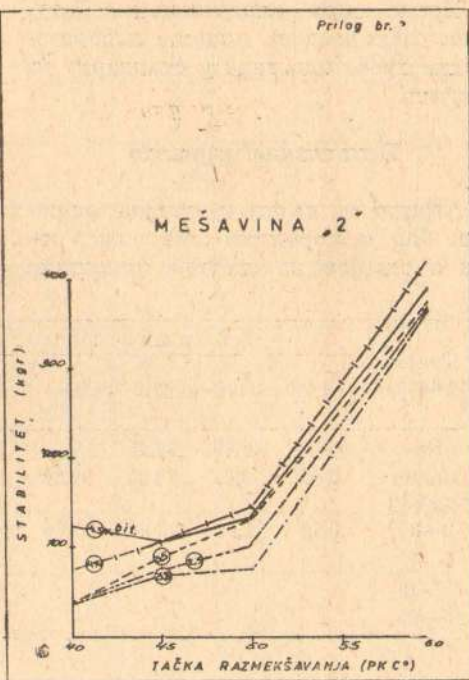
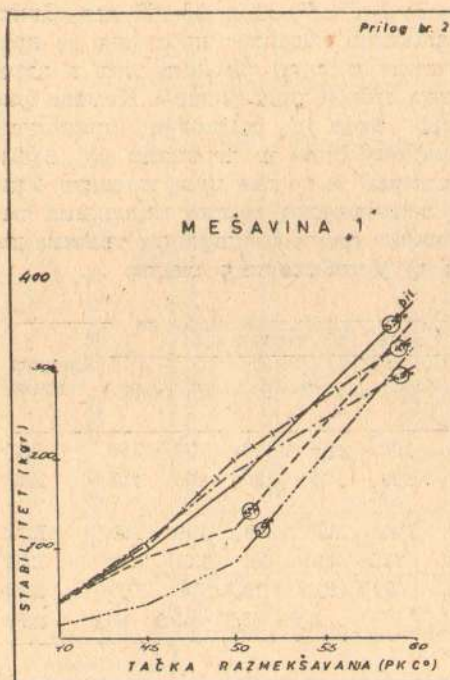
За испитивање физичко-механичких карактеристика готове асфалтне мешавине освојена је због једноставног начина рада Маршалова метода мада она има својих негативних страна јер доста расипа резултате. За сваки проценат битумена једног гранулометријског састава мешавине израђена су по три узорка. Узорци су набијани Маршаловим путем и то тако да је број удараца износио 2×50 што укупно износи 100 удараца по

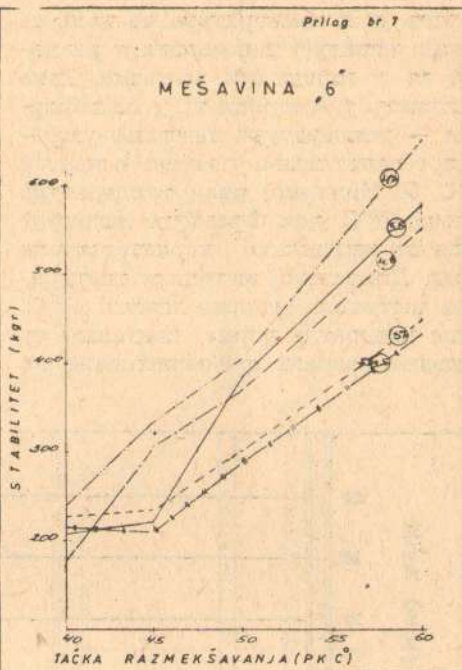
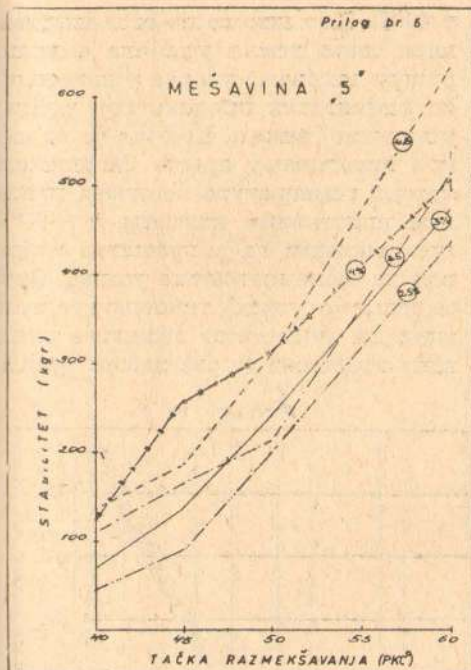
ко-механичка својства битуменизованог шљунка“.

За испитивање по овој теми састављено је шест мешавина које имају различите гранулометријске линије а све се налазе у простору које омеђују граничне криве дате према немачким прописима. Ове мешавине узорку. Израда, неговање, испитивање и потребни прорачун је спроведен у свему како се то захтева према Маршаловој методи.

Резултати испитивања дати су у виду дијаграма (прилози бр. 2, 3, 4, 5, 6 и 7) где је на апсцисну осу нанета тачка размекшавања битумена, а на ординантној осовини стабилности у (кг). Поред ових дијаграма који су дати у прилогу израђени су и дијаграми зависности стабилности запреминске тежине, процента пора испуњених везивом, процента заосталих

В. Испитивање асфалтних мешавина
Испитивања по првој теми „утицај гранулометријског састава мешавине, врсте и количине битумена на физич-





пора и течења од врсте и количине битумена. Међутим, ови дијаграми због ограничености простора у овом излагању нису дати.

Испитивања по другој теми; Утицај количине каменог брашна на физичко-механичке карактеристике готове асфалтне мешавине.

За испитивање по овој теми усвојена је једна мешавина и то мешавина „5” (видети прилог бр. 1) и њој додавани различити проценти каменог брашна и то: 2, 4, 6, 8%. Дијаграми гранулометријског састава дати су у прилогу бр. 8.

За сваки опит тј. за сваки проценат битумена једног гранулометријског састава са одређеним процентом каменог брашна израђена су по три узорка. Узорци су рађени и испитивани према Маршаловој методи.

Резултати испитивања по другој теми дати су у облику дијаграма зависности стабилности од садржаја ка-

меног брашна и врсте и количине битумена, као и у облику дијаграма зависности стабилности од тачке размекшавања за различите проценте каменог брашна и битумена. Ови дијаграми су дати у прилозима бр. 9 до 16.

Поред ових дијаграма који су дати у прилогу израђени су и дијаграми зависности стабилности, запреминске тежине, процента пора испуњених везива, процента заосталих пора и течења од врсте и количине битумена. Међутим, ови дијаграми због ограничености простора у овом излагању нису дати.

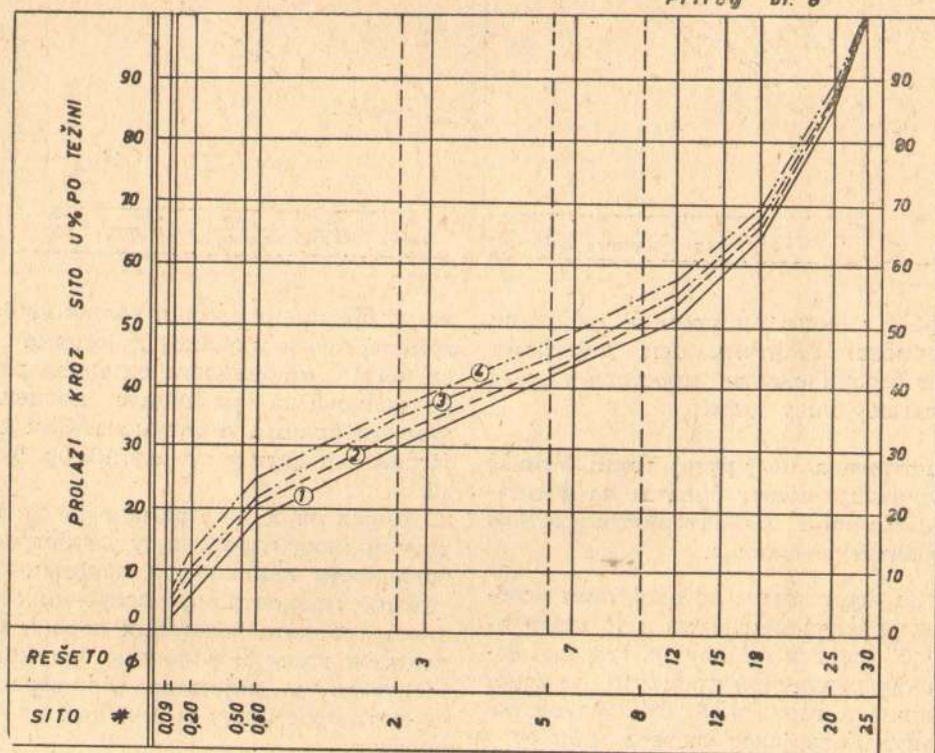
Испитивање по трећој теми „Утицај температуре неговања узорака на физичко-механичке карактеристике готове мешавине”.

Код асфалтних мешавина температура игра велику улогу јер је стабилност а самим тим и носивост варијабилна од температурних промена. Ра-

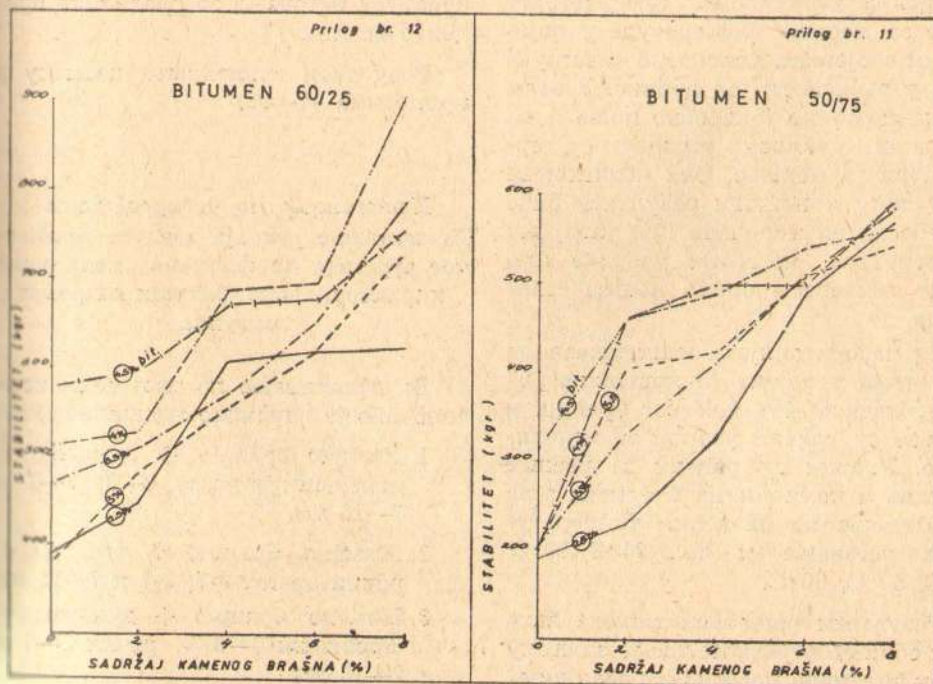
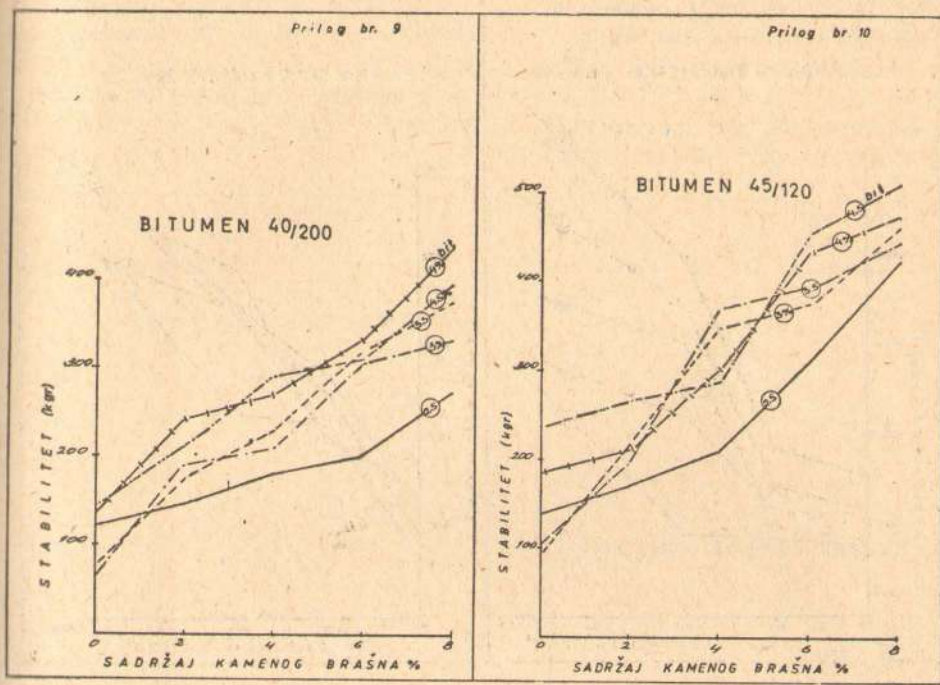
ди тога је и температура на којој се узорци испитују нормирана и разликује се у појединим земљама. Тако на пример у Америци тј. у Калифорнији — температура неговања узорака пре испитивања усвојена и износи 60°C . У Немачкој ова температура износи 40°C , док Французи испитују физичко механичке карактеристике према Дириезевој методи и температура неговања узорака износи 18°C . Наше предратне норме захтевале су неговање узорака пре испитивања на

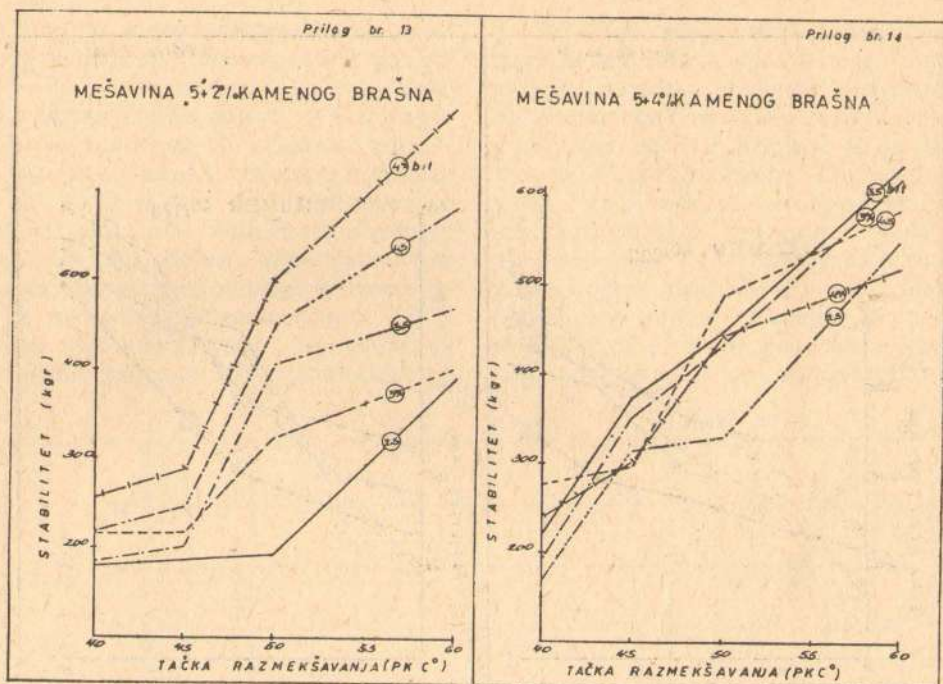
т 40°C . Као што се из овог излагања види свака земља усвојила је температуру неговања узорка у зависности од климатских прилика које владају у дотичној земљи. Код нас је до сада при испитивању према Маршаловој методи температура неговања приликом испитивања износила т -60°C , што сматрамо да је преопштра с обзиром на наше климатске услове. Да би се испитао утицај температуре неговања на стабилност асфалтне мешавине извршена су ова лабораторијска

Prilog br. 8



br. mešavine	% učesća frakcija			
	1	2	3	4
filtr	2	4	6	8
0-3	33	33	33	33
3-7	10	10	10	10
7-15	8	11	11	11
15-30	44	42	40	38





испитивања. поред ових чисто лабораторијских испитивања предузете су мере за мерење температуре у појединим слојевима коловозне конструкције у зависности од дубине. У овом циљу израђено је пробно поље и на појединим дубинама уграђени су термометри за мерење. Ова испитивања су у току и њихови резултати биће интересантни нарочито при усвајању температуре неговања узорака која ће се захтевати према нашем стандарду.

За лабораторијска испитивања по овој теми усвојена је мешавина „5” са додатком 4% каменог брашна и са њом су рађени узорци за испитивање. Узорци су рађени са разним врстама и количинама битумена а за испитивање на следећим температурама неговања и то: 20°C, 30°C, 40°C, 50°C, 60°C.

Резултати ових испитивања дати су у облику дијаграма где је за сваку врсту битумена посебно израђен дија-

грам зависности стабилности од температуре неговања за различите проценте везива.

Резултати испитивања дати су у прилозима 17—20.

Испитивање по четвртој теми Испитивање утицаја додатка дробљеног агрегата на физичко механичке карактеристике битуменизираног шљунка

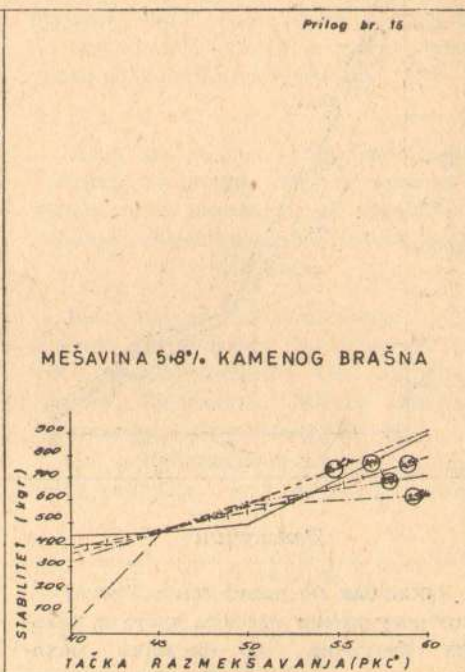
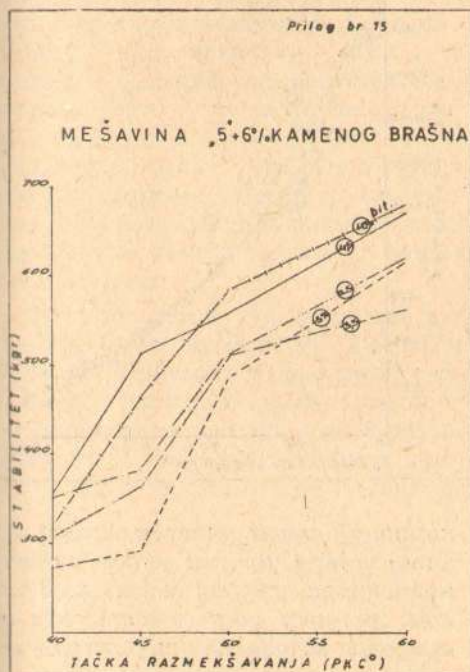
За испитивање по овој теми компоновано је неколико мешавина и то:

1. Камено брашно + дунавац + дробљени агрегат 0—3; 3—7 и 7—15 мм.
2. Камено брашно + дунавац + речни агрегат 0—3; 3—7 и 7—15 мм
3. Камено брашно + дунавац + дробљени 0—3 + речни 3—7 и 7—15 мм

4. Камено брашно + дунавац + дробљени 0—3; 3—7; + речни 7—15 мм.
5. Камено брашно + дунавац + дробљени 3—7; 7—15 + речни 0—3 мм.

6. Камено брашно + дунавац + дробљени 7—15; + речни 0—3; 3—7 мм.

При састављању мешавина вођено је рачуна да све буду истог грануло-

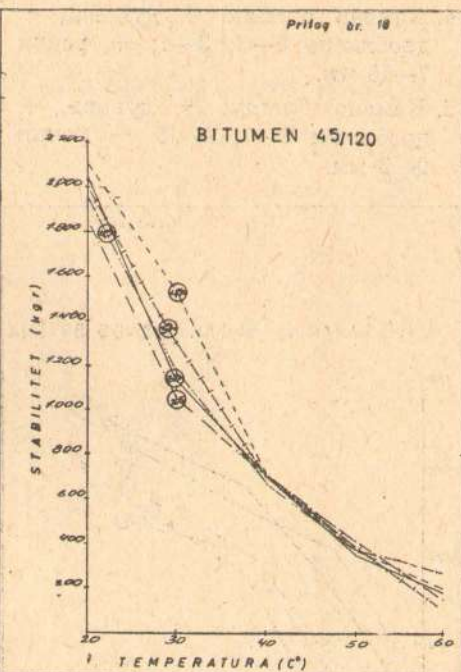
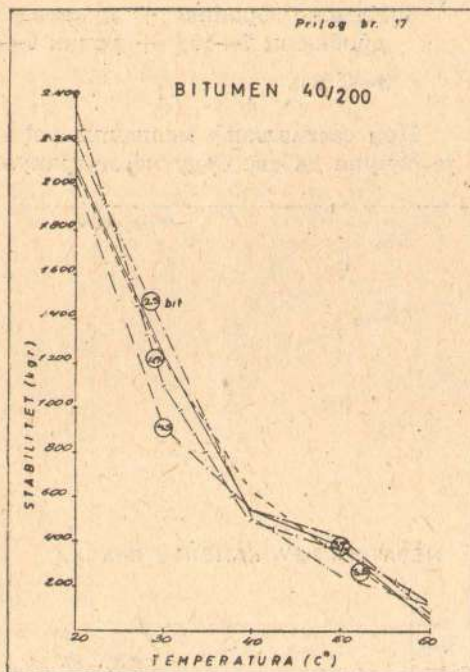


метриског састава чиме би се избегао утицај гранулометријског састава на физичко механичке карактеристике готове мешавине. Разлике пролаза на појединим ситима за горње мешавине не износе више од 2%. Након састављања мешавина приступило се изради узорака а онда самом испитивању. Узорци су рађени са битуменом 50/75 и са различитим процентима од 4,0 — 6,5%. Резултати испитивања дати су у прилогу бр. 21. и то у виду дијаграма где су на апсцисној осовини нанети проценти битумена а на ординатној осовини добијена стабилност.

Напред наведена испитивања послужила су за доношење извесних закључака о квалитету овог новог материјала који сада већ има и који ће

у будуће имати још већу примену при грађењу нових и о јачању старих коловозних конструкција на путевима и аеродромима. Напомињемо да ће резултати ових испитивања послужити за разјашњење проблема кад и која мешавина, са којом врстом и количном битумена и у којем слоју коловозне конструкције може да се угради па да одговори својој намени у техничком смислу тј. да пренесе саобраћајно оптерећење на ниже слојеве без штетних деформација, а при томе да мешавина буде још и економична и целисходна.

На бази напред наведених испитивања могу се донети следећи најважнији



Закључци

Закључак по првој теми; Утицај гранулометриског састава врсте и количине битумена на физичко механичке карактеристике битуменизованог шљунка.

Са приближавањем линије гранулометриског састава Фулеровој параболу побољшавају се физичко механичке карактеристике битуменизованог шљуна тј. расте запреминска тежина и стабилност. Са смањењем специфичне површине (специфична површина третирана према Дириезу) мешавине при једној те истој количини битумена повећава се стабилност смањује проценат заосталих пора а повећава проценат испуњених пора. Испитивања су показала да гранулометриски састав има свог утицаја на физичко механичке карактеристике само не у толиком обиму да се гранулометриски састав шљунка мора да

компонује према унапред задатој идеалној линији. Другим речима за битуменизовани шљунак обавијен по топлотном поступку могу се користити све природне мешавине шљунковито-песковитог материјала под условима да се претходно испитају физичко механичке карактеристике асфалтне мешавине и да јој се према постигнутом квалитету нађе одговарајуће место у коловозној конструкцији.

Са повећањем тврдоће битумена при истом гранулометриском саставу мешавине повећава се и стабилност готове асфалтне мешавине.

Испитивања по првој теми и донети закључци пружиће велике користи при даљим лабораторијским испитивањима различитих шљунковито-песковитих материјала јер ће се моћи само са испитивањем гранулометриског састава одмах да одреди оријентациона оптимална количина битумена као и да предвиди постигнута стабилност. Ово има велике практичне кори-

сти нарочито за градилишне лабораторије које испитују материјале из разних налазишта различитих гранулометријских састава.

Испитивања по првој теми послужила су за упоређивање добијених вредности оптималне количине битумена према разним методима и за одабирање најцелисходније методе за прорачун садржаја везива. При овој анализи узете су за разматрање следеће методе: Diriezova, СКЕ, LGZ. Добијене рачунске вредности према изнетим методама употребљаване су са експерименталном Маршаловом методом и при томе је дошло до следећих закључака:

Да за мешавине које се налазе изнад Фулерове параболе тј. „1“, „2“ и „3“ (видети дијаграм у прилогу) постоји добра корелација између оптималног процента везива одређеног према различитим методама (формула према Diriezu $P = 3,75$ (и да не постоје

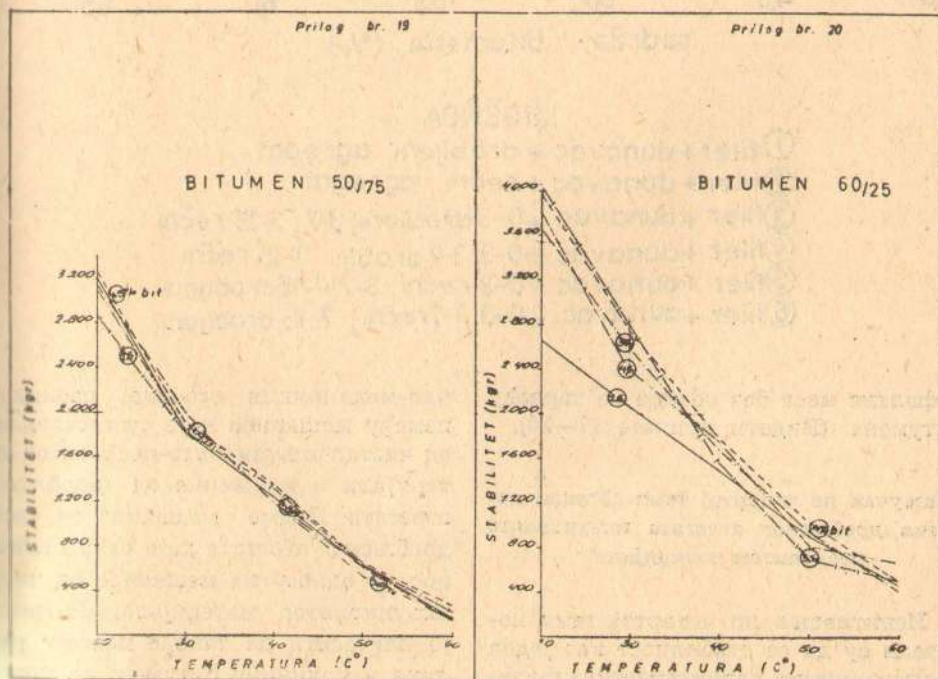
велика одступања. Међутим, за крупније мешавине постоје извесна одступања између Маршалове и осталих метода. Наше је мишљење да је најцелисходнија метода, ако изузмемо експерименталну и тачну „Маршалову“ која је приметна јер захтева доста времена, LGZ јер се њоме долази брзо до жељеног а уз то и доста тачног оптималног процента везива.

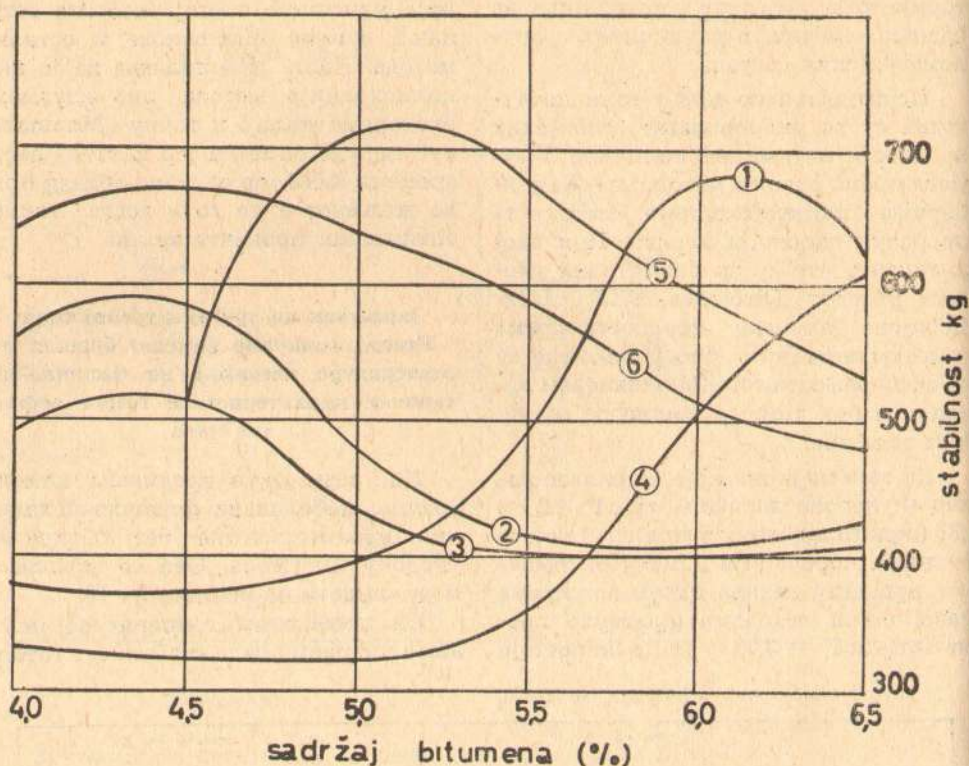
Закључак по другој и трећој теми;

Утицај количине каменог брашна и температуре неговања на физичко-механичке карактеристике готове асфалтне масе.

Као што се и очекивало камено брашно побољшава физичко-механичке карактеристике без обзира на тврдоћу битумена. Ова се зависност може видети из прилога 9—16.

Са повећањем температуре неговања узорака опада стабилност готове





LEGENDA

- ① filer + dunavac + drobljeni agregat
- ② filer + dunavac + rečni agregat
- ③ filer + dunavac + 0-3 drobljeni; 3-7, 7-15 rečni
- ④ filer + dunavac + 0-3, 3-7 droblj. 7-15 rečni
- ⑤ filer + dunavac + 0-3 rečni; 3-7, 7-15 drobljeni
- ⑥ filer + dunavac + 0-3, 3-7 rečni; 7-15 drobljeni

асфалтне масе без обзира на тврдоћу битумена. (Видети прилоге 17—20).

Закључак по четвртој теми „Утицај додатка дробљеног агрегата шљунковитог песковитом материјалу”

Испитивања по четвртој теми показала су да се стабилност као једна од најважнијих карактеристика физи-

чко-механичких особина, разликује између мешавина које су састављене од чистог шљунковитог-песковитог материјала и мешавина од дробљеног агрегата. Наиме мешавина од чистог дробљеног агрегата даје већу стабилност у односу на мешавине од чистог шљунковитог материјала. Потребно је нагласити да такође постоји разлика у количини битумена за пости-

давање максималне стабилности између шљунковито-песковитог материјала и дробљеног материјала. Тако на пример за мешавине 3, 2 и 6 где превлађује шљунковито песковити материјал потребно је око 4,5% би-

тумена док је за мешавине 1 и 4 потребно 6—6,5% битумена, а за мешавину „5” око 5,25%. Напомене да смо поред испитивања са битуменом извршили серију испитивања по свим темама и са катраном.

Инж. Светлана СТОЈАДИНОВИЋ

Димензионирање коловозних конструкција у односу на карактеристике материјала у постелици, саобраћајно оптерећење, примена материјала за њену израду

Велики трошкови грађења и одржавања путева захтевају од инжењера, који се баве проблематиком путева да обрате посебну пажњу на избор врсте и димензија коловозних конструкција у сваком поједином случају.

При пројектовању нових путева и модернизацији постојећих један од најважнијих проблема је одређивање дебљине и врсте коловозне конструкције, која треба да се положи на тле да би се добила стабилна површина за ношење специфичних оптерећења.

На правилан избор димензија и материјала који ће се уградити у коловозну конструкцију утичу разни фактори. Код нас се још увек при одређивању димензија коловозних конструкција узимају у обзир или само неки фактори, који утичу на њено одређивање или се само према досадашњим (недовољним) искуствима, без обзира на условне факторе одређује дебљина коловозне конструкције.

Укратко ће се изнети који су утицајни фактори за димензионирање коловозних конструкција, врсте коловозних конструкција и методе, које су се до сада користиле код нас при димензионирању коловозних конструкција као и постигнута искуства.

Утицајни фактори за димензионирање коловозних конструкција

Карактеристике тла у постелици

Геомеханичке карактеристике тла у постелици, као и њена носивост имају значајну улогу при димензионирању коловозних конструкција. Зато је потребно, пре грађења свакога пута извршити претходна испитивања материјала који ће се уградити у постелицу пута да би се могло одредити њихове геомеханичке карактеристике и услови под којима ће се налазити у конструкцији пута, јер се једино познавањем свих тих карактеристика могу одредити стварно потребне димензије коловозне конструкције.

Од стања збијености и садржини воде у постелици зависи и стабилност коловозне конструкције. Зато димензије коловозне конструкције треба одредити за критични услов садржине воде и стања збијености да би постелица имала потребну и довољну отпорност да прими оптерећење од саобраћаја које се преко коловоза преноси на њу. Промене одпорности постелице могу да настану услед повећања или смањења садржине воде као и последица од дејства мраза.

Повећање садржине воде тла у постељици може да наступи после завршеног грађења пута, ако постоји висок ниво подземне воде и ако се дешавају велике сезонске варијације у садржини воде. Пошто се при константној запреминској тежини скоро код свих врста тла знатно смањује отпорност са повећањем садржине воде отпорност постељице треба одредити при критичној садржини воде, тј. равнотежној садржини воде коју ће тло садржати после завршеног грађења коловоза.

Смањење садржине воде у постељини изазива знатно скупљање глиновитог тла. Како то скупљање није равномерно ни у попречном ни у подужном смислу, може да изазове озбиљне неравномерне покрете плоча бетонских коловоза или подужна пуцања на асфалтним коловозним засторима. Зато је пре одређивања димензија коловозне конструкције потребно утврдити да ли ће доћи до накнадних скупљања да би се и о томе водило рачуна при димензионарању.

Дејство мрза такође има утицаја на отпорност постељице. За време јаког и дуготрајног мрза образују се ледена сочива у доњим слојевима тла, а као последица тога јавља се издизање површине коловоза. Када ледена сочива почну да се краве долази до наглог размекшавања постељице услед чега се смањује њена отпорност, а истовремено и слаби носивост коловозне конструкције. Зато, за земљишта која су опасна на дејство мрза, може да се укаже потреба за већим дебелинама коловозних конструкција оних које се захтевају према нормалној одпорности постељице. Такође је потребно да материјали који се уграђују у доњу подлогу нису осетљиви на дејство мрза, да се не би створила пропустљива површина услед мржњења и омогућило повр-

шинској води да продире у постељину.

Укратко је изложено како геомеханичке карактеристике тла и промене у условима влажности утичу на димензије коловозне конструкције и какве се последице очекују када се услови влажности у тлу разликују после завршеног грађења пута од оних при којима је одређивана отпорност тла, која је коришћена за димензионарање. Значи да је потребно претходно одредити садржину воде коју ће узорци имати после завршеног грађења коловозне конструкције тј. одредити карактеристике упијања, скупљања и мржњења тла, које ће се уградити у постељину пута.

Теорија сила упијања може да се користи за одређивање карактеристика упијања, која се употребљавају за рачунање равнотежне расподеле влаге са дужином испод коловозних конструкција, за одређивање величине вертикалног померања коловоза (издизања или слегања) услед промена у садржини воде у тлу испод коловозних конструкција; оцену губитка влаге у тлу као и за одређивање дубине продирања мрза и дубине снижавања нивоа подземне воде испод површине коловоза.

У Институту за испитивање материјала СРС набављена је и израђена специјална опрема за лабораторијско одређивање карактеристика упијања и на шест карактеристичних материјала, који се најчешће срећу при грађењу путева у СР Србији одређене су карактеристике упијања тј. односи, који показују како се мења величина упијања са променом у садржини воде. Код високопластичних материјала добијају се мање садржине воде при истим упијањима него код високопластичних материјала, што значи да високопла-

стични материјали имају мање карактеристике упијања већу садржину воде. Ово је значајно, јер постоји однос између упијања и носивости тла у смислу носивости са опадањем упијања тј. са повећањем садржине воде. Значи ако се носивост одреди на узорцима са мањом садржином воде од равнотежне, добија се мања дебелина коловозне конструкције од потребне, или већа ако је садржина воде већа. Међутим, уколико се носивост одреди за равнотежну садржину воде (која одговара условима влажности у време покривања тла коловозом) димензије коловозне конструкције ће задовољити и захтеве стабилности и економичности.

Према томе сада постоји могућност да се и код нас приступи студиознијем и економичнијем димензионирању коловозних конструкција.

Саобраћајно оптерећење

Поред карактеристика тла у постелици за одређивање дебљине коловозне конструкције потребно је познавати и величину саобраћајног оптерећења и врсту возила, које ће се кретати по одређеном путу.

За димензионирање коловозних конструкција интересантно је максимално оптерећење по точку, а не укупна тежина возила.

Поред оптерећења точка при димензионирању коловозних конструкција потребно је узети у обзир и број понављања оптерећења тј. прелаза возила у току века трајања једне коловозне конструкције, јер пуцање коловоза може да настане услед замора коловоза или од претераних збирних деформација постелице под дејством сталног понављања оптерећења.

Поред саобраћајног оптерећења треба знати и контактни притисак и контактну површину гуме за најтеже возило, које ће се кретати по путу.

Значи да се за димензионирање коловозних конструкција мора познати величина саобраћајног оптерећења и врста возила.

При досадашњем димензионирању коловозних конструкција узимано је у обзир саобраћајно оптерећење према оријентационим подацима, међутим, о врсти возила се није водило рачуна. Разлог овоме су велика разноврсност у врсти возила, која саобраћају по нашим путевима. Потребно је зато изабрати типско возило и у зависности од његове површине налегања точка, притиска у гумама и осовинског оптерећења би се одређивале и димензије коловозне конструкције.

Врсте коловозних конструкција

Познато је да се према методама за димензионирање коловозних конструкција оне деле на круте, флексибилне и полуфлексибилне.

Бетонски коловози су представници крутих, асфалтни флексибилних, а у полу-флексибилне спадају мешавине земља — цемент, земља — креч, стабилизowane подлоге са асфалтом и другим материјалима.

Методe за димензионирање коловозних конструкција коришћене код нас

До сада је већ доста писано и код нас о методама за димензионирање крутих и флексибилних коловозних конструкција, тако да се то овде неће понављати, већ ће се изнети поступци, који су коришћени до сада за димензионирање коловозних конструкција на нашим путевима.

Флексибилне коловозне конструкције

За димензионирање флексибилних коловозних конструкција углавном су коришћене емпиричке методе

које користе опите класификације тла или опште отпорности тла и то метода групног индекса, метода фактора носивости и CBR метода (метода калифорнијског индекса носивости).

Димензионирање коловозних конструкција је извођено за све путеве и аутопут од Београда до Ђевђелије на којима су вршена претходна геомеханичка испитивања материјала, који ће се уградити у труп пута.

На основу многобројних извршених опита за димензионирање на различитим врстама материјала (у циљу димензионирања одређених путева, а такође и извођења опита за истраживачки рад) и према трима поменутих методама могу се донети мишљења о

погодности метода за примену у нашим условима.

Димензионирање коловозних конструкција су најчешће усвојене према методи CBR, јер се показало да је она најповољнија тј. даје најприближније потребне дебљине. Метода групног индекса даје знатно веће дебљине, а метода фактора носивости мање за исте врсте материјала, него CBR метода.

Према великом броју извршених лабораторијских CBR опита за материјале, који се најчешће срећу при грађењу путева на подручју СРС, могу се дати границе у којима се налазе CBR вредности за поједине материјале и оне су следеће:

- | | |
|-----------------------------------|----------------|
| 1. Глине ниске пластичности (CL) | CBR = 3—10% |
| 2. Глине средње пластичности (CI) | CBR = 3—7% |
| 3. Високо пластичне глине (CH) | CBR = 2,5—4,5% |
| 4. Песак „дунавац” (SP) | CBR = 20% |
| 5. Шљунак „моравац” (GP) | CBR = 43—45% |

Сва испитивања, на основу којих су дате CBR вредности извођена су на узорцима збијеним са оптималном садржином воде и до максималне запреминске тежине одређене по стандардном Proctor-овом поступку. Узорци кохезивних материјала су потапани у времену од 4 дана пре извођења самога опита.

Означене вредности CBR-а за поједине материјале представљају просечне вредности. За кохезивне материјале су дате границе за поједине врсте материјала у зависности од карактеристика пластичности.

На основу одређених CBR вредности за поједине материјале могу се из серије CBR кривих одредити димензије коловозне конструкције, укупна потребна дебљина, као и дебљине појединих елемената коловозне конструкције.

Опити су показали да на CBR број знатно утичу садржина воде и запре-

минска тежина у сувом стању. Зато је најповољније да се CBR број одреди на узорцима, чија је садржина воде једнака оној коју ће тло имати после завршеног грађења, јер ће једино носивост одређена на таквим узорцима дати коловозну конструкцију која ће одговарати условима стабилности и економичности.

Напомиње се да је CBR метода најчешће коришћена за димензионирање коловозних конструкција код нас иако има својих недостатака. Опште је мишљење да је она боља од других емпиријских метода због обимнијих узајамних веза, које су за методу пронађене и што се може користити за разна оптерећења, притиске у гуми, понављање оптерећења и разне климатске услове.

Ова метода је била до сада и најприхватљивија за наше услове због њене једноставности и наших финансијских могућности у односу на извођење скупочених опита, које је потре-

бно изводити за друге методе (методе базиране на триксијалним опитима, методе на бази модула деформације опита са плочом и др.).

Општи закључак у вези коришћења метода за одређивање димензија флексибилних коловозних конструкција би био:

До сада је код нас најчешће коришћена CBR метода за димензионирање флексибилних коловозних конструкција.

— да би се утврдило да ли су пројектоване димензије коловозних конструкције задовољавајуће, потребно је почети са редовним праћењем понашања коловозних конструкција под саобраћајем.

— потребно је израдити пробне деонице и на њима вршити опите саобраћаја да би се дошло до сопствених искустава и израде CBR кривих за типско возило и разне величине саобраћајног оптерећења.

— предвидети посебна финансијска средства за истраживачки рад у вези димензионирања коловозних конструкција, јер се при извођењу путева не могу спроводити таква испитивања због темпа рада и недовољних финансијских средстава.

Круте коловозне конструкције

Димензионирање крутих коловозних конструкција тј. одређивање дебљине бетонских плоча се код нас углавном не врши према теоријским методама, већ по угледу на путеве на којима су већ израђене плоче било код нас било у другим земљама.

Међутим, пошто потребна дебљина бетонске плоче зависи од карактеристика тла у постелици и подлози, интензитета саобраћаја и од тога да ли се плоча армира или не пожељно је да се при одређивању димензија плоче узму у обзир сви ови фактори. Свакако да се бетонски коловози не полажу увек на постелице и подлоге, које имају исте карактеристике и

зато је потребно за сваки посебан случај водити рачуна о тим карактеристикама и у зависности од њих и интензитета саобраћаја одредити дебљине бетонске плоче.

Разна осматрања на бетонским путевима у иностранству су показала да интензитет саобраћаја има знатног утицаја на бетонске коловозе на путевима. Разарања бетонских коловоза се дешавају услед збирних деформација тла а такође и замор бетона може да има утицаја. Збирна деформација се јавља услед понављања оптерећења, а њена величина зависи од броја понављања и величине оптерећења точка.

Ако бетонски коловоз пуца поправке често врло много коштају и у интересу економије је да се ризик од ломова смањи на минимум, па чак ако то захтева и нешто већу дебљину коловозне конструкције. Треба приметити да ће повећање дебљине плоче изазвати повећање одпорности конструкције и да је процентуално два пута веће од процента повећања коштања плоче.

Израђене бетонске плоче на аутопуту Београд — Ђевђелија имају дебљину 20 см. Требало би проверити да ли та дебљина одговара за тежак саобраћај (испитивањима израђених плоча под дејством саобраћаја) с обзиром да се у другим земљама за исто саобраћајно оптерећење предвиђају веће дебљине плоча (22 см и 28 см у зависности до врсте подлоге стабилизационе или нестабилизационе).

Према искуствима интернационалних стручњака за израду бетонских коловоза треба при одређивању дебљина бетонских плоча водити рачуна о следећем:

1. Сматра се да нема довољно података о интензитету саобраћаја о тежини возила по осовини да би се задовољили захтеви пројектовања.

2. Док се не дође до таквих података, одлучено је да се у циљу упо-

ређивања пројеката у разним земљама усвоје за сада следеће три категорије саобраћаја; 500, 2000 и 4000 комерцијалних возила на дан, код којих 10% од сваке категорије треба да има осовинско оптерећење од 10 тона; 40% треба да имају осовинско оптерећење мање од 10 тона али веће од 5 тона и 50% треба да имају осовинска оптерећења мања од 5 тона али већа од 3 тоне. При одређивању димензија бетонске плоче такође би требало узимати у обзир и напоне од температуре и напоне увијања изазване променама у садржини воде.

3. Сматра се да подлога испод бетонске плоче није потребна на шљунковито-песковитој, шљунковитој и постелици од мешавине шљунак-песак-глина ако није опасна на мраз. Међутим, на постелицама од високо пластичне глине и драшине мора се употребити подлога, а исто тако и на постелици од финог песка ако је опасан на мраз.

4. Дебљина подлоге се обично креће од 15—20 см. Међутим, влада мишљење да изнад прашина и других материјала опасних на мраз дебљина подлоге треба да буне 40 см и већа.

5. Опште је мишљење да су хомогеност тла и подлоге од веће важности него отпорност тла и подлоге.

6. Дебљина бетонских плоча треба да се одређује према очекиваној врсти и тежини саобраћаја.

7. Максимална ширина плоча треба да буде 5,0 м.

8. У бетонским плочама које нису армиране треба ставити привидне спојнице на сваких 6—7 м уколико има арматуре оне могу да буду на већем растојању, које зависи од количине армирања. Треба да се постигне извесно побољшање одпорности бољом израдом спојница, нарочито аплатационих спојница.

9. У погледу армирања постоје различита мишљења. Армирање бетон-

ских плоча на путевима се не врши у свима земљама, јер се сматра да ће они да трају 20 година и без армирања; међутим у неким земљама се врши армирање и то негде јаче и негде слабије. На пример у Великој Британији се 2—3 пута јаче армирају плоче него и у једној другој земљи, јер се на тај начин повећава дужина плоче и неморају да се ставе привидне спојнице. Сматра се да различита мишљења у вези са армирањем долазе услед тога што се исчекује различит век трајања пута односно бетонске плоче.

10. Димензионирање бетонских плоча на путевима треба вршити према теориским методама (Westergaard-ова метода и др.).

11. Коштање једнога пута треба да се разматра не само у односу коштања конструкције већ такође у односу на коштање одржавања и дужине века трајања.

12. Треба вршити и даља истраживања која треба углавном да се сконцентришу на добијање детаљних података о величини саобраћаја, тежини возила и расподели оптерећења.

Ово се може изводити на постојећим путевима за које треба извршити димензионирање, затим утврдити како се понашају и плоче и подлога под дејством саобраћаја и на тај начин контролисати дебљине вршити са мерењем напона и деформација узимајући у обзир и утицај брзине кретања возила и броја њихових прелаза. Треба такође доћи до података о односу између еластичних и пластичних деформација, које се стварају у зависности од садржине воде и степена збијености.

Све препоруке указују на то да нема још пуно ствари које треба испитивати и истраживати да би се дошло до бољег решавања проблема димензионирања и израде бетонских коловоза.

Изложене су методе које су код нас коришћене за димензионирање коловозних конструкција и фактори о којима треба водити рачуна за успешно одређивање дебљина коловозних конструкција. Према досадашњим искуствима закључује се да се за димензионирање флексибилних коловозних конструкција најчешће користила CBR метода, а дате дебљине бетонских плоча нису одређиване према теоријским методама. Провера погодности одређених димензија коловозних конструкција под сао-

браћајем није се изводило. Потребно је приступити детаљнијем проучавању фактора који утичу на одређивање дебљине а такође и других метода у циљу њихове примене за наше услове. Посебну пажњу посветити студији избора материјала за поједине елементе коловозне конструкције и одређивању њихових карактеристика отпорности и способности преношења оптерећења од саобраћаја и у вези са тим и одређивање њихових потребних дебљина.

Инж. Светлана СТОЈАДИНОВИЋ

Грађење понашања изграђених путева у експлоатацији у циљу провере теоретских поставки и примењених метода рада и стицање искустава потребних за грађење НОВИХ путева

Пошто се често дешавају деформације коловозних конструкција после завршеног грађења, потребно је вршити осматрања и мерења (на аутопутевима и путевима) да би се на основу тих осматрања могло вршити правилно и благовремено одржавање постојећих путева, као и економичније грађење нових.

До сада је код нас изграђено више путева првог реда. Изграђен је аутопут од Београда - Ђевђелије. Пре грађења аутопута на целој дужини а такође и већине грађених путева првог реда, вршена су претходна геомеханичка испитивања ради утврђивања геомеханичких карактеристика материјала, који ће се уградити у труп пута и неке слојеве коловозне конструкције. Подаци о геомеханичким карактеристикама материјала су служили за одређивање укупне дебљине коловозних конструкција, као и за прописивање начина уграђивања материјала, врсте машина са којима ће се вршити уграђивање и критеријуми за контролу квалитета материјала уграђених у доњи и горњи строј пута.

На основу досадашњих искустава може се рећи да резултати предходних испитивања нису увек коришћени

при димензионирању — пројектовању — (најчешћи узрок томе је што није увек усклађено време потребно за извођење претходних испитивања и завршења пројекта). Међутим, при грађењу се увек спроводе детаљна контролна испитивања и она су до сада вршена на задовољавајући начин и постигнути су углавном добри резултати.

Значи досада се успело да се при пројектовању и грађењу путева води рачуна о карактеристикама и врстама материјала, који се користе за израду доњег и горњег строја путева и углавном се располаже податцима о квалитету уграђеног материјала. Међутим, после завршеног грађења, до сада нису вршена испитивања и мерења која би показала како се израђени путеви понашају у експлоатацији, да би се могле да провере теоретске поставке и примењене методе рада као и да се стекну искуства за грађење нових путева.

Укратко ће се изложити које врсте осматрања и мерења треба вршити после завршеног грађења путева и у које сврхе.

Праћење утицаја промена климатских и метеоролошких услова на понашање материјала у трпу пута и конструкцији коловоза

Климатски и метеоролошки услови у знатној мери утичу на промене температуре и влажности у земљаним материјалима уграђеним у труп пута, а такође те промене имају утицаја и на понашање саме коловозне конструкције.

Промене температуре и влажности у разним сезонама у току године могу да изазову бубрење, скупљање мржњење и крављење кохезивног тла у постељици пута. Какве ће се промене десити зависи од тога дали се температура повећава или смањује, а исто тако и да ли се количина атмосферског талога повећава или смањује.

Да би се знало да ли ће и у коме облику доћи до повећања или губитка влажности, мржњења и крављења тла у постељици пута, у разним годишњим добима, после завршеног грађења коловозне конструкције, потребно је вршити непрекидна осматрања температуре и садржине воде у тлу (постељници) покривеном коловозном конструкцијом, а такође и на суседном непокривеном тлу.

Поред прикупљања метеоролошких података о величини падавина и промени температуре у току године за одређено подручје, морају се стално мерити садржине воде у тлу испод коловозне конструкције, да би се утврдило да ли има промена у садржини воде и колике су оне. Најпогоднији апарати за стално праћење промена влажности у тлу су тензиометри. То је уствари савијена капиларна цев са уграђеном плочом за упијање на једном крају, која се прислони уз тло (тензиометри се постављају на разним дубинама 0,30 м; 0,60 м; 0,90 м; 1,2 м и 1,5 м) и једанпут недељно се врши

очитавање тензиометра и на тај начин се одређује садржина воде на разним дубинама и разним годишњим добрима. Поред очитивања тензиометра мора се вршити и осматрање нивоа подземне воде. За осматрање нивоа подземне воде избуше се рупе пречника 10 цм, у које се ставе месингане узане цеви пречника 3 цм, а растојање између цеви и тла се попуни песком. Ниво воде се мери на тај начин што се на специјалну летву причврсти електрична жица чији се један крај стави на галванометар, а други се спушта са летвом и при додиру са водом покрене се скалаљка галванометра и тада се врши очитивање.

Промена температуре у тлу мери се помоћу специјалних термометара уграђених на разним дубинама, а дубина продирања мрза може да се мери помоћу индикатора за мраз или помоћу електричних апарата, који раде на принципу промене електричне одпорности система, тло — вода услед мржњења. По две електроде се уграде на разним дубинама, а на површини се мери одпорност тих електрода, на основу које се утврђује дубина до које је тло замрзнуто.

Праћење промена влажности, температуре у тлу испод коловозног застора треба обавезно изводити, јер уколико се то не ради не може се знати да ли је се влажност са којом смо уградили тло у труп пута и постељницу променила и у којој мери тј. да ли ће се носивост постељнице променити и да ли ће те промене утицати на способност коловоза да носи предвиђено саобраћајно оптерећење.

Испитивање способности коловоза за саобраћај

Прва функција једне коловозне конструкције је да буде способна да служи саобраћају који се преко ње обавља. Да би се знало у одређеним

периодима века трајања једнога пута колика је та његова способност за саобраћај, потребно је вршити испитивања ради утврђивања степена способности.

На способност коловоза за служење саобраћају утичу његов подужни и попречни профил исто као и обим пукотина. Одступања од равности у подужном и попречном и прскотине су обично у почетку експлоатације мале и слабо видљиве, али ако се и даље повећавају доћи ће до оштећења коловоза и смањења способности за служење саобраћају. Да би се утврдио индекс способности једног пута за саобраћај мора се после грађења у разним периодима његовог века трајања одређивати тај индекс.

За одређивање овог индекса користе се мерења извршена са профилометром за мерење промена профила коловоза у подужном и попречном смислу мерења пукотина и закрпљених делова на површини коловоза и мерење дубине улагања коловоза под дејством оптерећења возила.

Вредност индекса способности коловоза да служи саобраћају омогућују да се процени у каквом је стању коловозна конструкција и да ли има индикација о структурном разарању коловоза, да би се спречило даље пропадање и оспособио коловоз да се саобраћај обавља несметано.

Одређивање величина слегања и деформација разних слојева доњег и горњег строја

Слојеви доњег и горњег строја пута се различито понашају под дејством саобраћаја, који се обавља у току експлоатације једнога пута и зато је потребно одредити величине слегања и деформација израженог пута под саобраћајем.

Стварање деформације коловозне конструкције зависи од извршеног

димензионирања коловозне конструкције, од оптерећења возила, од брзине кретања возила и температуре коловоза. Значи потребно је вршити мерења деформација под дејством статичког оптерећења (помоћу Benkelman-ове греде) динамичког кретања возила (помоћу strain gages уграђених на ивици коловоза или пиезоелектричних strain gages који се уграђују у постељицу и разне слојеве коловозне конструкције) и деформације настале услед промена температуре у коловозној конструкцији.

Резултати мерења свих ових деформација омогућавају да се донесу закључци о томе да ли постељица и димензионирање коловозне конструкције испуњавају захтеване услове стабилности тј. дали су деформације у дозвољеним границама и да ли је димензионирање коловозне конструкције било задовољавајуће за одређене факторе, који то условљавају.

Поред тога што се врши одређивање разних врста деформација на неоштећеним коловозним конструкцијама, потребно је да се и на оштећеним коловозним конструкцијама (истога састава) изводе иста испитивања, да би се могла вршити упоредна испитивања и пронашли узроци кварова на оштећеним деловима коловозне конструкције.

Такође је од посебног интереса знати како се понашају горњи и доњи строј пута под дејством саобраћаја у разним годишњим добима. На основу резултата мерења назначених врста деформација може се закључити да ли је потребно предвидети ограничене способности пута за саобраћај у току периода крављења, заштитити постељицу од претераног сушења у летњем периоду или провлажавања у пролећњем и јесењем периоду.

Мерења деформација појединих слојева доњег и горњег на оштећеним и неоштећеним коловозним конструкцијама а посебно у разним годишњим

добима омогућиће да се утврди како се понашају разне врсте материјала под саобраћајем и да се на основу тих искустава нови путеви граде економичније са задовољавајућом стабилношћу.

Изналажење узрока оштећења на прелазу са коловоза на објекат

Прелазни делови коловозне конструкције добијају већином непосредно после пуштања у саобраћај денивелације слегање — коловоза испред и иза објекта. Због ових денивелација потребно је знато смањити брзине кретања возила.

Зато је потребно проучити све узроке који утичу на појаву денивелације као и величину појединих утицаја (слегање подлоге насипа, проди-

рање воде између насипа и објекта, допунско сушење — скупљање материјала насипа и др.).

Проучавање ових узрока омогућиће да се израда прелазних конструктивних елемената изврши на задовољавајући начин и да се материјали, који се уграђују у навозне рампе добро збију, како се убудуће не би стварале денивелације на прелазним деловима коловозне конструкције.

Овим кратким излагањем се желело да укаже на потребу праћења понашања изграђених путева у експлоатацији у циљу провере теоретских поставки и примењених метода и стицања искустава потребних за грађење нових путева. Да би се ова испитивања могла спроводити потребно је предвидети посебна финансијска средства која би служила за истраживачки рад на путевима.

Геомеханичке карактеристике материјала коришћених за израду доњег строја аутопута кроз СР Србију

За израду доњег строја аутопута кроз СР Србију од Београда до Куманова коришћени су у највећем обиму ситнозрни кохезивни материјали (око 70%), затим песковито шљунковити некохезивни или слабо кохезивни материјали (шљунак из Мораве и њених притока, разне врсте брдског шљунка и песка и сл.), мешавине камене дробине и кохезивних материјала (Грделица) и камени материјал добивен из усека.

Изложићемо неке од основних геомеханичких карактеристика материјата уграђених у доњи строј аутопута и постељицу, како би се на основу њих могла створити јаснија представа о материјалима који се срећу у зони аутопута. Пошто су ситнозрни кохезивни материјали највише коришћени, задржаћемо се углавном на њима и дати вредности добивене испитивањем на око 250 материјала у току грађења аутопута.

1. Класификација материјала

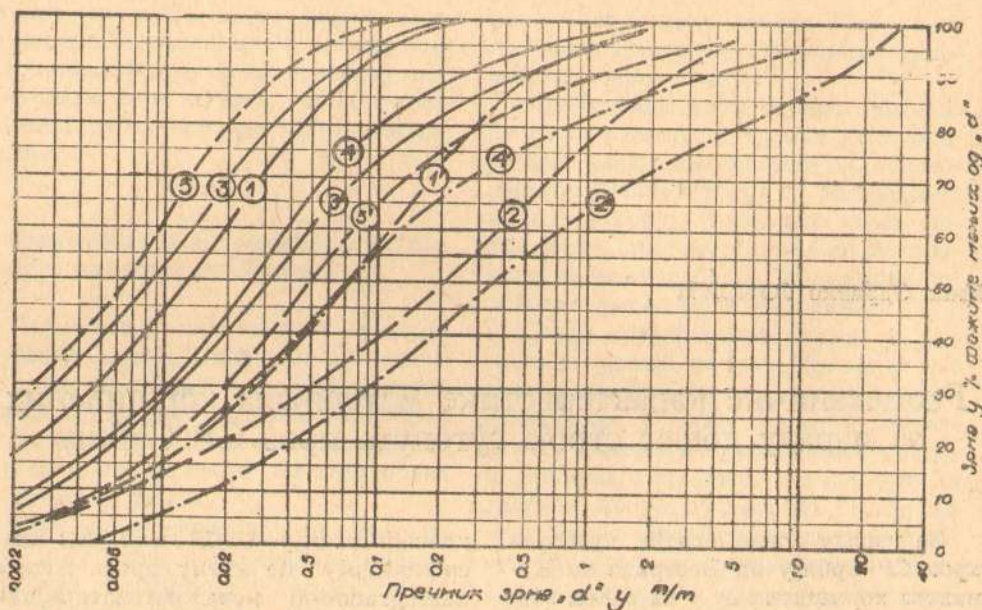
Материјали су подељени у више група, у зависности од њиховог гранулометријског састава и карактеристика пластичности. Примењујући

класификацију USCS или „АС класификацију” по имену проф. Artura Cassagrande-a) испитани материјали могу се сврстати у следеће групе:

1.1. Група незнатно глиновитих и прашинастих пескова или група прашинасто шљунковитих пескова ниске пластичности $L_L = 20 - 35\%$, са линијама гранулометријског састава приказаним на сл. 1. У подручју ограниченом линијама (1) и (1') налази се 58% од укупног броја материјала ове групе, у подручју (3') и (2) 31%, а у подручју ограниченом линијама (3') и (2') 11% од укупног броја материјала ове групе.

1.2. Група глиновитих прашина и прашинасто-глиновитих пескова средње пластичности $L_L = 35 - 50\%$ са линијама гранулометријског састава приказаним на сл. 1. Највећи број материјала ове групе, око 70% од укупног броја налази се у подручју ограниченом линијама (3) и (3'), а мањи број у подручјима ограниченим линијама (3) и (4) — (око 16%), односно (3') и (4') — око 14%.

1.3. Група прашинастих глина односно глина високе пластичности $U_L > 50\%$ са линијама гранулометријског састава приказаним на слици 1. Највећи број материјала ове гру-



Сл. 1 Подручја гранулометријског састава у коме се налазе испитани материјали коришћени за израду доњег строја аутопута кроз СР Србију

пе, око 75% од укупног броја налази се у подручју ограниченом линијама (3) и (4), затим у подручју ограниченом линијама (3) и (5'), око 10%, и најзад у подручју ограниченом линијама (4) и (1) у коме се налази око 15% од укупног броја материјала ове групе.

2. Границе конзистенције

Границе конзистенције одређене су на фракцијама материјала просејаног кроз сито 0,42 mm и осушеног на 105°C, добивене вредности срачунате су само за ове фракције.

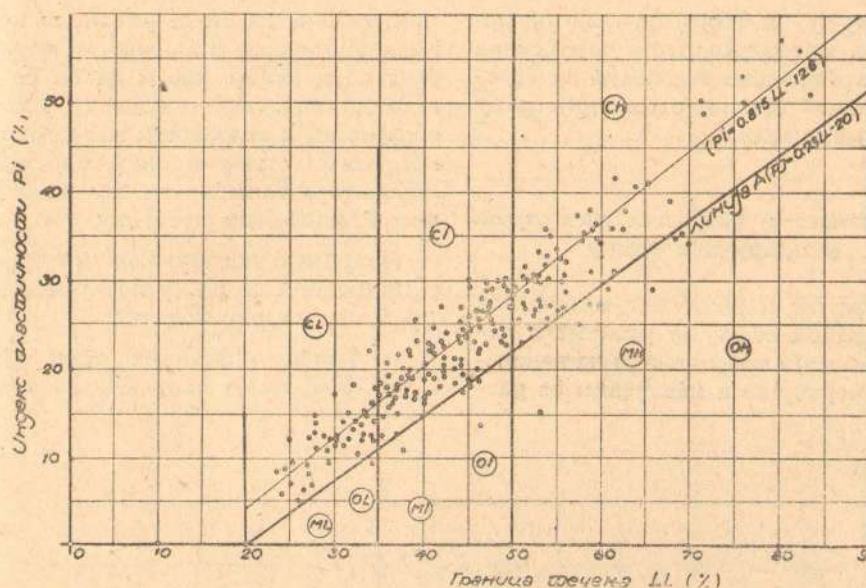
Од укупног броја испитаних материјала (око 250) највећи број (51% од укупног броја) припада групи средње пластичних прашина и глина (CI) са границама течења $L_L = 35$ до 50% и границама пластичности $P_L = 16-25\%$.

Затим долази група високопластичних прашинастих глина и глина (CH) — око 26% у односу на укупни број — са границама течења L_L 50 до 85% и границама пластичности $P_L = 20-28\%$.

Најмањи број испитаних материјала (око 23%) припада групи нископластичних глиновито песковитих прашина и прашинастих пескова (CL и SC, ређе GC) са границама течења $L_L = 25-35\%$ и границама пластичности $P_L = 15-21\%$.

На слици 2 приказан је Cassagrande-ов дијаграм пластичности на коме су нанете вредности граница конзистенције за испитане материјале. Са поменутог дијаграма види се да су скоро сви материјали неорганског порекла, јер се налазе изнад „А линије” која по Cassagrande-у представља границу између органских и неорганских материјала.

На основу података унетих у Cassagrande-ов дијаграм, може се пову-



Сл. 2 Касаграндеов дијаграм пластичности и карактеристике пластичности испитаних материјала

ћи средња линија чији се нагиб и положај нешто разликују од „А линије“, а њена једначина је:

$$P_I = 0,815 \cdot L_L - 12,6$$

3. Оптимална влажност и максимална збијеност по стандардном Proctor-овом поступку

Оптимална влажност за уграђивање појединих материјала одређивана је помоћу стандардног лабораторијског Proctor-овог поступка (са енергијом од 60 тм/м³). На основу извршених испитивања, констатовано је да наведене карактеристике збијања зависе углавном од гранулометријског састава и карактеристика пластичности испитиваних материјала, па је и груписање материјала извршено с обзиром на њих.

3. 1. Нископластични, прашинасто песковити и незнатно шљунковити материјали ($L_L = 20\text{—}35\%$) имају запреминске тежине у сувом стању

$\gamma_{\max} = 1,66\text{—}1,94 \text{ гр/см}^3$ при оптималним влажностима $W_{\text{opt}} = 11\text{—}19\%$.

3. 2. Средње пластичне до пластичне глинито-песковите прашине и песковите глине ($L_L = 35\text{—}50\%$) имају запреминске тежине у сувом стању $\gamma_{\max} = 1,56\text{—}1,79 \text{ гр/см}^3$, при оптималним влажностима $W_{\text{opt}} = 12,5$ до 22% .

3. 3. Високо пластичне прашинасте глине и глине ($L_L = 50\%$) имају запреминске тежине у сувом стању $\gamma_{\max} = 1,44\text{—}1,65 \text{ гр/см}^3$, при оптималним влажностима $W_{\text{opt}} = 18\text{—}30\%$.

Највећи број од испитаних материјала (48% од укупног броја) има запреминске тежине $\gamma_{\max} = 1,60$ до $1,72 \text{ гр/см}^3$, затим следе: материјали са $\gamma_{\max} = 1,72\text{—}1,80 \text{ гр/см}^3$ (укупно 22%), материјали са $\gamma_{\max} = 1,80$ до $1,98 \text{ гр/см}^3$ (око 13%) и најзад материјали са $\gamma_{\max} = 1,50\text{—}1,60 \text{ гр/см}^3$ (укупно 17%).

На слици 3 приказане су вредности карактеристика збијања одређених по стандардном Proctor-овом

поступку (γ_s и W_{opt}) за неке од испитаних материјала, при чему свака тачка представља максимум на одговарајућем Proctor-овом дијаграму за тај материјал.

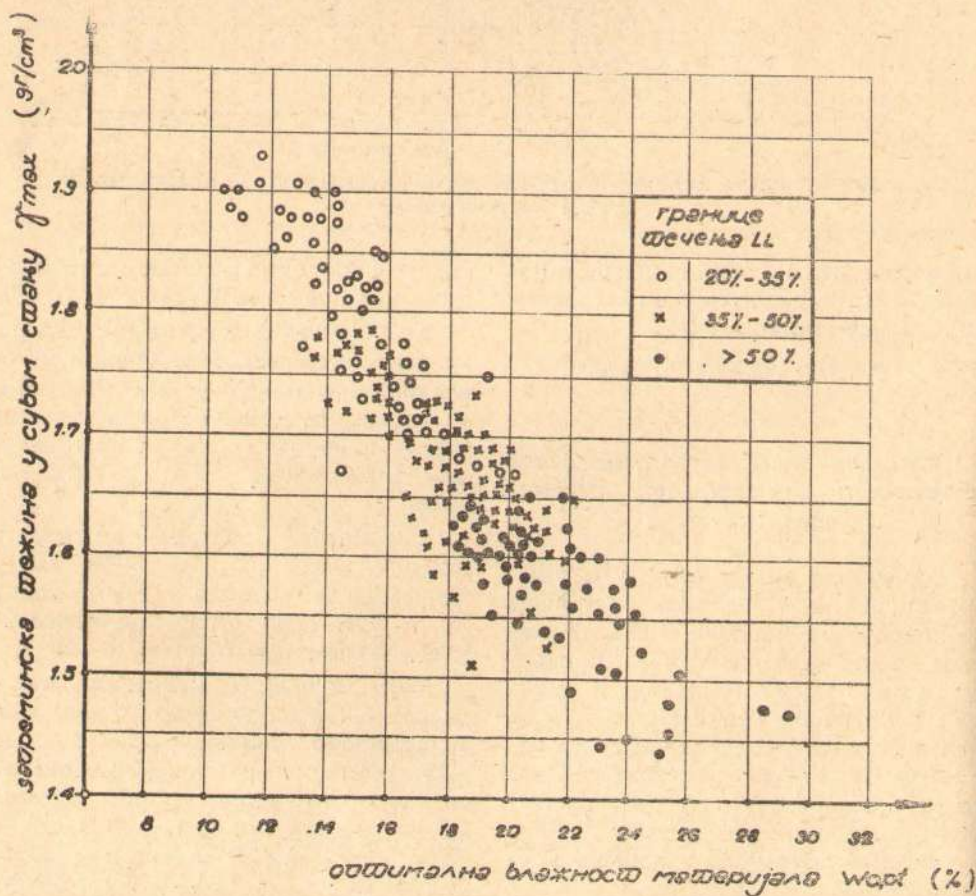
4. Влажност и збијеност материјала у природном стању

Влажност и збијеност материјала у природном стању (у усецима и позајмиштима) одређивана је на непоремећеним узорцима извађеним са раз-

них дубина, да би се утврдило повећање збијености и влажности материјала са дубином, као и да би се дошло до података о односу између збијености и влажности материјала у природном стању и оних, одређених лабораторијским путем по стандардном Proctor-овом поступку.

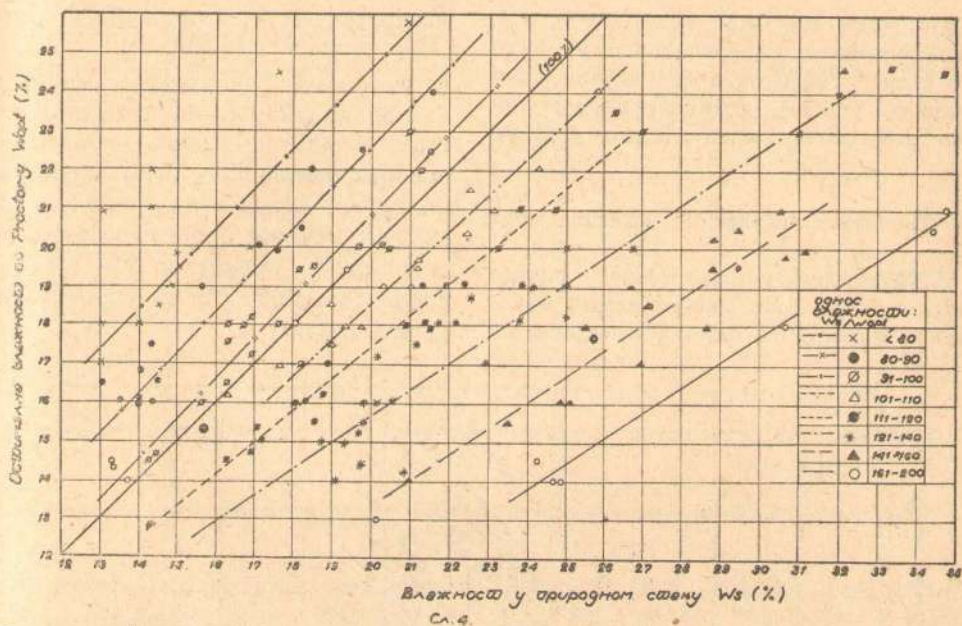
Извршена испитивања материјала у природном стању (у позајмиштима) пружају следеће податке:

— ниско пластични материјали $L_L < 35\%$ имају запреминске тежи-



сл. 3.

Однос између карактеристика збијања одређених по стандардном Proctor-овом поступку на испитаним материјалима коришћеним за израду аутопута кроз СР Србију



Однос између влажности материјала у природном стању (W_s) и оптималне влажности по Proctor-u (W_{opt}).

не у сувом стању $\gamma_s = 1,48-1,81$ гр/см³ са влажношћу: $W_s = 13-15,5\%$;

— средње пластични материјали $L_L = 35-50\%$ имају запреминске (тежине у сувом стању $\gamma_s = 1,50$ до $1,70$ гр/см³ и влажности $W = 13$ до 25% ;

— високопластични материјали $L_L > 50\%$ имају запреминске тежине у сувом стању $\gamma_s = 1,40-1,60$ гр/см³ и влажности у природном стању $W_s = 18-25\%$.

4. 1. На основу података добивених испитивањем може се закључити да је влажност материјала у позајмиштима, у већини случајева, била већа од оптималне (код 63% од укупног броја); само код 37% материјала у испитаним позајмиштима влажност материјала у природном стању била је мања од оптималне. На сл. 4 приказани су резултати испитивања, као и однос влажности материјала у при-

родном стању (W_s) према оптималној влажности (W_{opt}) изражен у процентима.

4. 2. Збијеност материјала у природном стању углавном је мања од збијености материјала одређене по стандардном Proctor-овом поступку, а однос између једне и друге збијености може се изразити степеном збијености (γ %). Код 66% од укупног броја испитаних материјала из позајмишта степен збијености је мањи од 95% . Степен збијености од 95 до 100% остварен је код 27% материјала од укупног броја, а степен збијености већи од 100% само код 7% од укупног броја материјала.

На основу података добивених испитивањем, нанетих на дијаграму на сл. 5, може се лако срачунати и проценат повећања кубатуре ископа у односу на потребну кубатуру насипа

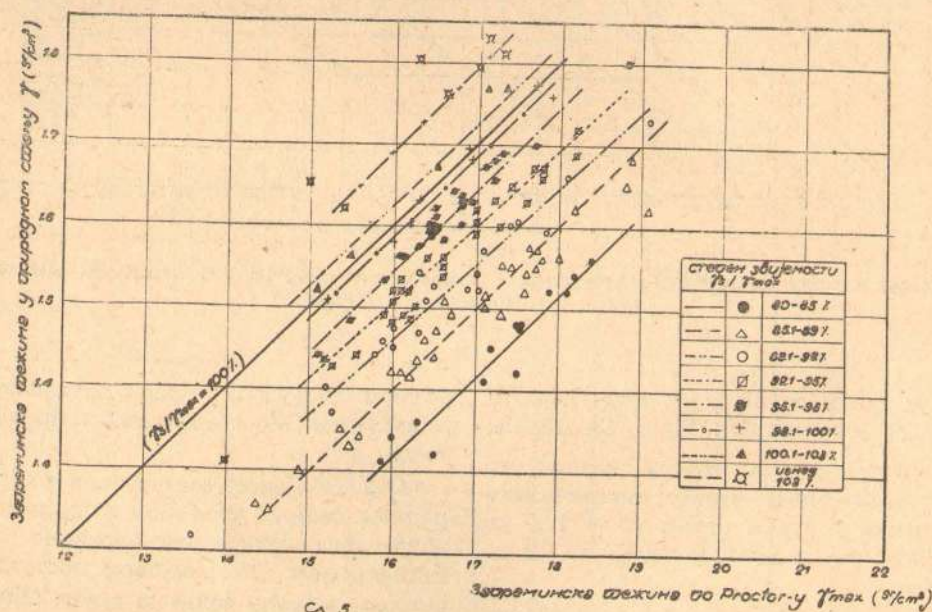
(одређеног степена збијености), или коефицијент растреситости, уколико је степен збијености материјала у позајмишту већи од предвиђеног степена збијености материјала у насипу.

5. Висина капиларног пењања воде

Капиларно пењање воде у ситнозрним земљаним материјалима мерено је белгијским капилариметрима на

материјалу осушеном на 105°C и просејаним кроз сито 0,42 мм.

Резултати испитивања показују да код највећег броја испитаних материјала (34%) висина капиларног пењања износи 1,0—2,0 м; висина капиларног пењања од 2,5—3,5 м има 32% од укупног броја испитаних материјала, а висину од 3,5—5,0 м и преко тога има 11% од укупног броја материјала.



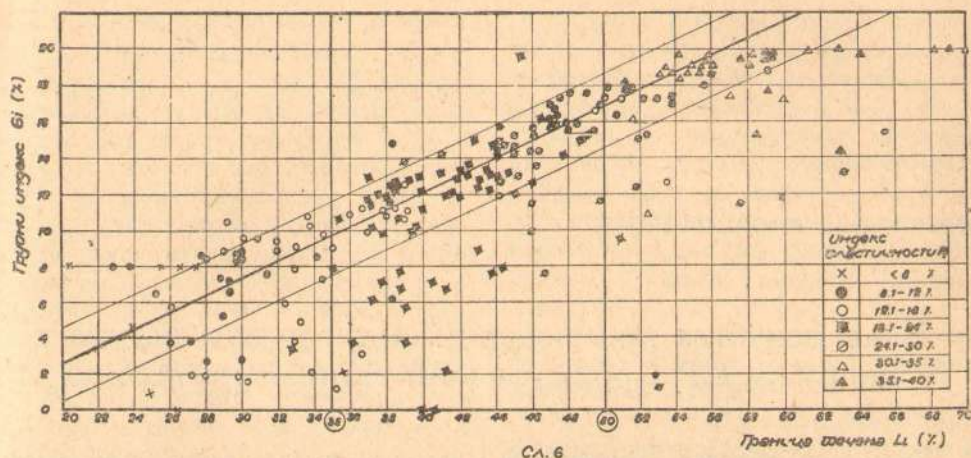
Однос између запреминских тежина материјала из позајмишта (γ_s) и запреминских тежина за исте материјале одређених по стандардном лабораторијском Proctor-овом поступку

6. Групни индекси

Групни индекс, као што је познато, представља један од важних показатеља за класификацију материјала у погледу њихове употребљивости за израду доњег строја путева, а посебно за израду постељице.

Према постојећим америчким стандардима који важе за оцену земљишта при грађењу путева помоћу вредности групног индекса следи:

- групни индекс 0 означава одличну земљу
- групни индекс 0—1 означава
- групни индекс 2—4 означава средње добру земљу,
- групни индекс 5—9 означава рђаву земљу,
- групни индекс 10—20 означава врло рђаву земљу.



Зависност групних индекса од величине граница течења и индекса пластичности

Највећи број од испитаних материјала (67%) има групне индексе GI 10, мањи број (око 25%) има групне индексе GI = 4—10, док само незнатан број има групне индексе мање од GI = 4.

На слици 6 приказан је однос између границе течења, индекса пластичности и величине групног индекса. Одатле следи:

- код групе ниско пластичних материјала ($L < 35\%$) најчешће су добивене вредности групног индекса GI = 2—9;
- код групе средње пластичних и пластичних материјала најчешће су добивене вредности групних индекса GI 9—18;

— код групе високо пластичних материјала најчешће су добивене вредности групних индекса GI = 16—20.

7. Примедба

Поред наведених података испитане су и друге геомеханичке карактеристике материјала као: Границе скупљања и засићености, максимално линеарно скупљање, садржај фракција испод 0,02 мм, коефицијенти неравномерности, CBR вредности, фактори носивости итд., али нам простор не дозвољава да се сада на њима задржавамо. Надамо се да ће наведени подаци послужити корисно нашим извођачким грађевинским предузећима и пројектантским бироима при њиховим будућим радовима.

Инж. Милан МАРШИЋЕВИЋ

Нека искуства при модернизацији путева на ужем подручју СР Србије са конкретним примерима

А. Увод (или политика одржавања)

Врло лоше стање наших путева нарочито оних са туцаничким коловозним застором који нису у стању да задовоље потребе данашњег саобраћаја, а и чије одржавање је врло нерентабилно, наметнули су и потребу за утврђивање једне одређене политике у одржавању путева. Ступање на снагу Закона о јавним путевима, као и Закона о предузећима за путеве са којима се из темеља променила организација путне службе, још више су потенцирали чињеницу да нешто у области путне политике, а првенствено у области одржавања путева, треба мењати.

У том смислу 1962. година и претставља извесну прекретницу. Наиме, најзад је схваћена чињеница, доказана многим анализама и студијама, да туцанички коловози не могу задовољити потребама савременог саобраћаја, ни за оптерећење преко 500 бр. тона (дан и да је одржавање таквих коловоза неекономично. На почетку 1962. године од укупно 5.136 км. путева које су одржавала предузећа за путеве на свега 436 км. имали смо оптерећење мање од 500 брт/дан. С друге стране свега 1.209 км. путева I и II реда било је са савременим коловозом, што значи да већ онда 3.491 км. путева није задовољавало и

да их је требало делом модернизовати, делом потпуно реконструисати.

Пред нову организацију путне службе поставио се важан задатак: Како што пре побољшати стање путне мреже? Овај задатак није било лако решити и донети коначну одлуку. По свим рачуницама рентабилитета показало се да је најјекономичније вршити реконструкцију или градити нове путеве са коловозима који би били димензионирани да приме и будућа још већа оптерећења, а уједно радити такве путеве који би својим елементима задовољили све потребе савременог саобраћаја. Проблем је, међутим, у томе што је с једне стране стање путева захтевало (а то је и данас случај) брзу интервенцију и решавање питања оспособљавања бар основне путне мреже у догледно време (до 1970 год), а с друге стране што су средства за одржавање као и грађење путева минимална, а и перспективе већих улагања није било. Како су за напред наведено решење потребна велика почетна улагања, то је било очигледно да се на овај начин не може наћи неко ефикасно решење, јер са средствима са којима се располаже не би могло да се оспособи основна мрежа ни за 30 год.

Зато се и пришло политици брзе модернизације путева која се углавном састоји у једном средњем и за

наше услове најповољнијем решењу, а које се огледа у следећем:

1) редовно — текуће одржавање постојећих путева (са туцаничким коловозом) свести на такву меру и улагати само онолико средстава колико је неопходно да се доведу у такво стање које не би ометало нормално одвијање саобраћаја тј. у тзв. „сношљиво стање”. Неке рачунице су показале да је за то довољно издвојити око 50% од средстава која се убирају за одржавање путева по чл. 26. Закона о јавним путевима као и од малопродајне цене бензина и плинског уља.

2) Преостала средства, уз додатак средстава и дотација, као и уз максимална ангажовања политичко територијалних јединица и привредних организација усмерити на модернизацију путева са туцаничким коловозом при чему имати у виду следеће:

а) да модернизација у техничком погледу треба да обухвати следеће радове:

— појачање постојећег коловозног застора са најпогоднијим и најекономичнијим материјалом (туцаник, биту шљунак и др.) до потребне дебљине која је као минимална узета на 40 см.

— проширење подлоге на ширину од мин. 5 м. с тим да дебљина подлоге мора одговарати дебљини појачаног коловоза;

— евентуално мање исправке врло оштрих кривина или нивелете пута;

— израду абајућег слоја и то углавном лаких асфалтних застора или застора за средње тежак саобраћај, при чему водити рачуна о економичности (избор везивог средства, агрегата и др.)

— остале пратеће радове (уређење банкина, јаркова и др.)

б) да се приликом избора путева и деоница води рачуна о следећим елементима:

1) да се у обзир узимају првенствено важнији правци на којима је саобраћајно оптерећење такво да оправдава модернизацију;

2) да се модернизују само оне деонице на којима су елементи пута погодни, односно који не би у даљем периоду представљали сметњу нормалном одвијању саобраћаја (због великих успона, оштрих кривина и др.);

3) да се првенство да путевима који представљају везу са аутопутем Братство-Јединство;

4) да се као један од важних фактора при избору деоница и путева за модернизацију води рачуна и о што већем ангажовању у давању средстава или другим облицима учешћа, од стране политичко — територијалних јединица и привредних организација;

5) да се приликом расподеле средстава води рачуна и о расподели по срезовима и по предузећима за путеве;

3) да се главна средства из буџетских дотација користе за грађење нових или потпуну реконструкцију постојећих магистралних путних праваца или путева од изузетне важности за Републику.

Б. Нека искуства из рада у 1962 и 1963 години

Свака реорганизација сама по себи доноси и посебне проблеме који у вези не треба решавати. То се одразило и на реорганизацију путне службе у Србији. Формирање девет предузећа на територији уже Србије на место 11 бивших техничких секција, које су радиле на принципу буџетских установа, у већини случајева довело је у првом периоду до извесне пометње у самим предузећима, због увођења нових организационих форми и преласка на нов начин пословања. Новооснована предузећа као привредне организације у првом реду

су имала да решавају питања организационог учвршћења, изборе органа управљања, доношење правилника, увођење рада по учинку, а само по себи се тиме поставља и питање начина и метода рада на одржавању путева. Наиме, потреба за увођењем рада по учинку, аутоматски је указивало да и дотадашњи начини одржавања путева са путарима није погодан, те се поставило питање укидања рада са путарима и увођење групног рада. Ово је пак довело до великог отпора од стране бивших путара, а и код многих руководиоца, навиклих на већ устаљене методе рада.

Поред свих проблема са којима су се суочавала предузећа и у Републичком фонду за путеве који је преузео функције бивше Дирекције било је лутања и проблема како организационих тако и кадровских, тако да је, и поред тога што је утврђена одређена политика одржавања путева, ипак било грешака у раду које су се одразиле донекле на извршењу радова у 1962. години. То се у првом реду односи на касно доношење програма радова (тек априла месеца) због чега су и радови на модернизацији путева знатно каснили, чиме су и предузећа доведена у незгодан положај.

Касно доношење програма радова условило је да се питању модернизације путева није могло прићи методично. Мада су програмом радова постављени и техничку услови који морају да се испуне при извршењу радова на модернизацијама, ипак они у већини нису могли бити испуњени, нити је могла бити спроведена доследна контрола извршења радова. За израду пројеката, па чак и неких детаљних елабората који би обухватили основне податке о стању путева који се модернизују, није се имало времена те су елаборати рађени на брзину и са врло мало и недовољно података.

Поред тога, ни питање одређивања коловозних конструкција и коловозних застора није се могло довољно простудирати и свуда наћи најбоље решење због обилности припремних послова, израде елабората и др. Многе одлуке и предлози по питању начина рада препуштани су предузећима. Поред тога, једним делом због малих средстава ишло се често на недовољне ширине коловоза и лакше коловозне засторе, који се нису баш свуда показали као најбоље решење. Овде треба истаћи још и, нажалост, непријатну чињеницу да су се на појединим пословима, због недостатака надзора и контроле радови изводили врло лоше, па чак и са лошим материјалом што је довело до тога да неке модернизације (ма да на врло мало места) нису најбоље успеле. Међутим, за ово се не могу кривити само предузећа за путеве јер је постојало и објективних разлога (непредвиђено дејство мраза, непредвиђено саобраћајно оптерећење, а често и временске прилике за озвођење појединих врсти радова).

У наредном излагању изнеће се конкретни примери неких модернизација на подручју уже Србије у 1962 — 1963 год.

Но са овим се жели да се истакну неки проблеми пред којима је стајала путна служба нарочито у 1962 години, јер постоје извесна мишљења да и сама политика, оваква каква је постављена није на свом месту, што се вероватно закључује баш због непознавања свих проблема.

Искуства из 1962 године су много помогла да се питању модернизације у 1963 години приђе много студиозније, а што се огледа у следећем:

— за путне правце који су предвиђени за модернизацију рађени су елаборати у ствари пројекти у мањем обиму који су обухватили све податке, како у погледу стања пута, (де-

бљине и ширине постојећег коловоза, врсте материјала постојећих коловоза) тако и у погледу њихових елемената.

— На основу тако стечене слике о стању пута рађени су конкретни предлози решења, са утврђивањем нових елемената пута, па чак и исправкама оштријих кривина и нивелета где је то било најнужније.

Дебљина коловозне конструкције утврђивана је на основу снимања стања пута с тим да не буде мања од 40 см., а са ширином се ишло на мин. 5,5 м. сем у изузетним случајевима где би пороширење од 5 на 5,5 м захтевало огромно повећање радова.

При избору врсте коловоза ишло се углавном на коловозе за средње тежак саобраћај, тј. тепих по хладном или врућем поступку $d=3$ см. Сматрам да треба нагласити да се у многим случајевима при избору врсте коловоза морало водити рачуна и о могућностима и средствима са којима су предузећа за путеве располагала. Отуда и честа примена израде тепиха по хладном поступку који се у већини случајева показао, бар за сада као најекономичнији коловозни застор.

Питању контроле извршења радова се такође пришло много озбиљније. На свим обилнијим пословима постављени су надзорни органи, који су били или службеници Фонда или пак представници срезова и комуна (па су за рачун Фонда вршили надзор на

појединим правцима), а сама предузећа су посветила већу пажњу квалитету извршења радова, тако да су поред контроле квалитета материјала, који је за њихов рачун вршио Институт и сама организовала извесна испитивања. Кад је реч о овоме треба нагласити да је по питању контроле и испитивања материјала на модернизацијама неопходно да предузећа буду опремљена теренским лабораторијама, чиме би се рад у многоме олакшао.

Резимирајући постигнуте резултате на модернизацији путева у протекле две године може се рећи да су они врло добри и поред извесних грешака које су се ту и тамо јављале. Да је пак политика одржавана путева, која се углавном састоји у одржавању путева путем форсирања модернизације истих, исправна сведочи чињеница да је у задње две године модернизовано на територији уже Србије 515 км. путева I и II реда поред осталих путева на којима су се вршиле новоградње и веће реконструкције. Треба нагласити да је за ове сврхе утрошено свега 3.286.000.000. динара, уз учешће срезова, комуна и привредних организација у износу од 2.517.000.000. дина. Овај податак даје прилично јасну слику о постигнутим резултатима у прошле две године.

У доњој табели дајемо преглед извршених радова по годинама, врстама коловоза и утрошеним средствима.

Година	Модернизовано км.						Укупно	Уложено у 000.— дин.	
	ситна коцка	асфалт бетон	асф. теп.	површ. са шлем он.	шлем. ов.	туцањик		Фонд	Учешће
1962	19	48,0	65,6	120,4	12	(87)	265,0	1.567.000	1.318.000
1963	13	2,5	146,5	70,0	18	(13)	250,0	1.719.000	1.199.000
Укупно	32	50,5	212,1	190,4	30	(100)	515,0	3,286.000	2,517.000

КОНКРЕТНИ ПРИМЕРИ НЕКИХ МОДЕРНИЗАЦИЈА

1) Пут бр. 13 деоница Крушевац — Трстеник у дужини од 25,534 м. саобраћајно оптерећење 2530 брт/дан рађен 1962 год.

Постојећи пут је имао врло добре елементе, а ширина коловоза се кретала око 5,5 м. Пошто је ширина планума 8,0 м., то је модернизација рађена са ширином коловоза од 6,0 м. с тим, што је проширење подлоге тј. постојећег коловоза вршено са шљунком дебљине 30-35 см., а набијање се вршило вибрасолом.

Преко постојећег туцаничког застора чија дебљина је предходно испитана и износила од 30-40 и више см. урађен је нов слој туцаника $d=10-15$ см. у ваљаном стању.

Туцаник је коришћен из каменолома „Попина Река“, а просечна транспортна даљина је износила 25 км. Камен из мајдана је претходно испитан и дао је задовољавајуће резултате, сем што му је абање прелазило дозвољену границу. Но с обзиром на то да туцаник није постављао абајући слој то се са њим и радило. Ваљање туцаника вршено је до збијености од око 80—90%, а затим је рађено тзв. „шлемовање катраном“ (и битуменом).

Ово шлемовање како је популарно назван овај метод једне врсте пенетрације састојао се у следећем:

— На не баш потпуно уваљан туцанички застор шприца се 2 кг/м² катрана (битумена), а затим разастре агрегат ϕ 7—15 кг у количини од 20 кг/м², а затим ваља до потпуне збијености.

Преко овако шлемованог коловоза радила се површинска обрада са 2 кг/м² битумена и око 15 кг/м² агрегата.

За везиво је коришћен катран из Лукавца, битумен 40/200 из Ријеке, а агрегат из Брвеника.

Поред овога, на делу од Крушевца до одвојка пута бр. 115 за Александровац у дужини од 6 км где је саобраћајно оптерећење врло велико, рађен је асфалт тепих $d=3$ см по врућем поступку преко шлемованог туцаничког застора припремљеног на горњи начин и са ивичним тракама од 2 реда ситне коцке на бетону. Тепих је рађен по рецепту Института, асфалтним базом и финишером бродоградилежне „Тито“.

За све ове радове утрошено је 312 мил. динара од чега је учешће бившег среза Крушевац и општина Крушевац износило 100 мил. динара, односно укупно коштање је 12,23 мил. дин/км.

Пратећи сам рад и стање коловоза за протекло време могло се закључити следеће:

— на целој дужини још нигде нису примећене деформације на коловозу које би показивале да је носећи слој слаб (иако је оптерећење преко 2,500 брт/дан);

— коловозни застор од асфалт тепиха није претрпео никакве деформације нити па и најмања оштећења;

— деонице на којим је рађена површинска обрада преко шлемовања са битуменом, такође нису претрпеле никакве деформације ни оштећења, и поред врло великог запрежног саобраћаја. Међутим, ово важи само за део рађен до септембра месеца. Наиме, мањи део у дужини око 3 км који је рађен у септембру и почетком октобра месеца није најбољи, јер битумен због хладног времена није избио на површину свуда подједнако услед чега су се појавили „лишајеви“, ма да нема оштећења услед саобраћаја.

Код израде површинске обраде од битумена преко шлемовања са катраном запажено је следеће:

а) рад са катраном је врло тежак због специфичног мириса и нагризања коже радника;

б) ма да има врло добро својство да продире у дубину због чега је врло погодан за шлемовање, катран врло споро везује (тек после 48 часова) нарочито при већим спољним температурама, тако да га је врло тешко ваљати;

в) површинска обрада је врло тешко пријањала за шлемовани коловоз тако да се дешавало да је саобраћај врло брзо просто разнесе;

г) И овде се показало да деонице рађене у јесењим месецима нису добро испале. Наиме, уопште се показало код површинских обрада да није толико важна спољна температура при уграђивању, мада је не би требало радити испод 10°C (колико је важно да по изради исте постоји период од бар 20 дана после шприцања са температурама око 20 и више степени да би могао битумен да избије на површину).

д) Међутим, ни на овим деловима није дошло до појаве ударних рупа и отварања коловоза ма да се на извесним местима површинска обрада истрошила тако да се види туцаник.

Пут бр. 6 деоница Јокића Ђуприја — Нова Варош и Коловрат — Велика Жупа.

Израдњом Ибарског пута до Прељина, као и пута Прељина — Чачак — Т. Ужице, као и модернизација пута бр. 6 Т. Ужице — Партизанске воде у 1961. години само су део општег настојања да се овај врло важан пут за повезивање Србије са Црном Гором и луком Бар што пре оспособи за нормалан саобраћај.

Програмом радова Републичког фонда за путеве у 1962. години представљена је модернизација овог пута у први план. Како су извесни делови пута од Партизанских вода до границе са СР ЦГ због лоших елемената, а и врло лошег стања постојећег коловоза (деоница Партизанске воде — Јокића Ђуприја затим Н. Варош — Бистрица — Пријепоље) захтевали

обилније радове и реконструкције то се пришло модернизацији само оних делова на којима су елементи трасе као и постојеће стање пута омогућавали да се модернизација изврши са релативно малим улагањима. У оквиру таквог програма на целом потезу је у току 1962. године и 1963. модернизовано 40,5 км пута, док је упоредо, врло тешка деоница, од Нове Вароши до Бистрице у дужини од 14 км потпуно реконструисана (са посебним средствима из дотација). За модернизацију ових деоница утрошено је у 1962. години 111 мил. динара, од чега 11 мил. из учешћа а 1963. године 272 мил. динара од чега је 106 мил. било учешће ХЕ „Коких Брод”.

Врло повољна околност код модернизације овог пута је била што пут пролази каменитим тереном, те је подлога врло добра тако да није било потребно неко велико ојачање постојећег коловоза. Но у сваком случају на постојећи туцанички застор додavano је још мин. 10 см. туцаника у уваљаном стању, а по потреби и више.

Са ширином се ишло од 5,5 до 6 м сем у изузетним случајевима где је она нешто и мања, но том приликом су постојећи путни јаркови прерађивани у риголе тако да би се добило на ширини.

За абајући слој примењени су следећи коловозни застори:

І. Катрански тепих 3 см — по хладном поступку

Рађен на деоницама: низ Борову Главу, кроз Негбину и Коловрат — Велика Жупа у 1962. години.

а. шлемовање туц. застора — ако се одмах не ради тепих;

— емулзије ПЕ кгр 1—2

— агрегат 3—7 мм кгр 10

б. сам тепих:

— емулзије ПЕ кгр 1

- катран кгр 3—3,50
- агрегат 0—3 мм кгр 12 20%
- агрегат 3—7 мм кгр 24 40%
- агрегат 7—15 мм кгр 24 40%
- емулзије кгр 0,50
- агрегат 0—3 мм кгр 5 затварајући слој.

Маса је мешана у противструјним мешалицама на одређеним стајалиштима (база) одакле транспортована кип камионима на место уграђивања.

По горњем рецепту израђено је у 1962. години око 10 км. Нарочито је показала добре резултате деоница Коловрат — Велика Жупа, која је и данас у добром стању.

Агрегат за мешавину употребљиван од локалног материјала тј. кречњака а катран из Луковца.

Тепих је рађен по цени 714 дин/м².

II. Двострука површинска обрада битумена

Рађена на деоници Јокина Ђуприја — Борова Глава у 1962. години.

- агрегат 0—3 мм кгр 10
- агрегат 3—7 мм кгр 12
- агрегат 7—15 мм кгр 20
- битумен кгр 5—6

По овом рецепту израђено је 4 км пута у 1962. години и пом. деоница није успела, наиме већ су се појавиле ударне рупе на једном делу. Истина један њен део радио се у саму касну јесен те је и време утицало на њен квалитет.

Даље, при изради: захтева строго стручан рад при прскању битумена и разастирању агрегата, као и чистоћу, што је тешко постићи с обзиром да се иста обично ради под саобраћајем.

Агрегат за мешавину употребљиван од камена кречњака, а битумен 40/200.

Површинска обрада је рађена по цени од 503 дин/м².

III. Тепих од емулзије 3 см

Рађен на деоници Водице — Нова Варош у 1963. години.

- агрегат 0—3 мм кгр 6 10%
- агрегат 3—7 мм кгр 27 45%
- агрегат 7—15 мм кгр 27 45%
- емулзија кгр 5—6
- агрегат 0—3 мм кгр 5

Маса је такође справљана у противструјним мешалицама (2 ком.) са стајалиштем на Боровој Глави одакле је транспортована кип камионима.

Дневни учинак око 500 м са две мешалице.

По овом рецепту урађено је 16 км пута у 1963. години и може се рећи (иако је још рано) да је тепих успео бар за сада тако изгледа. Тепих рађен преко уваљаног туцаничког застора претходно добро очишћеног.

Агрегат за мешавину узет је од камена кречњака, а емулзија углавном „Катранова”.

Тепих је рађен по цени од 850 динара м².

IV. Врућ тепих од битумена 3 см

Рађен на деоници Водице — Нова Варош у 1963. години.

- емулзија кгр 0,50
- агрегат 0—5 мм кгр 30 48%
- агрегат 5—15 мм кгр 30 48%
- филер кгр 3 4%
- битумен кгр 4 6%

По овом рецепту урађено је 10,5 км пута са Руском асфатлном базом Д-225 и финишером „Барбер Грин” у 1963. години.

Тепих је добар што су и испитивања Института показала.

Агрегат за мешавину од камена кречњака, а битумен 40/200.

Тепих је рађен по цени од 1.050 дин/м².

На целом потезу од Титовог Ужица до границе са СР Црном Гором треба извршити још реконструкцију на деловима од Партизанских вода до Јокине Ђуприје у дужини од 10 км као и на делу Бистрице до Пријеполја у дужини од 11 км, док би се на делу Велика Жупа до границе у дужини од 28 км могле урадити модернизација са неким мањим реконструкцијама и проширењем коловоза на исти начин као и на до сада урађеним деоницама.

Пут бр. 5-а

Кочане — Прокупље — Куршумлија

Овај пут има велики значај не само за подручје реке Топлице, већ и као врло важна веза АПКМ-а са долином реке Мораве и аутопута.

Стање пута је било врло лоше, јер је услед врло јаког саобраћаја потпуно дотрајао. Ширина планума кретала се од 5—8 м а коловоз шљунчани дебљине 10—20 см. Пут пролази брежуљкастим тереном и имао је оштре кривине и велике успоне.

Модернизација овог пута обухватила је обимније радове тако да су у 1962. години урађени пројекти који су обухватили следеће елементе:

— ширина коловоза 6,0 м са банкнима од по 1,0 м, односно ширина планума 8 м;

— ојачане постојеће подлоге додатком тампонског слоја дебљине 25 см и слојем туцаника $d = 12$ см у уваљаном стању;

— замену привремених објеката сталним;

— исправку нивелете и врло оштрих кривина испод $R = 80$ м;

— коловозни застој од тепиха $d = 4$ см израђен по хладном поступку са полустабилном емулзијом.

На овај начин је у 1962. и 1963. години модернизовано укупно 31 км пута, за што је утрошено укупно 391

милиона динара од чега је учешће коопераната износило 84 милиона. У наредним годинама предвиђа се и даља модернизација, а делом и потпуна реконструкција овог пута.

Материјал за тампон је коришћен из оближњих спрудова реке Топлице, а камен за туцанике из сопственог мајдана предузећа за путеве „Ниш“ које је изводило радове („Марков камен“ на самом путу, а делом и из каменолома „Грамаде“ код Ниша.

Агрегат за тепих набављен је из мајдана „Островица“ у Сићевачкој клисури.

Справљање мешавине за асфалт тепих вршено је помоћу противструјних мешалица само не из једне стациониране базе, већ се мешалица премештала са напредовањем радова.

Мешавина је исправљана по следећем рецепту:

за 1 м²

— емулзија за претходно прскање кг 0,5

— агрегат 15—25 мм кг 16,0

— агрегат 7—15 мм кг 21,0

— агрегат 3—7 мм кг 16,0

— емулзија кг 6,0

Завршни слој:

— емулзија кг 1,0

— агрегат 3—7 мм кг 12,0

Пратећи стање израђеног коловоза нарочито на деловима рађеним у 1962. години сви су изгледи да је модернизација потпуно успела. Наиме, на целом потезу нису примећене никакве деформације нити већа оштећења. Но, дефинитивне оцене се могу дати тек после дужег периода времена.

— . —

Поред ових набројаних праваца, како је већ напоменуто у протекле 2 године модернизовано је укупно 515 км путева I и II реда. Од важнијих

праваца на којима су модернизоване веће дужине треба истаћи:

— пут бр. 5 од Неготина до Књажевца на ком потезу је за две године модернизовано 50 км, с тим што се у 1964. години планира да се цео тај потез споји (уз извесне реконструкције у дужини од 7 км ради избегавања 6 укрштаја с пругом);

— пут бр. 132 Лесковац — Лебане на коме је остало још око 7 км за радове у 1964. години, а на коме је већ урађено 12 км коловоза од ситне коцке и 1 км асфалт тепиха (који није баш успео и то углавном због нестручности радника, тако да је коловоз исувише нераван, али је доброг квалитета);

— пут бр. 101 и 3 од Лознице до Зворника који представља продуже-

так пута Шабац — Лозница. На овом делу преостало је још 4 км који ће се модернизовати у 1964. години;

— пут Рача — Марковац — Свилајнац — Деспотовац који је за две године модернизован на целој дужини од 45 км и то са шлемовањем и површинском обрадом.

Ма да је као што је напоменуто и сувише рано доносити коначне оцене о томе да ли су ове модернизације успеле ипак се према досадашњим посматрањима може рачунати, да ће, сем мањих изузетака ова модернизација оправдати постављену политику и задовољити потребе савременог саобраћаја у периоду од најмање 10 година, а самим тим оправдати средства која су у њих улагана.

Разматрање неких узрока оштећења коловозних конструкција на путевима у Србији

Задњих година, сведоци смо појаве све већег броја оштећених коловоза на нашим путевима нижег и вишег реда са савременим коловозним засторима, без обзира на време протекло од њихове израде. Ако би се упустили у разматрање могућих узрока оштећења, исте би могли сврстати у више категорија, класифицирајући их по пореклу:

а) недовољна дебљина коловозне конструкције с обзиром на карактеристике материјала у постелици, интензитет саобраћаја или дејство атмосферских и климатских утицаја (мраз, промене влажности и сл.),

б) неправилан састав коловозне конструкције и дебљина појединих слојева односно материјала коришћених за њихову израду,

в) недостаци код избора метода уграђивања појединих материјала и недостаци у току израде коловоза,

г) недовољна збијеност материјала у завршном слоју насипа и усека, односно у доњем строју, и могућности слегања због промене карактеристика влажности и збијености.

Да се не бих упуштао у општа разматрања могућих узрока оштећења коловозних конструкција, задржаћу се на једном конкретном примеру из наше праксе, приказати резултате добивене испитивањем и изне-

ти своје мишљење о узроцима који су довели до оштећења и пропадања коловозне конструкције на неким потезима. Узроци наведени у овом примеру могу се сматрати општим и за многе наше путеве изведене после рата (Београд—Загреб, Београд—Зрењанин и др.).

На деоници аутопута кроз СР Србију од Параћина до Ниша, рађеној 1959. године (део од Појата до Делиграда, дужине 28,5 км) примењена је коловозна конструкција флексибилног типа, укупне дебљине од 45 до 52 см, чији је пресек приказан на сл. 1.

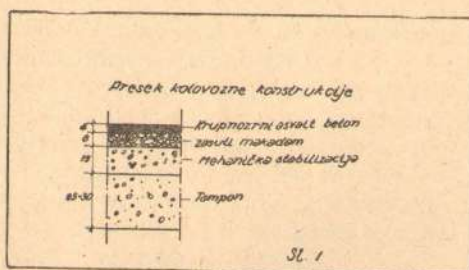
Коловозна конструкција састављена је из следећих слојева:

а) хабајућег слоја до крупнозрног асфалтног бетона дебљине 4 см,

б) носећег слоја (горње подлоге) од пенетрисаног макадама дебљине 8 см у ваљаном стању,

в) носећег слоја (доње подлоге) од механичке стабилизације дебљине 15 см у уваљаном стању,

г) тампонског слоја од шљунковитог материјала минималне дебљине 25—30 см, а у зависности од карактеристика материјала у постелици.



Пресек коловозне конструкције флексибилног типа примењене на изради деонице аутопута од Појата до Делиграда у 1959. године

По завршетку радова и пуштања аутопута у саобраћај дошло је до мањих или већих оштећења коловозног застора која су се манифестовала на разне начине: прскањем хабајућег слоја по читавој висини или горњем делу у виду мрежастих прслина, отворених или финих-површинских, које се у току зиме и пролећа након отварају и проширују на већу или мању површину, затим у виду подужних прслина, паралелних са осовином коловоза на одстојању од 0,0 до 0,8 м, или уз ивице коловоза на одстојању од 0,5—0,8 м, односно у виду деформација и денивелација коловоза у вертикалном смислу, са или без прслина (1).

Испитивања извршена у циљу изналажења узрока који су довели до појаве оваквих оштећења и упоређење добивених вредности са резултатима контролних испитивања, извршених у току грађења поменуте деонице аутопута, указују на постојање више узрочника који су потпомогли да дође до оваквих појава, од којих ћу навести неколико најважнијих.

1. Неиспуњавање пројектом предвиђених услова у вези са димензијама појединих слојева и квалитетом израде

1. 1. Дебљине појединих слојева коловозне конструкције мерене у току њеног извршења, а нарочито при њеном отварању ради испитивања узрока оштећења, најчешће су знатно мање од пројектом предвиђених. Ова одступања су најмања и најређа код тампонског слоја, нешто већа код подлоге од механичке стабилизације, а највећа код засутог макадама и хабајућег слоја. На табели бр. I дат је преглед дебљина појединих слојева измерених на неким деловима аутопута изграђеног 1959. године, на којима је дошло до већих оштећења коловозне конструкције.

1. 2. Неповољан гранулометријски састав материјала уграђеног у тампонски слој (недовољна густина) и недовољна збијеност истог (постигнути степен збијености 92—93% од максималне збијености по модифицираном Проктор-овом поступку — техничким условима захтевано мин. 95%) утицали су на опште смањење носивости коловозне конструкције и довели до парцијалних слегања, нарочито на њеним ивицама, јер слабо збијене земљане банке нису биле у стању да спрече бочно померање (истицање) материјала под дејством саобраћајних оптерећења. Истовремено са деформисањем коловоза деформишу се и ивичне траке, пуцају и одвајају се од коловоза, због чега настају могућности за продирање воде у коловозну конструкцију и постељицу.

Мишљења сам да би досадашњи начин израде ивичних трака требало изменити, а ивичне траке радити на исти начин као и коловозну кон-

¹⁾ Видети: „Цесте и путеви“ бр. 7—11/1963 — неправилан технолошки поступак примењен при изради коловозне конструкције као разлог озбиљних оштећења коловоза насталих у току његове експлоатације

СТАЊЕ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ПРИЛИКОМ ЊЕНОГ ОТВАРАЊА

Табела I

(I сектор)

Ред. број	Положај места (км)	Положај према осовини		Механичка стабилизација		Измерене дебљине појединих слојева			
		лево (м)	десно (м)	влажност	постигнут однос збијености %	тампон	механичка стабилизација	засути макази	абајући слој
1.	2+150	0,8	—	9,4	90 ⁰ / ₀	25	10	8	4
2.	2+163	1,5	—	6,8	87 ⁰ / ₀	25	11	7	3
3.	2+175	0	0	7,1	88 ⁰ / ₀	25	10	7	3,5

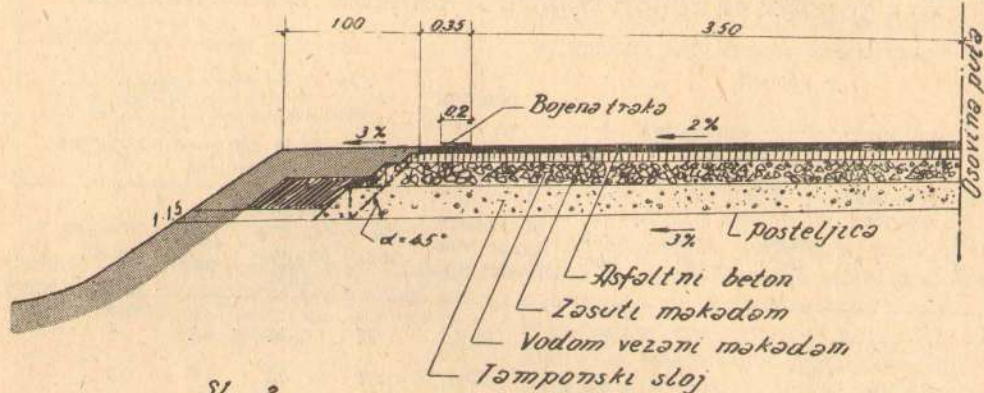
(II сектор)

1.	6+387	—	2,0	11	—	25	8	7	4
2.	6+771	—	2,8	15	89 ⁰ / ₀	25	6—8	6	4
3.	7+043	2,5	—	15	91 ⁰ / ₀	25	8	6	4
4.	7+061	—	1,0	16	93 ⁰ / ₀	25	9	6	4
5.	7+149	1,5	—	15	92,7 ⁰ / ₀	25	10	8	4
6.	7+170	—	2,0	13—16	87,5 ⁰ / ₀	25	13	6	4

(III сектор)

1.	10+738	0	0	—	—	25	10—15	*	2,5
2.	10+773	0,5	—	—	—	25	15	*	3
3.	10+832	—	2,0	8,1	88 ⁰ / ₀	—	15	6	3
4.	10+864	2,0	—	4,5	81 ⁰ / ₀	—	15	6	3
5.	10+880	—	1,5	7,6	82 ⁰ / ₀	—	13	6	3
6.	10+946	2,0	—	6,2	92 ⁰ / ₀	—	15	6	2,4
7.	10+999	—	0,5	6,9	90 ⁰ / ₀	—	15	5—6	2,4
8.	11+022	0,5	—	6,1	82 ⁰ / ₀	—	15	8	4
9.	11+046	—	1,5	5,0	90 ⁰ / ₀	—	14	6	3,5

НАПОМЕНА: знак * означава да је слој засутог макадама утонуо у слој механичке стабилизације — дебљина тампонског слоја се мења идући до више спољне ивице ка нижој. (Узета је као просечна дебљина 25 см).



Sl. 2

Предлог новог начина за израду ивичних трака

струкцију, према једном од детаља приказаних на сл. 2.

1. 3. Недовољна стабилност доњег носећег слоја коловозне конструкције израђеног по методи механичке стабилизације, као последица велике количине врло пластичног материјала додаваног шљунку као везиво и упоређење геомеханичких карактеристика материјала коришћених за састав мешавина код претходних геомеханичких испитивања са карактеристикама материјала узетих из готове коловозне конструкције на оштећеним местима указује на чињеницу да су при грађењу коришћени материјали који су се потпуно разликовали од оних, предвиђених у елаборату о претходним лабораторијским испитивањима. На табели II приказане су карактеристике материјала за препоручене мешавине, а на табели III карактеристике материјала узете из слоја механичке стабилизације на местима где је конструкција претрпела оштећења. Са приложених табела види се да мешавине уграђене у коловозну конструкцију на оштећеним местима нису одговарале прописаним, тако да је с обзиром на велику влажност материјала у самом слоју, пове-

ћану у периоду протеклом од израде механички стабилизованог слоја до наношења хабајућег слоја (често и по неколико недеља), дошло до смањења унутрашњег трења у материјалу, а у вези са тим и до наглог пада носивости носећег слоја и немогућности пријема вертикалних напрезања насталих услед дејства саобраћаја возила. Влажност испитаних материјала на оштећеним местима кретала је се од 6—15% (табела I), док је оптимална влажност препоручених мешавина одређена по модифицираном Проктор-овом поступку, износила 4 до 4,5%.

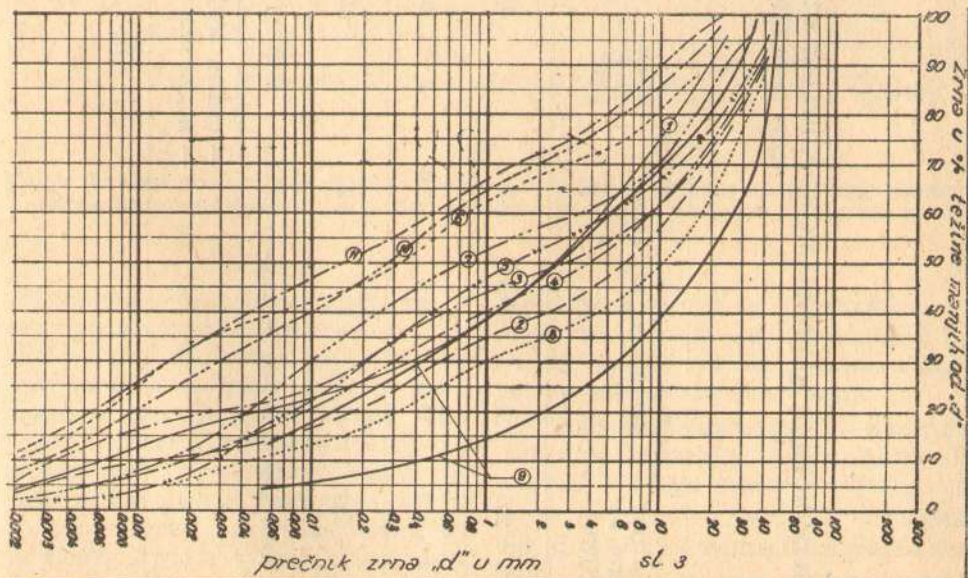
Гранулометријски састав материјала извађених из механички стабилизованог слоја на оштећеним местима није одговарао предвиђеном и у највећем броју случајева налазио је се ван граничног подручја прописаног техничким условима за добро састављене мешавине (сл. 3). Карактеристике пластичности код неких мешавина су знатно веће него код одабраних материјала за везиво (упоредне табеле II и III).

До оваквог стања дошло је углавном кривицом извођача, који су временом дошли до закључка: да се додатком пластичнијег везива од пропи-

саног, и у већим количинама, повећавају вредности модула стишљивости, уколико је при томе влажност материјала мања од оптималне, тако да су пре него што позову лабораторију да испита израђени потез механичке стабилизације остављали да се слој најпре просуши. На тај начин су се добијале веће вредности модула стишљивости M_{Σ} и фиктивно увећавала носивост изграђеног слоја, мада је степен збијености уграђених материјала био мањи од захтеваног и кретао се од 81—93%, што је недовољно ако се жели остварити његова стабилност у погледу каснијег слегања под дејством саобраћаја. На сл. 4 приказан је однос између постигнутог степена збијености материјала и одговарајућег модула стишљивости за правилно дозирање мешавине материјала уграђене у механички стабилизатор носећи слој коловозне конструкције, при влажностима близу

оптималне. На основу добијених вредности утврђено је да би захтеваном степену збијености $\gamma_s/\gamma_{\max} \geq 98\%$ одговарале вредности модула стишљивости $M_{\Sigma} > 820 \text{ kg/cm}^2$.

1. 3. Недовољна дебљина горњег носећег слоја изграђеног по принципу засутог макадама, често много мања од захтеване, (табела I), мала густина и збијеност слоја, недовољна крутост и носивост истог као и могућност утискивања појединих зрна у слој испод њега, а самим тим и релативно велика деформабилност у вертикалном смислу, учинили су да је овај слој био један од главних узрочника за настајање оштећења коловоза као што су: прскање хабајућег слоја у виду дужих прелина, по читавој висини хабајућег слоја и по дужном и попречном смислу, мрежастих прелина — финих или отворених и деформација коловоза у вертикалном смислу или мањих денивелација без оштећења хабајућег слоја.



Гранулометријски састав материјала извађених из слоја механичке стабилизације за време оправке коловоза у 1960. години

КАРАКТЕРИСТИКЕ МАТЕРИЈАЛА КОРИШЋЕНИХ ЗА ИЗРАДУ МЕШАВИНА ЗА МЕХАНИЧКУ СТАБИЛИЗАЦИЈУ
КАО И ПРЕПОРУЧЕНИХ МЕШАВИНА

Табела II

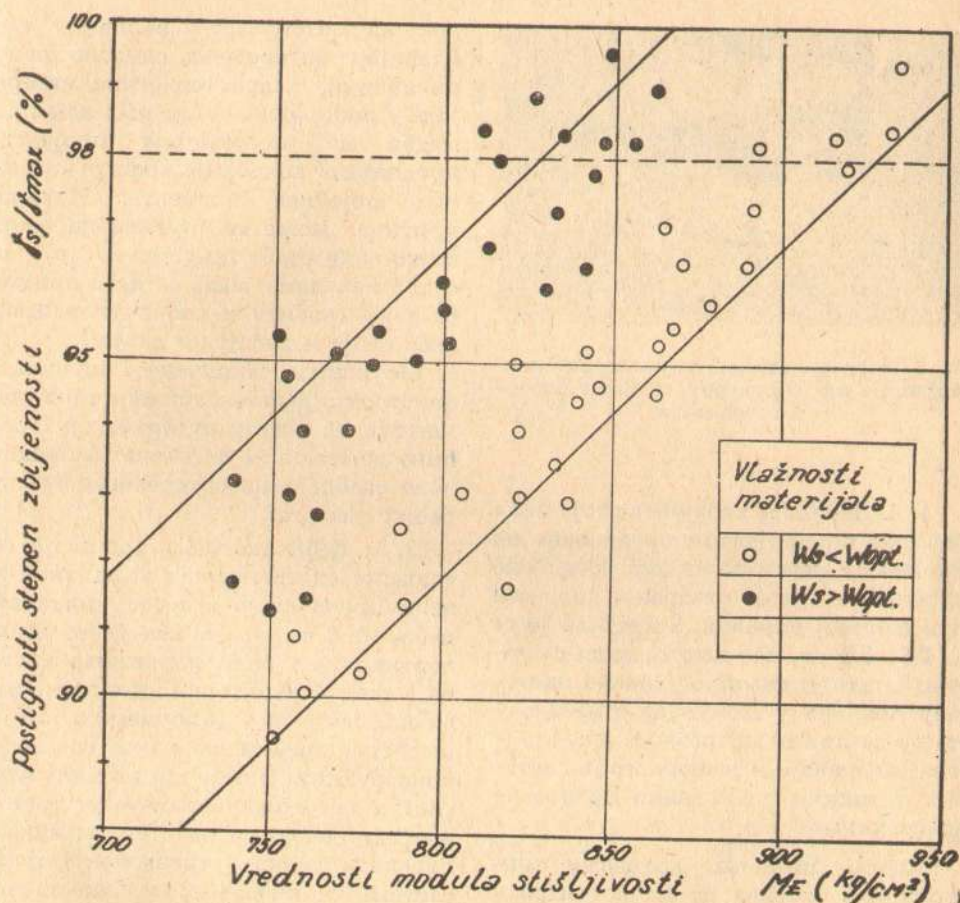
Ред. број	Позајми- ште ма- теријала	Атербергове границе коришћеног као везиво			Ознака меша- вине	Однос мешања шљунак: везиво	Атербергове гра- нице за мешавину			Однос прашине	Проце- нат фрак- ција ис- под 0,074 мм	Примедба
		L _L	P _L	P _I			L _L	P _L	P _I			
1.	2 + 295	29,3	19,8	9,5	1	88 + 12% = 100%	21,0	18,2	2,8	0,30	10%	I сектор
2.	2 + 850	33,0	21,0	12,0	2	85 + 15% = 100%	18,0	14,6	3,4	0,33	9%	II сектор
3.	7 + 939	40,6	21,4	19,2	3	85 + 15% = 100%	21,0	16,7	4,3	0,34	11%	III сектор

По техничким условима захтевано је: $L_L < 25\%$ ПЈ $< 6\%$

— однос прашине $< 0,50$

— степен збијеност $i_s < 98\%$ $\gamma_{\max}$

— модул стišљивост $M_E > 800$ кг/см²



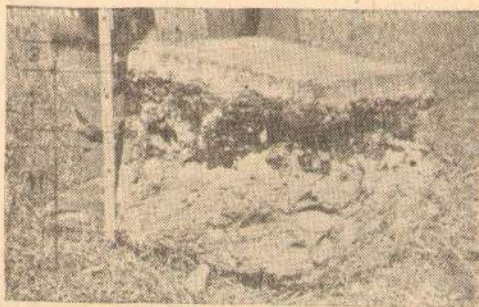
Sl. 4

Однос између постигнутог степена збијености и модула стишљивости при различитим влажностима за материјал уграђен у слој механичке стабилизације

Техничким условима захтевана је контрола носивости израђеног слоја помоћу опита са плочом, уз захтев да је минимална вредност модула стишљивости $M_E > 1000$ кг/см². На многим потезима изграђеним по принципима засутог макадама, нису постигнуте прописане вредности модула стишљивости, док су на неким од оштећених потеза у време грађења постигнуте највеће вредности модула стишљивости испод $M_E = 700$ кг/см² (често 300—560 кг/см²), што се објаш-

њава расквашавањем материјала у слоју механичке стабилизације у периоду протеклом од његове израде до наношења хабајућег слоја.

На слици 5 приказан је узорак извађен из коловозне конструкције (Ш сектор) у време њеног отварања, на коме се види да су зрна гуданика продрла у слој механичке стабилизације урађена са јако пластичним везивом, као и да дебљине појединих слојева не одговарају прописаним.



Сл. 5. Узорак извађен из коловозне конструкције на III сектору за време оправке коловоза

1. 4. Дебљина хабајућег слоја била је мања од пројектом предвиђене на многим од места на којима је вршено мерење за време отварања коловоза при његовој оправци, а кретала је се од 2,5—3,5 см, као што се види са табеле I, што је свакако утицало на појаву прслина у њему, јер није био у стању да прими напрезања услед дејства саобраћаја и деформација насталих у нижим слојевима коловозне конструкције.

Многа оштећења коловозне конструкције настала су и због израде хабајућег слоја при неповољним временским условима; хладном времену, са масом охлађеном испод дозвољене минималне границе; при транспорту и разастирању због недовољне збијености материјала, због лоше дозирањих мешавина при справљању (мање количине битумена и филера) итд.

2. Лоша композиција коловозне конструкције и избор дебљина појединих слојева односно материјала за њихову израду

Уколико се пође од претпоставке да је укупна пројектом предвиђена дебљина коловозне конструкције на аутопуту правилно одабрана с обзи-

ром на интензитет и величину саобраћајног оптерећења, односно на геомеханичке карактеристике материјала у постелици, остаје озбиљна примедба на композицију пројектом предвиђене коловозне конструкције и њене поједине елементе. Највише критика може се упутити на рачун механичке стабилизације и слоја засутог макадама, мада се исте примедбе могу ставити и на рачун тампонског слоја и хабајућег слоја.

По нашем мишљењу, коловозна конструкција флексибилног типа примењена на потезу аутопута од Параћина до Ниша не одговара за предвиђено саобраћајно оптерећење из следећих разлога:

2. 1. Дебљина хабајућег слоја израђеног од крпнозрног асфалтног бетона преко слоја засутог макадама дебљине 8 см недовољна је да прими вертикална и коса напрезања настала услед саобраћајног оптерећења и да их, без већих деформација или оштећења пренесе на ниже слојеве у конструкцији, с обзиром на малу крутост и недовољну стабилност горњег носећег слоја од засутог макадама дисконтинуалног гранулометријског састава крупноће 4—6 см. Овакав гранулометријски састав туцаника изричито је захтеван техничким условима за израду коловозне конструкције.

2. 2. Немогућност да се при збијању слоја засутог макадама примени гранулометријски састав туцаника и на тај начин повећају густина и крутост израђеног слоја, може послужити као објашњење за релативно мале вредности модула стишљивости добивене при опитима са плочом, често мање од оних које су одређене на истом месту при испитивању слоја механичке стабилизације (овај феномен може се донекле објаснити и повећаном влажношћу код пластичнијих мешавина, до које је дошло после киша које су падале по изради слоја засутог макадама, чија површина није би-

Табела III

Ред. број	Положај места (км)	Положај према оси (м)		Атербергове границе			Однос прашине 0,06/0,4	Пролаз кроз сито 0,074 мм у %	ПРИМЕДБА	
		лево	десно	L _L	P _L	P _I				
(I сектор)										
1.	2 + 200	1,5	—	26,0	13,0	13,0	0,62	19	Испитивања у 1959. год.	
2.	2 + 150	0,8	—	25,7	14,1	11,6	0,67	21		
3.	2 + 163	1,5	—	28,0	16,2	11,8	0,48	16		
(II сектор)										
4.	6 + 999	0	0	22,0	17,6	4,4	0,35	9,0	Подаци из 1959. год.	
5.	7 + 099	0	0	28,5	18,4	10,1	0,48	19,0		
6.	7 + 250	1,5	—	25,0	15,9	9,1	0,46	10,5		
7.	7 + 300	1,0	—	22,5	13,1	9,4	0,41	7,5		
8.	6 + 387	—	—	29,5	14,3	15,2	0,70	21,5		
9.	6 + 771	—	—	23,0	11,3	11,7	0,50	13,0		
10.	7 + 043	0	2,0	31,0	12,3	18,5	0,59	22,5		
11.	7 + 061	—	1,0	27,0	14,3	12,2	0,52	18,0		
12.	7 + 149	1,5	—	35,8	15,5	20,2	0,77	41,0		
13.	7 + 170	—	2,0	26,6	16,9	9,7	0,51	24,5		
(III сектор)										
14.	10 + 736	0	0	36,9	15,9	21,0	0,79	27,0		
15.	10 + 773	0,5	—	36,2	15,4	20,8	0,73	22,0		
16.	10 + 832	—	2,0	30,2	16,2	14,0	0,70	23,0		
17.	10 + 880	2,0	—	35,8	14,9	20,9	0,66	27,5		
18.	10 + 946	2,0	—	30,0	15,1	14,9	0,48	14,5		
19.	10 + 999	—	0,5	35,0	17,1	17,9	—	—		
20.	11 + 031	1,0	—	23,2	10,1	13,1	0,56	14,0		
21.	11 + 022	0,5	—	30,8	15,1	15,7	0,69	22,5		
22.	11 + 040	—	1,5	22,3	11,5	10,8	0,61	11,0		
23.	11 + 050	—	—	32,5	17,6	14,9	0,82	23,0		
24.	11 + 149	—	—	34,0	14,7	19,3	—	—		

ла довољно непропустива да спречи продирање воде у ниже слојеве).

Оваквим избором величине зрна туцаника омогућено је његово утискивање у нижи слој јер није вођено рачуна о међусобном односу величина зрна у два суседна слоја.

С обзиром на гранулометријски састав мешавина коришћених за израду механичке стабилизације, гранулометријски састав засутог макадама морао је бити континуалан и поседовати најмање 15% фракција ситнијих од 4—10 мм, да би се спречило утискивање појединих зрна туцаника у нижи слој (правило: $5d_{15} < D_{15} < 5d_{85}$).

2. 3. С обзиром на висински положај механички стабилизованог слоја у коловозној конструкцији и његову улогу (доњи део носећег слоја), исти је морао бити израђен искључиво од дробљеног материјала, или са већим процентом зрна са оштрим ивицама, да би се тако повећало унутрашње трење и стабилност израђеног слоја. Пошто је за израду носећег слоја био предвиђен шљунак „моравач” (са заобљеним зрнима) и максималном величином истих испод 40 мм, а била искључена употреба хидрауличних средстава као везива због повећаног коштања, одабран је поступак механичке стабилизације са додатком ситнозрних прашинастих и песковитих материјала, мада би се овакав поступак и материјали са оваквим карактеристикама, према важећим француским и немачким прописима за израду путева вишег реда, могао уградити највише у нивоу тампона.

Избор оваквог решења био је многао ризичнији с обзиром на осетљивост механичке стабилизације на промену влажности, униформност састава мешавине и потребне мере предострожности, односно високу синхронизацију радних операција које следе

израду механички стабилизованог слоја (засути макадам и хабајући слој).

3. Неповољни атмосферски услови, кратки рокови за припремне и главне радове, рад ван сезоне грађевинских радова итд.

3. 1. Неповољни временски услови у току 1963. године (честе кише) доводили су често до проквашавања постелице у усецима и насипима и пада њене носивости, мада је иста била збијена у току израде и преко захтеваног степена збијености (101—103% у max), са влажношћу близу оптималне. Накнадно провлажавање постелице, преко које су већ били израђени неки слојеви коловозне конструкције (најчешће тампонски слој или механичка стабилизација) доводило је до пада њене носивости смањење вредности CBR) и до утискивања материјала из тампонског слоја, односно до слегања слојева изнад њега, што је доводило до већих деформација коловоза у експлоатацији јер у касним јесењим и зимским месецима није било могућности за њено просушивање.

3. 2. Квалитет механичке стабилизације израђене на аутопуту знатно је умањен, а њена даља примена доведена у питање, због немогућности да се испуне захтеви наведени у ставу 2. 3. пошто је стабилизацију радило истовремено 4—5 предузећа, са радилиштима, на међусобном растојању од 5—10 км, док је снабдевање битуменизираном ситнежи за засути макадам и асфалтни бетон вршено из једног централног постројења у Ђунису. Капацитет базе није био усклађен са капацитетима предузећа, за израду засутог макадама и стабилизације, тако да је ту долазило до честих застоја и вишедневних интервала од завршетка стабилизације до израде засу-

тог макадама или хабајућег слоја. Често је збијање засутог макадама или хабајућег слоја вршено преко расквашене постелице и слоја механичке стабилизације, а није било време на да се чека на њихово просушивање и накнадно збијање или поправку.

3. 3. С обзиром на макроструктуру хабајућег слоја и израду у месецима септембар-новембар, није било могуће извршити потпуно збијање и затварање његове површине, поготову што је аутопут пуштен у саобраћај 29. новембра, тако да је било могуће продирање воде кроз застор у ниже слојеве, што је такође био један од узрока који је могао довести и који је доводио до деформација коловозне конструкције и њеног оштећења.

3. 4. Велики обим посла извршеног у 1959. години (око 100 км аутопута), релативно кратак рок за примену и извршење радова, обавеза да се ауто-

пут пусти у саобраћај 29. новембра, као и неповољни атмосферски услови (честе кише у периоду мај-јули) и недостатак потребне механизације утицали су у знатној мери на квалитет радова, нарочито завршних слојева коловозне конструкције.

Сматрамо да су при изради аутопута стечена драгоцен искуства, која ће се моћи корисно применити код израде нових путева чија се градња предвиђа у ближој будућности, и да ће и ова испитивања узрока оштећења корисно послужити да се избегну слични недостаци у даљем раду. У том циљу било би врло корисно да се приступи систематском испитивању насталих оштећења и на другим сличним путевима, као и систематском осматрању њиховог понашања под дејством саобраћаја, у циљу даљег усавршавања и унапређења наше путне технике.

Инж. Бранислав ЋИРИЛОВИЋ

Проблем оспособљавања подтла и извршавање усека на деоници С. Раља — Водањ

Овогодишња изградња аутопута од с. Раље до уласка у Београд, а нарочито до Кружног пута, имала је далеко више проблема и тешкоћа него што је то у прво време изгледало. Могло се рачунати, на почетку, према постојећем стању терена (више гледано кроз пројекте) на неке тешкоће, а оне су се углавном односиле на део трасе на уласку у Београд (отежан рад због рушења зграда, тежак терен према превоју од Кружног пута). Можда се могло рачунати и на отежаност у извршењу на делу код М. Пожаревца због непостојања повољних приступних путева. У току рада, а нарочито на почетку сезоне све видније биле су поједине тешкоће које су се само назирале кроз пројекте.

Први и врло важан проблем био је проблем оспособљавања подтла, у ниским деловима где траса прати реку Раљу, а други ништа мање тежак извршавање усека на истом потезу.

Да ли се могло нешто више урадити при пројектовању или је требало правилније извршавати исти остаје за дискусију али је чињенично да се за извршавање ове две врсте радова уложило далеко више него што је пројектом предвиђено.

Постављање трасе по десној падини Раљске долине захтевао је опрезност у полагању а нарочито пројектовању усека исто као што је треба-

ло далеко више поклонити пажње решавању оспособљавања подтла. Пре свега цела долина реке Раље од М. Пожаревца а нарочито од села Дражња је у пролећним месецима плавна. Раља нема сталног корита али је углавном због конфигурације саме долине примакнута ка десној страни. Та страна долине је купиранија и више испресецања побочним долинама, мањим поточићима који су у пролећним месецима пуни воде, и изворима. Сам изглед терена довољно говори о последицама плавности Раље. То су оштре и стрмије падине од друге стране долине, на њима се примећује природна нестабилност, временска померања као последица подлокавања великих вода, да би се касније после повлачења воде формирали нови природни нагиби падина. Ово се да и визуелно запазити и оправдано се намеће као проблем. Претходним испитивањем утврђено је да је ниво подземне воде доста висок и на 0,20 до 1,00 м од површине у ниским деловима и да је земљиште углавном глиновито, заступљена је глина средње и високе пластичности.

На основу претходних испитивања узимајући у обзир да ће се подтло извршавати у пролећним месецима кад је ниво подземне воде доста висок, кад су плавна места још увек местимично под водом предвидети о-

способљавање под горњим условима, а код усека, нарочито дубоких и већих извршити анализе у трошковима, а према могућности за отварање засека и формирањем косина према врсти материјала за пројектовани усек.

Извршавање подтла

Ма колико при оспособљавању подтла ишли на мање трошкове а нападали и извршавали потезе који су се давали лакше оспособити, чекати топлије дане да би се подземна вода спустила ниже, а локална места више исушила, морало се прићи оспособљавању и оваквих места да би се добио шири фронт рада и пуна употреба механизације у извршавању насипа. Оспособљавање пак оваквих места имало је својих тешкоћа јер се она у оквиру предвиђених цена нису могла остварити. — Појављивали су се велики накнадни радови: отворени дренажни канали ради исушивања подводних и тресетишних терена, стабилизација шљунком, замена материјалом који има оптималну влажност и израда каменог набачаја на најнеповољнијим местима. Предмером и предрачуном је предвиђено једино извесна количина шљунка за стабилизацију подтла. Због тога смо имали да су само накнадни радови у подтлу већи од предрачунске суме за набивање подтла.

Начин оспособљавања подтла

На потезима где је траса пресецања постојеће корито реке Раље морало се, а то је било и нужно, изчистити до здравог терена, избацити муљ, исцрпети воду, шаркирати косине и формирати их у таквом нагибу да је могуће јежирати и ваљати — онемогућити каснија слегања и оцепљивања насипа, због неравномерне носи-

вости тла. На свим овим местима, због веће сигурности, у првим спојевима употребљен је шљунак (60—100 см), па тек онда извршаван насип.

На км 40 + 100 тресетиште је било дубоко 1,20 — 1,0 м; * чишћењем и избацивањем до здравог материјала спустили би се испод корита реке, па се не би могла одвести изворешна вода. Због тога се прибегло деличном одстрањивању хумусног и тресетишног материјала, а затим утискивању камена до потпуне стабилности. Преко камена пре извршавања насипа сипан је шљунак 20—40 см попуњене шупљине, створена већа стабилност а шљунак је у исто време био филтерски слој.

На 39 + 700 због високог нивоа подземне воде било је потребно претходно ископати отворене дренажне канале оставити пар дана да се вода исцеди затим канале испунити шљунком до висине постељице и изврши стабилизацију шљунком. Утискивање шљунка извршено је јежирањем, ваљањем гуменим ваљком до потпуне стабилизације.

Поред локалних места где је састав материјала био неповољан поставили су дужи потези од 300—400 м који су у погледу материјала углавном задовољили али због високог нивоа подземне воде имали велики проценат влажности (око 30%). Овде је просушивање вршено орањем. Извесни потези орани су 3—4 пута, па кад се орањем није постигао жељени циљ поправљало се слојем шљунка који је утискиван јежирањем и ваљањем гуменим ваљком, натовареним скреперима са гуменим точковима. Подизањем изнад подтла престали су проблеми у извршавању насипа. Сви ови потези за сада се добро држе и није примећено никакво накнадно слегање.

Трошкови за оспособљавање подтла:

1. Утрошена количина шљунка за поправку подтла у вредности од динара 7,500.000
 2. Продубљивање и избацивање муља из корита реке Раље, тресе-тишта и јако расквашеног хумус-ног материјала на локалним мести-ма. Код чишћења ових места рад машина већим делом био је немо-гућ па се радило ручно. Због тога морало се посебно платити за рад у мокром.
Укупна вредност ових радова динара 900.000
 3. Отворени дренажни канали, у вредности динара 720.000
 4. Замена повољнијим (сувљим) ма-теријалом 5,000.000
 5. Орање динара 350.000
 6. камени набачај динара 900.000
- 15,690.000
- Примером и предрачуном пред-виђено је за набијање потла: дин. 13,700.000
- у вредности од дин. 1,500.000
- Укупно 15,200.000

Тако да су вишак радова и нак-надни радови према предвиђеним трошковима за оспособљавање под-тла за близу 100% већи, јер су ствар-ни трошкови за оспособљавање и на-бијање подтла дин. 29.400.000. а пред-виђени предмером и предрачуном 15,200.000

Извршење усека

Извршење усека на овој деоници везано је за тешкоће, карактеристич-не и веће усеке узећу у разматрање. Мањи усеци, односно засеци нису представљали тешкоће у извршењу.

Усек на 30 + 300 до 38 + 600 није се могао одржавати са косинама које су пројектоване. Профил усека био је скоро оформљен по целој дужини када је дошло до клизања десне ко-сине. Убацивањем кривине мањег по-

луречника померена је осовина на најнеповољнијем месту за 8 м' (уместо пројектованог $R = 1000$ употребљен је $R = 800$ м') у усеку се није појављи-вала вода само су ради веће сигурно-сти постављене перфориране цеви Φ 20 см са десне, обрушене стране у-сека. Померањем трасе због срећне о-колности да усек није дефинитивно обрађен и профилисан могао је по ко-личини ископа из проширења да се изједначи са ископом земље у недо-вршеним профилима по првом про-јекту. Померање осовине захтевало је померање већ уграђеног насипа ис-пред усека. Овај део насипа искори-шћен је за постављање паркиралиш-не траке на овом делу трасе.

Усек на 43 км такође је претрпео измене. Код овог усека на делу где је он најдубљи имали смо потпуну ста-билност, док се на нижем плићем де-лу усека због појаве воде појавило обрушавање. Нестабилност овог де-ла усека — засека примећивала се и пре почетка извршавања. Уопште због конфигурације целог терена ова-ко положена траса било је и право решење. Свако друго решење са по-мерањем од брда не бих одговарало. Накнадно, постављањем потпорно-обложеног зида и тајаче иза зида решена је стабилност усека. Постав-љањем тајаче на водонепропустивом слоју, ухваћена је вода и загарантова-на стабилност зида.

Највећи проблем представљало је извршење усека на 45 км Овај усек је извршаван при крају, доста касно се почело, јер није постојала могућност за веће коришћење земље из овог усека. Са оспособљавањем подтла се закаснило, насипи у које је требало да иде земља су плитки, брзо се до-лазило до постељице, радови су били „пипавији“, финији, те се није могла користити земља у оној количини колико би се могло ископати. По-

ред тога материјал из усека је глина високе пластичности и врло тешко се уграђивала.

Усек је пуног профила. Највећа дубина износи око 11 м. На средњем делу усека предвиђен је потпорно-обложни зид. При извршењу усека све до на 1,5 до 2,0 м од коте постелице нису се приметили никакви знаци клизања, тек при ископу за темеље зида појавило се померање. Маса земље одоздо по косини почела се оцепљивати, да би 60 м, од осовине пута цело брдо кренуло. Обична подграда није могла издржати покренуту масу. Незгодно је било што се обрушавање догодило на месец дана пред завршетак. Растерећење и формирање косина, ако би дошло пре извршења зида представљало је велики ризик, могло се догодити да се не заврши у предвиђеном року. Количина земље од 30.000 м³ није се могла завршити пре од 10 дана, а затим би требало извршавати зидове. Значи да би извршавање зида дошло у обзир тек после потпуног растерећења и формирања косина. Могућност да падне киша потпуно би пореметила и онемогућила извршење у предвиђеном року. Потпуно извршење овог дела, значи, могуће је под идеалним временским приликама без падавина и без кварова на машинама. Због тога је и одбачена ова варијанта мада је према трошковима за грађење и сигурности била најповољнија. Једна од могућности била је померање трасе. Ово је технички било тешко изводљиво, јер је било завршено асфалтирање са обе стране усека.

Зид је извршаван са ојачаном подградом, пре растерећења косине, која је држала покренуту масу, па кад бетон веже и зид очврсне уклањана је подграда и оптерећиван зид. Овом варијантом морале се извршити извесне измене. Зид је фундиран испод клизне равни и са котом спуштен за 0,80 — 120 м испод пројек-

товане коте. Уместо МБ-70 у темељу, на најнеповољнијем делу бетонирано је са МБ 110, а ван темеља са МБ 160. Укупни трошкови смањени су измењом у материјалу. Уместо зидања ломљеним каменом, како је било предвиђено, темељи су бетонирани. Накнадни радови за растерећење косина, подграђивање под јаким притиском, продубљено фундирање темеља, на овом усеку, изнели су суму од динара 19,000.000.-, а са зидом на 43 км. Укупно 25,000.000.- дин.

ЗАКЉУЧАК

1. Поклонити далеко више пажње претходном испитивању. Код овог, детаљно анализирати могућност у извршењу према подацима испитивања. Ово се односи на подтло. Јер није исто, извршавати подтло у пролећним месецима (а оно се углавном тад и извршава) и летњим. Предвидети начин оспособљавања кроз стварне трошкове.

Код извршења подтла, зато што је то на почетку радова, кад се још не могу видети укупни трошкови инвеститор се врло тешко одлучује за стварање накнадних радова и вишкова радова, јер нема праву вредност трошкова, могућностима за уштеде или потребе за друге накнадне радове. Због тога оспособљавање подтла иде дуго и споро. Губе се драгоцене дани за извршавање осталих радова који долазе тек по завршетку ове врсте посла.

2. Код пројектовања већих усека где су количине ископа доста велике, усеци дубоки поред студиознијег претходног испитивања, дати потпуно оправданост таквог постављања трасе.

Искуство са изградње последње деонице аутопута Раља-Београд оправдано је наметнуло опрезност и студиозност при пројектовању дубоких усека на новим путевима.

Инж. Петар МИТРОВИЋ

Израда грубог асфалт бетона на Ауто-путу 1963. године

На делу Ауто-пута од Осипаонице до Београда рађеног 1963. године на целој дужини рађен је, као абајући слој коловоза, асфалт бетон разне крупноће по деоницама. На четвртој надзорној деоници, где је извођач био грађ. предузеће „Пут” из Сарајева, рађен је крупнозрни асфалт бетон. Ова врста асфалт-бетона употребљена је први пут на Ауто-путу а једина је код нас рађена на деловима пута Чачак—Прељина и Сарајево—Тузла. Како је ова врста коловоза врло повољна за моторни саобраћај то ће бити изнешена нека запажања са израде ове врсте асфалт-бетона на Ауто-путу. Инвеститор Дирекција за изградњу ауто-пута тражила је овакву врсту асфалтног застора то је извођач сходно погодбеним документима затражио од Института за испитивање материјала СР Србије да да састав мешавине а изврши сва претходна испитивања.

Од Института је прописана следећа мешавина грубог асфалт-бетона а коју су прихватили и извођачи и надзор:

Филер из Аранђеловца	6,10%
Песак „Дунавац”	5,32%
Кварцни мајдански песак из Влашког Поља	5,32%
Дробљени песак из Брвеника од 0—3 мм	21,25%

Агрегат од 3—7 мм из Брвеника	7,5 %
Агрегат од 7—15 мм из Брвеника	48,31%
Битумен 55/50	6,20%
	100,00%

Са овом мешавином је рад отпочет и екстракцијом битумена из готове асфалтне масе и поновном грабулацијом утврђено је да дејство ексхаустера одстрањује ситне честице тако да је мешавина била без њих. Такође су и сита вршила „пребацивања” нарочито сита од 3—7 и 7—15 мм. Стога је подешена следећа доза жма тако да се добијала тражена мешавина:

Филер из Аранђеловца	7,04%
Песак од 0—3 мм	30,02%
Агрегат 3—7 Брвеник	8,44%
Агрегат 7—15 мм Брвеник	48,30%
Битумен 55/50	6,20%
	100,00%

Као везиво за ову врсту асфалт-бетона употребљиван је битумен 55/50, који је имао следеће карактеристике:

Тачка размекшавања П.К.	52°C
Дубина продирања на 25С	57° пен.
Растегљивост на 25С	100 цм.
Тачка лома по Фрасу	—11°C

Филер, песок и агрегат имали суслед. гран. пролаза кроз сита:

	Ф и л е р	П е с а к 0 — 3 мм			Камени агрегат	
		Дунавац	Бл. Поља	Брвеник	3—7	7—15
0,06	53,90	—	—	—	—	—
0,075	63,30	—	—	—	—	—
0,09	80,33	0,95	0,15	12,05	—	—
0,20	98,79	59,50	0,90	18,30	—	—
0,60	100,00	99,25	73,40	31,55	0,50	—
2,50		100,00	100,00	74,25	0,76	0,19
5,00				100,00	32,96	0,29
8,00					94,99	19,65
10,00					100,00	52,87
16,00						100,00

Специфичне тежине минералног агрегата су:

Филер 2,75 гр/см³, „Дунавац” 2,78 гр/см³, песок Брвеник 2,76 гр/см³.

Минерални агрегат је добро познат агрегат „Брвеник” који у потпуности задовољава тражене услове за употребу асфалт-бетона тј. чврстоћу на притисак већу од 1,400 кг/см² и абација мање од 10 см³/50 см². При састављању мешавине у Институту за испитивање материјала СР Србије руководило се је, прво, да мешавина буде комплетна и да у њој буду заступљене све фракције и на тај начин добије се маса са што мање пора. Интересантан је састав песка од 0—3 мм. При саставу песка тежило се да у њему буде заступљено, што више кварцних зрна која су веома пожељна у асфалтној маси због своје велике чврстоће. У мешавини песка тежило се да буду заступљена и округла и кубичаста зрна јер прва утичу на обрадљивост и компактност асфалтне масе а друга због својих роњева дају асфалтној маси већу чврстоћу.

Обзиром на све ово састављена је мешавина песка „дунавца”, „кварцног песка” и дробљеног песка „Брвеник” у размери 1 : 1 : 4.

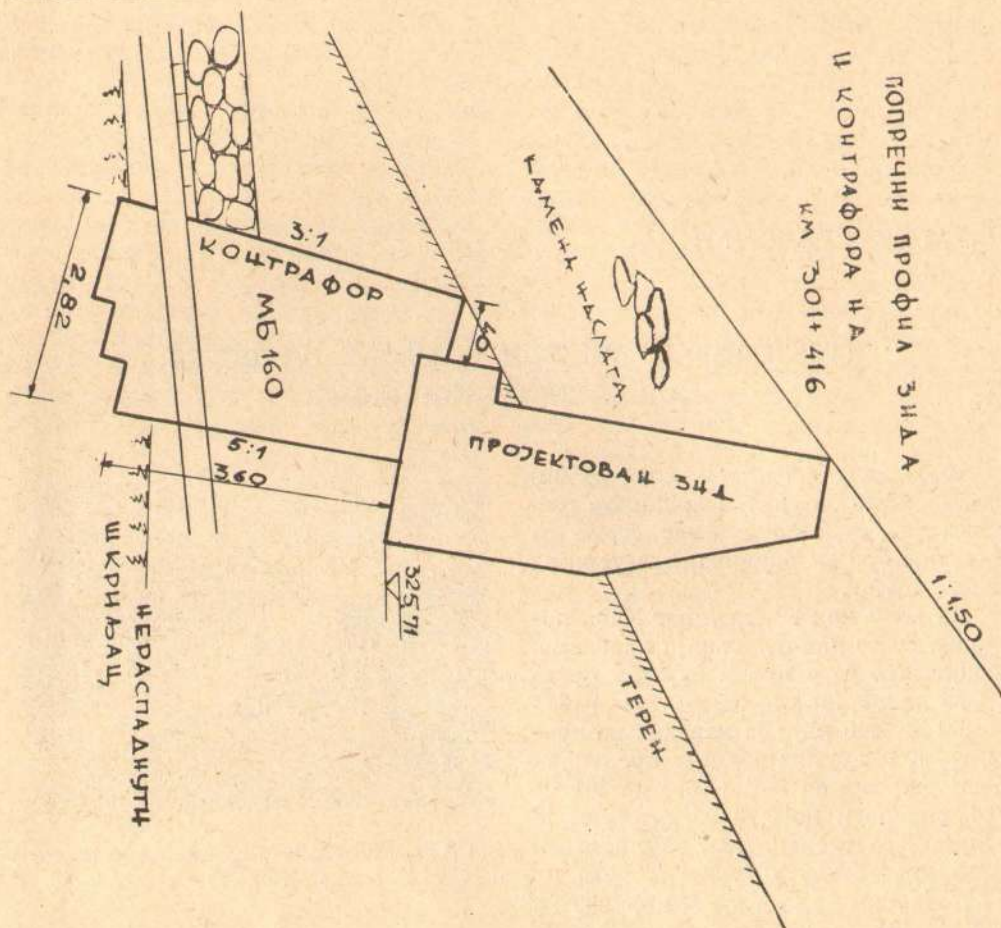
Справљање асфалтне масе вршено је у аутоматској асфалтној машини типа „Марина” са аутоматским мерењима и непрекидним континуалним радом. Капацитет машине је 35 тона/1000. Убацивање агрегата у дозаторе вршено је утоваривачем сем песка „Дунавац” и кварцног песка који су ручно мешани у размери 1 : 1 и убацивани у дозатор. Ово је вршено због тога што дозатор машине „Марини” има само четири бункера.

О раду асфалтне машине и справљању асфалтне масе нећемо говорити јер је то исто као код свих других аутоматских асфалтних машина.

Температуре грејања биле су следеће:

Битумена од	150—170 С
Агрегата од	180—200 С
Асфалта у мешал.	160—185 С
Асфалта при уграђив.	155—180 С

Све ове температуре су контролисане, нарочито температура асфалтне масе при уграђивању. Ове контроле углавном су задовољиле и биле у горњим границама. Преношење асфалтне



Скица 1.

шкриљца била је на месту највеће деформације зида. С друге стране знатан бочни притисак на зид проузрокован од материјала, покретања подземне воде према Морави и високог насипа на ували тражило је боље техничко решење. Зато су на предлог комисије израђени контрафори (скица 1) који су подишли под зид а темељи се ослонили на нераспаднути шкриљац.

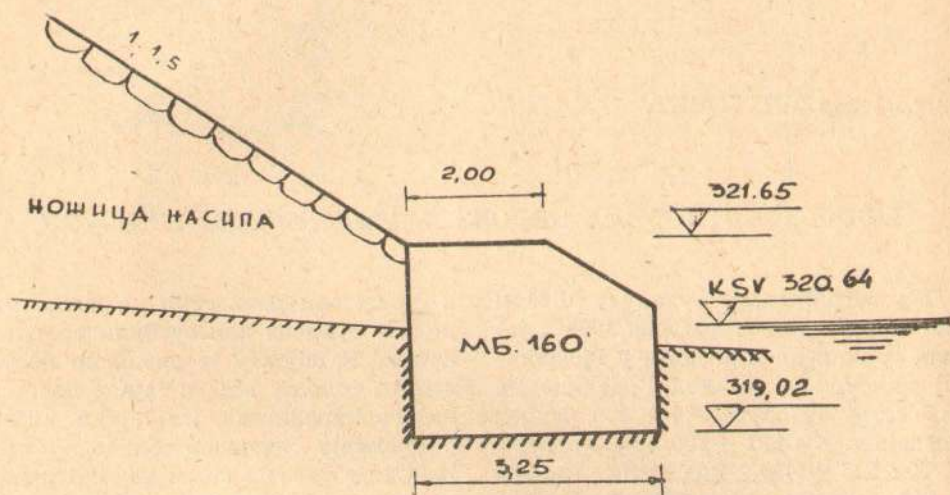
Контрафори су израђени од МБ 160, са нагибом спреда 3 : 1, а унутрашњи 5 : 1. Висина контрафора 3,60 м, ширине у круни 2,22 м, а у темељу

2,82 м, с тим што је темељ израђен степенасто, а круна подилази испод ранијег зида 2/3 своје ширине тј. 145 см. Прилазни шлицеви испуњени су каменим зидом у суво. Камен је добављен из каменолома „Момин Камен” и задовољно је претходна испитивања на чврстоћи и отпорности према мразу и води.

Други проблем се појавио још у почетку извођења на делу 301 + 605 до 301 + 760 км. Предвиђени зид није могао да се изведе, јер непосредно пре извођења вршена су испитивања тла са шлицевима дубине до

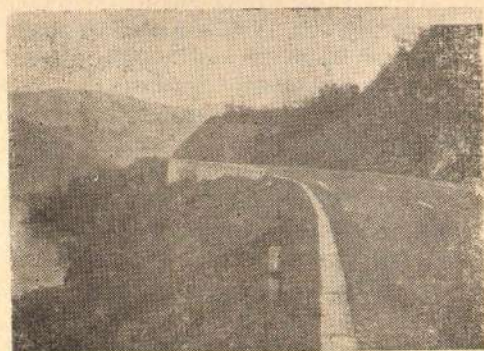
НОШИЦА НАСИПА НА КМ 301+700

КОТА КОЛОВОЗА НА ПРОФИЛУ 339,93



Скица 2.

3,00 м' и примећено је да је материјал растресит са природним пукотинама и падом слојева према Морави. Поставиле су се две могућности варијантисања. Избећи зид од 8,50 м' висине на нестабилном тлу (што је такође требало констатовати приликом пројектовања) и померити осовину аутопута према брду, што би захтевало измену трасе на већем делу која је делимично била урађена. Или



Сл. 2. Насып км 301+605 — 301+760

извршити насып са ступенастим засецима и бетонске стопе са каменом облогом у ножици насыпа, која је падала у Мораву. Усвојена је ова варијанта. Током грађења постигнута је довољна збијеност слојева насыпа, међутим због велике висине насыпа (слика 2) и недовољне обзирности приликом контактирања самоникле земље и насуте на ступенастим засецима, после годину дана дошло је до подужног пуцања коловоза, а доцније и до деформација, што је захтевало замену горњег строја до половине пута и подизање коловоза на пројектовану висину.

Уместо закључка сматрам да уложена средства за претходна испитивања, као и примена геомеханике за одређивање стабилности трупца пута су рентабилнија од накнадних интервенција, а решавање озбиљнијих потеза и објеката требало би ослободити класичних метода, које су пре свега неекономичне.

Инж. Петар МИТРОВИЋ

Израда потпорних зидова у Грделичкој клисури

На изграђеном аутопуту 1960 и 1961 године, током пролећа 1962 г. јавила су се већа клизишта у Грделичкој клисури и то: код Грделице на километру аутопута 274 + 000, испред Предејана Км 281 + 780, иза Предејана Км 285 + 420, код Цепа Км 290 + 650 и код Моминог Камена Км 295 + 200.

Нарочито су била велика и опасна клизишта код Моминог Камена и Цепа где је покренута земљина маса зарпала пола ширине коловоза аутопута. Ова клизишта су санирана углавном са масивним потпорним зидовима са тајачом и филтром иза зида, сем на клизишту код М. Камена и Грделице где су поред потпорних зидова предвиђени и дренажни канали на целом клизном комплексу. Поред ових већих померања земљаних маса у клисури Грделици су се јавила и мања померања на пет места која су санирана само потпорним зидовима.

Пројекат клизишта израдило је предузеће „Траса“ из Београда а извођачи су били „Стиг“ — Пожаревац и „Новоградња“ — Врање, Инвеститор је била Дирекција за изградњу аутопута из Београда. Овде ће се изнети извесни проблеми који су пратили изградњу потпорно обложних зидова у грделичкој клисури, при врло тешким условима за изградњу ових објеката.

На првом месту треба рећи да пројекат није садржао геолошке податке

и да су они дати само на клизишту код М. Камена али су били врло оскудни. У појекту је висинско постављање темеља зида и тајаче извршено неконтролисано, незнајући ништа о положају клизног и водоносног слоја. Стим су извођач и надзор имали велики проблем да правилно висински поставе зид и тајачу, тако да зид задржи клизни слој, а тајача буде на целој дужини зида испод водоносног слоја како би воду из њега прикупила и однела. С обзиром да су клизишта била врло велика и велике масе земље покренуте то се морало обазриво копати и то свака трећа или четврта кампада, било је врло тешко и непрегледно одредити тачан положај клизног и водоносног слоја, а од тога је зависила правилна израда зида и његова сврха.

Позната је ствар да је свако клизиште студија за себе и да код сваког већег покрета земљаних маса потребно је знати геолошки састав, положај клизне равни, водоносни слој итд. стога је неопходно а у крајној линији и исплати се, да се код сваког мало озбиљнијег клизишта изврши потребно сондирање терена и на бази тога изради пројекат.

Највећи проблем при изради потпорних зидова био је ископ земље и солидно разупирање. Већ је напоменуто да су покренуте масе биле врло велике и да су дошле до осовине ау-

да задавале су тешкоће при ископу и повећавале опасност од поремећења земљине равнотеже. У оваквим случајевима специјално је било тешко урадити подграду која је захтевала врло велике пресеке дрвене грађе. Стога су, приликом радова, овакве ширине кампада смањиване на 3,50 и 3,0 метара.

О бетону који се је употребљавао за бетонирање потпорних зидова не би се имало ништа нарочито рећи. Рађен је од шљунка из јужне Мораве који се је гранулирао у три фракције и извесно појачаван, са фракцијама преко 30 мм, дацитом из Моминог Камена. Бетон је справљан у бетонској бази и допремљен на место уграђивања кип-камионима. Тражене марке бетона за темеље М. Б. 70 и у зиду М. Б. 110 су увек и лако постизане.

Бетонирање зида вршено је из два дела, јер је то једини начин да се правилно изврши бетонирање и израда тајаче и спасе доња грађа подграде и оплата. Прво је вршено бетонирање стопе зида и тајаче. Два до три дана по завршетку овога бетонирања скинута је оплата са стопе зида и тајаче а и доње талпе из подграде. Потом су постављени поклопци тајаче и вршена испуна туцаником и филтром од гранулираног шљунка до врха стопе зида. Површина стопе зида је добро орапављена како би се што боље постигла веза између стопе и зида који се буде бетонирао. Ово није баш најсигурније решење те су на опасним местима уграђивани поред овога орапављени камени за везу а и постављена је и кратка арматура.

Други део сачињавао је бетонирање и зидање потпорно-обложеног зида је у току грађења долазило до површине вршено је са тесаним каменом дацитом из М. Камена. Овај камен се при раду показао добар за обраду, веома лепо делује као облога зида а и има и добру отпорност на мразу што је за ову намену веома важно.

По завршетку зидања једне кампаде потпорног зида настајао је проблем кад скинути подграду тј. кад оптеретити кампаду потпорног зида са земљаним притиском. Притисак земљане масе, рад клизишта, услови организације и потреба за брзим грађењем тражили су да се свака кампада оспособи што пре да прими на себе део притиска. Међутим с друге стране није се могло одмах кампада оптеретити док не одлежи изванредан број дана. Како смо употребљавали цемент П. Ц. 350 Нови Поповац који за седам дана достигне чврстину на притисак од 70—80% од максималне после 28 дана, то смо чекали 6—7 дана па смо кампаду оптерећивали т. ј. скидали подграду, пунили иза зида филтер од гранулираног шљунка и на крају радили глинени чеп. При овом грађењу дошло се до искуства да је неопходно, при изради ове врсте радова где се тражи брза градња и где објекат брзо мора да служи својој намени, употребљавати цемент који за неколико дана постигне добар проценат од своје максималне чврстоће. Као такав одлично се показао П. Ц. 350 Нови Поповац.

Израда завршног слоја - постељице у насипима и усецима на аутопуту кроз СР Србију и неке напомене

Приликом израде завршног слоја — постељице у насипима и усецима настојало се да се испуне захтеви у погледу збијености и влажности материјала и у томе се углавном успело. Збијености материјала уграђених у постељицу веће су или једнаке захтеваним ($\gamma_s = 100\% \gamma_{\max}$) и крећу се углавном од 101—103% $\gamma_{\max}$. Није се успело увек у настојању да се материјали уграде са влажношћу близу оптималне за тај материјал и оствари она носивост материјала у постељци, са којом је вршено димензионирање конструкције по методи CBR (позната је чињеница да код материјала са истом збијеношћу, вредност индекса носивости CBR опада са повећањем влажности изнад оптималне).

Примедбе које се могу ставити на израду постељице састојале би се у следећем:

— Није увек вођено довољно рачуна о избору материјала који ће уграђивати у завршне слојеве насипа и постељицу, тако да се на неким местима могу срести високопластични материјали са оптималним влажностима $W = 22 - 26\%$ и одговарајућим максималним запреминским тежинама $\gamma_{\max} = 1,50 - 1,60 \text{ gr/cm}^3$, што се није смело дозволити. Кривица пада донекле и на пројектанте, који при распореду маса нису води-

ли довољно рачуна о геомеханичким карактеристикама материјала, а накнадне измене у току грађења изискивале би повећање трошкова.

Материјали са овако неповољним геомеханичким карактеристикама отежавали су збијање, а при неповољним временским условима задржавали нормално одвијање радова, израду наредних слојева, отежавали кретање градилишне механизације и сл.

Да би се радови могли одвијати према предвиђеном плану, извођачи су били принуђени да примењују и разне поступке као што су: просушивање материјала мешањем и ситњењем ротофрезерима, поправка материјала додатком шљунка и песка, смањење влажности у материјалу додатком цемента (само 2—3 пута), а у више случајева и замени материјала осетљивих на промену влажности или јако расквашених, бољим материјалом.

Збијање материјала у усецима вршено је само у једном слоју, а дубина збијеног слоја кретала се је од 15—20 см, у зависности од карактеристика материјала у постељци. Природна збијеност материјала у усецима, испод збијаног слоја, кретала је се од 80 до 93% $\gamma_{\max}$, што је недовољно. Дебљина збијеног слоја од 20 см не може се сматрати задовољавајућом да би се

коловозна конструкција могла димензионирати са вредностима CBR одређеним у лабораторији на материјалу збијеном са 100% $\gamma_{\max}$. Поред тога, влажност материјала у нижим слојевима усека је знатно већа него у површинском делу — постелици, тако да су наведени разлози довели до већих оштећења коловозне конструкције у већем броју усека. Техничким условима за израду аутопута од 1960. године и на даље захтевано је да се збијање материјала у усецима врши до дубине од 0,30 m, али тај захтев није свуда поштован. Осим тога, да би се коловозна конструкција могла димензионирати према вредностима CBR, добивеним на материјалима одређених карактеристика, потребно је да дебелина слоја износи најмање 40 до 45 cm (према француским и немачким искуствима) односно најмање 60 до 80 процената од дубине дејства мрза у подручју пута (према руским захтевима).

Одводњавању постелице није увек била посвећена довољна пажња, тако да је у току грађења долазило до провлажавања материјала у њој и смањења карактеристика носивости.

Поред тога, саобраћај градилишне механизације и средстава за транспорт шљунка за израду тампона преко расквашене постелице (на којој су у време испитивања за контролу и пријем постигнути одлични резултати, како у погледу захтеване збијености тако и у погледу равности површине и потребног попречног пада (доводио је до деформација исте, стварања колотрага и јама испуњених водом, што је реметило предвиђени режим одводњавања и смањивало квалитет израђене постелице.

Нарочита опасност од провлажавања материјала у постелици, с обзиром на могуће последице, постојала је на потезима код којих су преко постелице — примљене на основу геомеханичких испитивања као до-

бре — били нанети неки од слојева коловозне конструкције, без хабајућег слоја, а потом били изложени више дана киши. Немогућност да се, због кратких рокова и неодложног завршења аутопута, односно оперативног плана асфалтне базе, чека на просушивање материјала у постелици, и наношење хабајућег слоја или неког другог слоја преко доњих слојева коловозне конструкције или постелице у оваквом стању, проузроковали су многа оштећења на готовом аутопуту рађеном преко оваквих слабих потеза.

Да би се овакве последице избегле и постигла већа сигурност код извршења објеката везаних за одређене рокове, затим при раду у лошим климатским условима, ван сезоне грађевинских радова и сл., потребно је применити одговарајуће заштитне мере, које знатно поскупљују коштање пута у току његовог извршења, али истовремено искључују или бар у великој мери смањују издатке за њихово одржавање и оправке оштећења (уколико је исте могуће касније отклонити без потпуне или делимичне реконструкције) у току његовог одржавања. Навешћемо неколико поступака који нам изгледају најприхватљивији и који се користе у сличним случајевима у иностранству.

а) Израда завршног слоја у усецима или насипима дебелине најмање 40 cm од материјала бољих геомеханичких карактеристика, мање осетљивих на дејство атмосферилија, уз захтев веће збијености.

б) Замена материјала у усецима на дубини од најмање 40 cm бољим материјалом) уколико се такви могу наћи у близини, при чему се дебелина коловозне конструкције може одређивати према његовим карактеристикама, што може довести до смањења потребне дебелине коловозне конструкције и знатних уштеда у њеном коштању, јер се смањује де-

бљина слојева израђених од висококвалитетних материјала, на рачун повећања дебљине завршног слоја израђеног у сваком случају од материјала нижег квалитета, па према томе и мањег коштања.

в) Обрада материјала у постелици усека и насипа до извесне дубине, механичким или хемијским средствима, у циљу побољшања њихових карактеристика, побољшања карактеристика носивости, стварања могућности за кретање механизације, избегавања недостатака који настају услед провлажавања и сл. При томе разликујемо:

— Поступак механичке стабилизације који подразумева поправку гранулометријског састава материјала у постелици додатком крупнијих фракција у циљу повећања носивости израђеног слоја; додаток крупнијих или ситнијих фракција уколико се ради о материјалу униформног састава (пескови, крупни шљункови и сл.) или одсејавање сувишних фракција уколико исте постоје у материјалу.

— Поступак хемијске обраде у циљу смањења пластичности материјала, а у вези са тим и његове осетљивости на промену влажности, који подразумева додавање креча или цемента материјал у количини од 2 до 4% (од укупне тежине материјала). Ситњење материјала, додаток хидрауличног везива, мешање и уграђивање врше се на градилишту.

— Поступак хемијске стабилизације подразумева поправку физичких и механичких својстава материјала предвиђених за израду завршног слоја — постелице, и стварање исте не-

осетљивом на промену влажности, да би се на тај начин омогућило кретање механизације за транспорт и израду горњих слојева. Додатак везива (једног или више-истовремено) знатно је већи него код обрада, и креће се, у зависности од материјала за стабилизацију, од 3—10%.

— Поступак заштите постелице помоћу водонепропустљивог слоја подразумева стварање екрана добијеног прскањем емулзије, разређеног битумена или неког хидрофобног средства.

г) Израда постелице са већим попречним падом ради бржег отицања воде у току њене израде, односно до момента постављања хабајућег слоја. Овакав поступак може по некад довести до знатног поскупљења радова код путева са једносмерним нагибом (у попречном профилу).

д) Израда ефикаснијег система за одводњавање на потезима пута у усецима, нарочито уколико је ниво подземне воде висок, а материјали у постелици осетљиви на промену влажности, односно са великим капиларним пењањем.

Дужност доброг пројектанта је да, у зависности од ранга пута, типа одабране коловозне конструкције и њеног састава, геомеханичких карактеристика материјала у постелици, хидрогеолошких и других карактеристика терена, временских услова и рока за извршење радова, предвиди мере које треба предузети да се постигне захтевана сигурност и трајност изграђеног пута у експлоатацији.

Инж. Здравко ЈОКСИЋ

Машине за збијање материјала, њихови учинци и погодност за збијање одређених врста материјала при изради путева.

Израда савремених саобраћајница намеће њеним градитељима врло велики број проблема који проистичу из захтева да се уз максимално ангажовање механизације и особља, у релативно кратком року израде велике дужине путева, у које се уграђују десетине и стотине милиона тона земљаних материјала, камених материјала и везива (цемент, битумен и сл.).

Потреба за уграђивањем тако великих количина материјала, различитих физичких и механичких карактеристика, захтева ангажовање бројне механизације, која мора бити тако одабрана и комплетирана, да се може користити за што је могуће већи број операција при изради пута, почев од првих слојева насипа до завршног слоја коловозне конструкције. Избор најпогоднијих машина за извршење свих операција и оптималног броја истих по врстама и процесима које морају савладати, представља један од најделикатнијих задатака, јер у знатној мери утиче на коштање финалног продукта — пута и рок његовог завршења.

Жеља нам је да у овом напису дамо преглед машина за збијање материјала највише и најчешће кориш-

ћених код нас при изради путева, њихове погодности за збијање појединих врста материјала или слојева коловозне конструкције, фактора који утичу на ефекат њиховог рада, њихове учинке, као и нека искуства, односно запажања о њиховом раду стечена при изради аутопута кроз СР Србију.

І Учинак оруђа за збијање материјала

Учинак оруђа за збијање мери се количином уграђеног (набијеног) материјала у одређеном временском интервалу. Врло је тешко дати општу формулу за срачунавање учинка, која би важила за све врсте оруђа, јер се иста међусобно разликује по величини, конструкцији, начину дејства и сл. Осим тога, за збијање неких врста материјала и појединих слојева коловозне конструкције не може се увек користити само једна врста машина за збијање, већ више типова. Због тога, постоји више начина за срачунавање учинка (преко кубатуре уграђеног материјала, уваљане површине, броја прелаза, времена потребног за збијање и сл.).

Најчешће се за срачунавање учинка рада оруђа за збијање користи, као најједноставнија, следећа форму-

$$u = \frac{d \cdot V \cdot b \cdot t}{n} \cdot a \quad (m^3)$$

у којој ознаке представљају:

u = учинак оруђа за набијање у m^3

d = дебљина слоја за набијање

V = брзина кретања оруђа за набијање

b = ширина оруђа за набијање

t = време трајања набијања

n = број прелаза оруђа за набијање

a = коефицијент редуције (за наше прилике $a = 0,65 - 0,75$)

Коефицијент редуције a служи да се њиме обухвате разни губици у времену (за промену смера кретања оруђа при набијању, узимање горива и мазива, обеде возача, текуће чишћење, подмазивање и заустављање оруђа због разних сметњи.

Наведени коефицијент редуције a (код нас $a = 0,65 - 0,75$) и учинци добијени по овој формули могу се користити уколико се збијање материјала врши са исправним оруђима, коришћеним за збијање одговарајућих материјала уз правилну примену оруђа при нормалним климатским условима, са обученим и квалификованим особљем и уз обавезно поштовање принципа наведених у следећем поглављу.

У табели I дате су оријентационе, граничне вредности за учинке достигнуте на нашим градилиштима. Горња граница се односи увек на учинак нових оруђа, правилно одабраних према врсти материјала, коришћених за набијање материјала који се лако уграђују (повољан гранулометријски састав и влажност) при повољним условима, на већим градилиштима и за мање степене збијености (нпр. 95%). Доње границе (мањи учинци)

важе за материјале који се теже збијају или ако се захтевају веће збијености.

II. Фактори који утичу на учинак оруђа за збијање материјала

Ефекат збијања једног оруђа, односно његов учинак, зависи од више фактора, као:

— од врсте земљаног материјала и исправног избора оруђа за његово збијање;

— од одабране методе рада и величине оруђа (димензије, тежина, брзина кретања, покретљивост);

— од дебљине одабраног слоја за набијање;

— од захтеваног степена збијености и уградљивости материјала (у зависности од његових геомеханичких карактеристика), односно од атмосферских прилика на градилишту за време извршења радова;

— од величине и организације градилишта, могућности за правилну манипулацију оруђем и искуства руководиоца радова у раду са механизацијама;

— од увежбаности особља које рукује машинама, од начина одржавања машина, њихове старости и учесталости кварова.

Задржаћемо се детаљније на неким од важнијих фактора.

II. 1. Избор најповољнијег оруђа за збијање одређеног материјала

Не постоји универзално средство за збијање свих врста материјала, већ само оруђа која су мање или више погодна за збијање одређене врсте или одређених врста земљаног материјала, тако да је правилан избор оруђа од прворазредног значаја за његов учинак. Код нас се приликом избора оруђа најчешће и греши, јер

се често користе машине које имају врло мали учинак или је рад без практичног дејства у дотичној врсти земљаног материјала (збијање кохерентних материјала виброплочама или песковитих материјала јежевима). Овакве се грешке понекад оправдавају и недостатком одговарајућих машина на градилишту. Оријентације ради, дајем следећа практична упутства за избор и коришћење оруђа за збијање:

— Ситнозрни кохерентни земљани материјали најбоље се збијају помоћу јежева, чије тежине, у зависности од карактеристика пластичности материјала, варирају од 1,5—4,0 т, затим ваљка са гуменим точковима и ударних набијача (жабе). Пожељно је да се за збијање ниско пластичних ситнозрних материјала користе јежеви са специфичним притиском по бодљи од 3,5—7,0 кг/см²; за збијање средње пластичних материјала од 7,0—14 кг/см², а за збијање високопластичних материјала јежеви са специфичним притиском по бодљи од 14—28 кг/см².

— Средњезрни и крупнозрни материјали — кохезивни или слабо кохезивни (крупноће 0/80 мм, 0/60 мм, 0/30 мм, 0/2 мм), најбоље се збијају тежим ваљцима на гуменим точковима од 20—50 т, ваљцима са глатким челичним точковима од 14—18 тона, ударним плочама или жабама веће тежине (0,5—2,5 тоне). Уколико је процентуално учешће ситнозрног материјала (везива) у мешавини веће, могу се користити и јежеви, сами или у комбинацији са ваљцима.

— Крупнозрни или средњозрни материјали, чисти или незнатно кохезивни, доброг (континуалног) гранулометријског састава и дробљени камени материјали чији пречник зрна не прелази 100 мм, најбоље се збијају помоћу тежих вибрационих ваљка, жаба и ударних набијача са плочама, а уколико је проценат зрна са

оштрим ивицама већи (дробљени камени материјали) за збијање се могу врло добро употребити и ваљци са глатким челичним точковима.

— Камене дробине и материјали добивени од мекших стена, шкриљци флиш или мешавине камених материјала са кохерентним, збијају се врло добро помоћу ударних плоча са слободним падом (од 2—3 тоне) експлозивних набијача, тежине 1,0—2,5 тоне, тежих ваљака на гуменим точковима или тежих вибрационих ваљака (уколико је гранулометријски састав такав да је њихова употреба технички оправдана).

На табели I приказана је погодност појединих оруђа за збијање одређених врста материјала, као и њихове геомеханичке карактеристике.

II. 2. Избор оптималне дебљине слоја за набијање

Дебљина слоја за набијање одређује се према геомеханичким карактеристикама материјала за збијање при избору машина и зависи од тежине оруђа за збијање, начина његовог дејства, одабране методе рада и захтеваног степена збијености материјала. Пожељно је да се пре почетка радова на градилишту за сваки материјал и оруђе одреде оптималне дебљине слојева за збијање. На табели I дате су дебљине слојева за неке типове машина и одређене врсте земљаних материјала.

II. 3. Утицај геомеханичких карактеристика материјала и захтеваног степена збијености на ефекат машина за збијање

Геомеханичке карактеристике материјала као: гранулометријски састав и облик његове линије (стрма или уздужна), облик зрна (са оштрим или

заобљеним ивицама), садржај ситних фракција и осетљивост материјала на промене влажности од битног су значаја за учинак једног оруђа за збијање.

Материјали униформног гранулометријског састава (са дисконтинуалном линијом гранулометријског састава) врло се тешко збијају, док су сва зрна приближно исте величине. Код њих, уколико су некохерентни (пескови, шљункови или прашинасти пескови) вибрациона средства тону и заглављују се, а при самом збијању долази до стварања таласа, учинак вибрационих средстава јако опада, а правилно збијање је често немогуће без коректуре гранулометријског састава (додатком ситнијих или крупнијих фракција, креча, цемента и сл.).

Некохерентни крупнозрни материјали континуалног гранулометријског састава много су повољнији за збијање, нарочито ако немају вишак песка или већи проценат крупних фракција. Уколико не садрже велики проценат финих фракција, неосетљиви су на пормену влажности, иако се збијају, учинци оруђа за набијање су врло високи и при њиховом уграђивању нема већих проблема.

Кохезивни земљани материјали ниске, средње или високе пластичности, са или без крупних фракција (глине, прашине и мешавине ових материјала са мањим процентима шљунка), врло су осетљиве на промене влажности, тако да потребна енергија, уложена за постизање одређеног степена збијања, варира у врло широким границама. Да би се добила реалнија представа о утицају влажности материјала на енергију збијања и постизање одређене густине, изражене преко запреминске тежине материјала у сувом стању, на слици 1 приказани су резултати добивени на опитном пољу. За испитивање је коришћена прашинаста глина, која се по „АС“ класификацији може сврстати

у групу CI (граница течења $L_L = 38\%$, граница пластичности $P_L = 18\%$, индекс пластичности $P_I = 20$, максимална запреминска тежина по стандардном Proctor-овом поступку макс $\gamma_p = 1,63 \text{ gp/cm}^3$, $W_{opt} = 20\%$). Збијање је вршено помоћу ваљака са глатким челичним точковима тежине 18 тона, у слоју дебљине 20 см у ненабијеном стању).

Дијаграми приказани на слици 1 добивени су на тај начин што је на једном потезу разасрт материјал са разним процентима влажности и извршено његово збијање у три серије, најпре са 4, затим са 7 и најзад са укупно 10 прелаза ваљака. После сваке серије прелаза вршена су мерења влажности и постигнутих запреминских тежина. Са дијаграма (1), (2) и (3) види се: да се максималне запреминске тежине постижу при влажности материјала близу оптималне, да се максимална захтевана збијеност по стандардном Proctor-овом поступку ($\max \gamma_d$) постиже са 10 прелаза ваљака, као и да се са влажностима знатно већим или мањим од оптималне за тај материјал ($W_s < 26\%$, или $W_s > 12\%$) после 10 прелаза ваљка постижу мање запреминске тежине од оних, постигнутих после 4 прелаза ваљка, по материјалу са влажношћу близу оптималне.

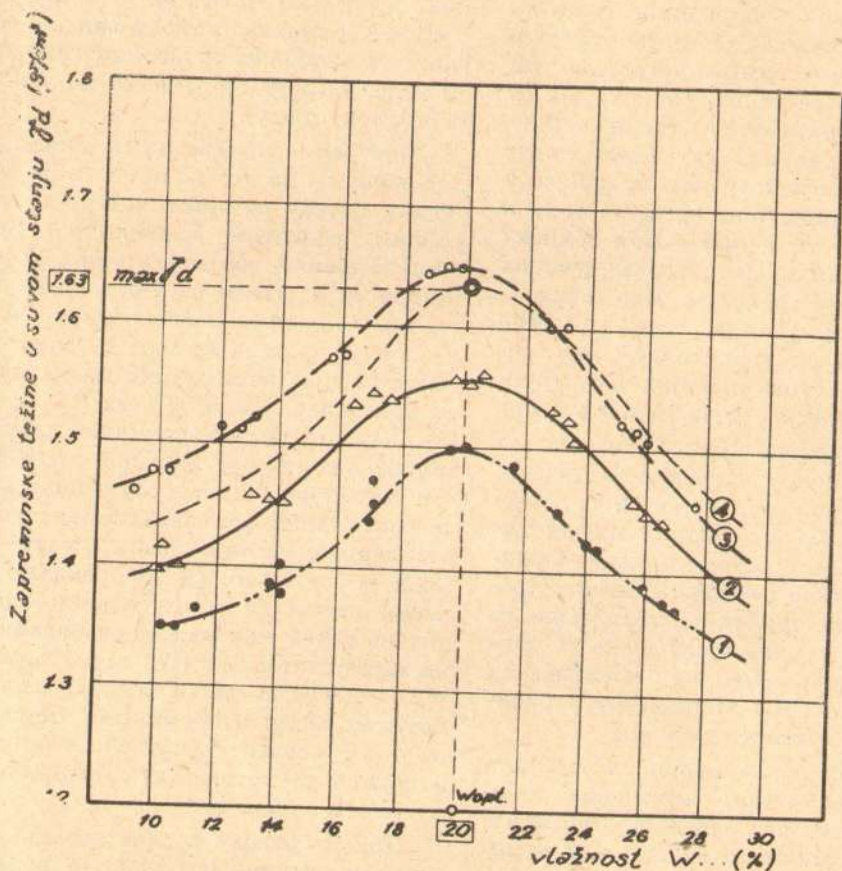
При извршењу радова везаних за одређене рокове потребно је водити рачуна о промени влажности материјала при уграђивању и предвидети одговарајућа средства и мере (ротационе фрезере и машине за просушивање материјала, односно цистерне за њихово квашење) да се избегну неповољни ефекти и тешкоће које би одакле могле проистећи.

II. 4. Величина градилишта и обим послова

Величина градилишта и организација извршења радова, као и иску-

ство руководећег особља у раду са савременим машинама за збијање, познавање њиховог капацитета и могућности за рад у разним врстама мате-

ријала, као и њихове погодности за рад у разним климатским условима од великог су утицаја на ефекат машине.



Odnos između vlažnosti materijala i zapreminskih težina postignutih pri određenom broju prelaza valjka od 18 tona sa glatkim čeličnim točkovima

- ① Zbijanje vršeno sa 4 prelaza valjka
- ② " " " 7 " "
- - - - ③ " " " 10 " "
- ④ Zbijanje vršeno po standardnom laboratorijskom postupku (Proctor-ov dijagram) $I = 60 \text{ m/m}^3$

II. 5. Увежбаност руковаоца машине

Спретност руковаоца машине и искуство у раду са њом могу да доведу до знатног повећања учинка, на који поред осталог утиче и конструкција саме машине, стање у коме се налази (нова, стара), начин одржавања и припрема губитка времена за заустављање, убрзање и промена смера кретања при раду, пријем горива и мазива, обеде руковаоца машине, њено одржавање и сл. Према нашим искуствима ови губитци времена доводе на нашим градилиштима до смањеног учинка машина за збијање за 25 до 35% (према 20% у иностранству при добром коришћењу машине).

III. Запажања о раду машина и препоруке

На табели I дали смо преглед машина најчешће коришћених за збијање материјала на аутопуту, максималних дебљина слојева који се могу остварити са тим машинама при нормалним условима на градилишту и њихових учинака. Подаци су информативног карактера и могу се користити као груби показатељи, јер се рад на аутопуту није могао увек изводити при повољним условима, јер није било могућности и времена за то, с обзиром на рокове. Због тога су често материјали уграђивани и са већим влажностима што је изискивало већи утрошак енергије (већи број прелаза) и сл. Поред тога, често су за збијање материјала коришћена и транспортна средства на гуменим точковима (скрепери, тешки камиони и сл.) као и комбинација више средстава (ваљци на гуменим точковима и жељеви, затим жељеви и ваљци са

глатким челичним точковима, вибрациони ваљци и ваљци са глатким челичним точковима и сл.). Ово комбинавање средстава за збијање дало је врло повољне резултате.

Сматрамо да би требало настојати да се изврши избор и типизација машина за збијање материјала према њиховој погодности за одређене врсте операција и материјала који су најраспрострањенији у нашој Републици.

На основу стечених искустава сматрамо да би требало настојати да се набаве следеће машине, које недостају:

- самоходни ваљци на гуменим точковима тежине: 12—22 тоне, тежине преко 0,5 т,
- Експлозивни набијачи, жабе
- вучени ваљци са решетком од 14 тона (оптерећени),
- ударне плоче тежине 2,0—2,5 тоне које се могу прикључити за универзалне багере.

Нарочито би инсистирали на набавци самоходних моторних ваљака на гуменим точковима, чија употреба код грађења у иностранству нагло расте из године у годину, а могу се применити за збијање разних врста материјала, уграђених у разне нивое доњег строја и коловозне конструкције, уз високе учинке. На грађењу аутопута ова врста ваљака је врло мало коришћена због отпора извођача да набаве ову врсту машина, мада су уграђивани материјали били идеални за ову врсту ваљака. Често су за набијање коришћени скрепери, кипери или оптерећене приколице за превоз терета (тенковске приколице) да би се надокнадио недостатак ове врсте оруђа.

Инг. Слободан ИВКОВИЋ

Обим и врсте контролних геомеханичких испитивања извршених на грађењу аутопута кроз СР Србију

Институту за испитивање материјала СРС поверен је од стране Дирекције за грађење аутопута (раније Дирекција путева НРС) задатак да организује и спроведе контролу радова на изради аутопута кроз СР Србију у току 1958. до 1963. године. Одељење за механику тла и фундирање Института вршило је контролу квалитета доњег и горњег строја аутопута, на дужини од 365,6 км, осим контроле мешавине и носивости бетонске плоче под круте коловозне конструкције и биндера и абајућег слоја код флексибилне коловозне конструкције, коју је вршило бетонско односно асфалтно одељење Института. Дужина аутопута од 365,5 км, дата горе, је без 2 надзорне деонице на којима је у току 1962. године контролу вршила Дирекција за изградњу аутопута.

Одељење за механику тла и фундирање је вршило контролу извршених радова преко теренских геомеханичких лабораторија, које су биле распоређене тако, да је на једну надзорну деоницу долазила по једна лабораторија. Једино у 2 или 3 случаја, на једној деоници су биле 2 лабораторије, због велике дужине деонице или великог обима радова. Овакав распоред лабораторија, иако често није био најсрећнији због различитог оптерећења лабораторија, извршен је из раз-

лога што боље повезаности лабораторије са надзорном групом деонице и извођењем у циљу што бољег међусобног обавештавања, сарадње, коришћења заједничког возила и координације рада, како не би због застоја у испитивању долазило до успоравања рада. Овакав начин распореда лабораторија задржан је до краја грађења аутопута. Свака од лабораторија је имала једног техничара (или врло ретко 1 лаборанта) као руководиоца и 1—3 лаборанта или помоћних лабораната као особље. Број особља се мењао у зависности од дужине деонице, обима радова, степена механизованости извођачких предузећа, врсте материјала који се углавном уграђивао у доњи строј (кохерентан или некохерентан материјал), темпа извођења радова и др. Поред стручног особља свака лабораторија је имала и 2—3 радника као помоћно особље. Радам свих теренских лабораторија руководио је један инжењер, који је координирао рад истих и са органима надзора и извођача радио на решавању проблема насталих у току извршења радова.

Свака од теренских лабораторија је била опремљена комплетном геомеханичком опремом за теренску контролу извршених радова, као и опремом за брзу контролу радова (апарати

за брзо одређивање влажности, Soil-test боце за одржавање запреминске тежине помоћу песка итд.).

Теренска возила и камионе који су служили за превоз опреме и особља лабораторије до места рада, односно за контра-терет приликом опита са плочом, добијали смо од инвеститора. Ово питање је појединих година било успешно решено, тј. свака лабораторија је имала потребан број возила, док других година, инвеститор је додељивао лабораторијама недовољан број возила, често повлачио исте за друге сврхе, а каткад остављао лабораторију само са једним дотрајалим камионом или теренским возилом којим је располагала надзорна група. Овакве ситуације у многоне су отежавале рад лабораторијама, које су често имале и по 5—10 радних места на деоници, јер је било остављено особљу лабораторије да се само сналази код извођача за обезбеђење контратерета или возила за пребацивање опреме са једног места на друго.

У свакој од теренских геомеханичких лабораторија вршена су следећа испитивања:

1. Испитивање геомеханичких карактеристика материјала из позајмишта предвиђених за израду насипа. За све кохерентне материјале из позајмишта рађени су следећи лабораторијски опити: Proctor-ов опит збијања, опит гранулометријског састава, Atterbergove границе, одређивање збијености и влажности материјала у природном стању и одређивање специфичне тежине материјала. Код некохерентних материјала, од горе побројаних опита, рађени су они опити који су могли бити извршени, обзиром вршена су у циљу одређивања упорне природе материјала и количину везива у њима. Горња испитивања

насипа и добијања података потребних за контролу збијености уграђених материјала.

2. Испитивање гранулометријског састава материјала из шљункара предвиђених за израду тампонског слоја, ради оцене употребљивости предвиђених материјала за тампонски слој, а према швајцарским прописима SNV—40375.

3. Свакодневно испитивање постигнуте збијености материјала уграђених у доњи строј аутопута и то: у подтлу, слојевима насипа, као и постељици насипа и усека.

4. Свакодневно испитивање остварене збијености тампонског слоја и осталих слојева коловозне конструкције, као: туцаничке подлоге или подлоге од механички стабилизovanог тла, затим засутог макадама или слоја битуменизованог шљунка.

На основу свих испитивања извршених у току дана достављани су свакодневно извештаји надзорним органима о резултатима испитивања, са евентуалним примедбама на квалитет радова и сугестијама како да се уклоне недостаци проистекли из лошег рада, односно неправилног уграђивања појединих материјала.

У току грађења аутопута од 1958. до 1963. године на терену је био следећи број геомеханичких лабораторија: 1958. године — 2 лабораторије, 1959. године — 7 лабораторија, 1960. године — 9 лабораторије, 1961. године — 8 лабораторија, 1962. године — 6 лабораторија (+ 2 лабораторије Дирекције за изградњу аутопута) и 1963. године — 5 лабораторија. Извршени су, без лабораторијских) на дужини од 365,5 км је следећи: грађења аутопута (само теренски опи-

извршени опити

Година грађења	доњем строју	горњем строју
1959	18.024	7.729
1960	18.459	5.527
1961	18.776	9.396
1962	21.907	6.081
1963	23.134	6.207
Свега опита:	100.300	34.940

Укупно извршено опита при контроли грађена аутопута кроз СР Србију 135.240. износи

Приликом испитивања постигнуте збијености, односно носивости слојева доњег и горњег строја аутопута врло често се дешавало да су добивени резултати били испод захтеване вредности, те је морала бити извршена поправка уз накнадно збијање и поново вршење опита. Ова поновна испитивања су стварала знатне тешкоће особљу лабораторија, јер се дешавало да су на истим методама вршена испитивања по три, па и више пута, све док нису постигнути задовољавајући резултати. Проценат поновљених опита срачунат у односу на укупан број потребних опита износио је, по годинама за доњи и горњи строј:

Проценат поновљених опита

Година грађења	доњем строју	горњем строју
1959	22,2	33,2
1960	21,3	18,8
1961	16,6	21,8
1962	32,4	19,3
1963	14,0	20,7

Просек свих 5 година грађења аутопута износи:

— доњи строј: 21,3%

— горњи строј: 22,8%

Велики број поновљених опита захтевао је веће ангажованије особља, што је доводило до већег оптерећења особља и повећања коштања лабораторијских услуга. У оваквим ситуацијама, били смо каткад принуђени да смањујемо број контролних опита, повећавајући размак између места на којима су исти вршени, што је ишло на уштрб квалитета контроле испитивања.

Узорци за испитивање збијености узимани су из сваког слоја на међусобном растојању од 25—40 м', што је углавном зависило од начина уграђивања и капацитета лабораторије. Уколико су збијеност и влажност биле равномерније на већој површини, уколико је био мањи број узетих узорака за испитивање и обрнуто. Оваквим начином рада постизало се да по један узорак дође на сваких 50—110 м³ уграђеног материјала, што је неоспорно велики успех, ако се узме у обзир да је уграђивање материјала вршено машинским путем и да је лабораторија на једној надзорној деоници имала често и по 5—10 радних места истовремено.

Из свега напред изложеног се види да су теренске геомеханичке лабораторије имале тежак, обиман и одговоран задатак, који је обављен углавном на задовољавајући начин. Дале побољшање квалитета испитивања и лабораторијских услуга зависи од:

а. — више савременије опреме за брзу теренску контролу радова, као: апарати за брзо одређивање влажности, денситометри са мембраном, Proctor игле, Soil-тест боце са песком и др.

б. — смањење непотребног броја опита недовољно збијених слојева доњег и горњег строја,

в. — обезбеђење потребног броја средстава за превоз особља и опреме лабораторије до места испитивања и средстава за контратерет.

Поједина извођачка предузећа су имала своје геомеханичке лабораторије на терену, међутим, исте се нису користиле у одређене сврхе, тј. за контролу квалитета рада при самом процесу уграђивања. Кад би контрола од стране извођача била стварно заступљена и правилно спроведена, лабораторије инвеститора би, са мањим бројем опита, вршиле проверу добивених резултата које достави предузеће. Без овога лабораторије Института су имале двоструку улогу — контролу производње као извођачке и као надзорне за инвеститора.

Сарадња између лабораторија и надзорних група на терену је била углавном успешна и лабораторије су обично уживале пуну подршку надзора. Односи између лабораторије и извођачких предузећа с друге стране су у већини случајева били коректни.

Да би се искуства стечена од стране већег броја стручњака, који су на

разне начине учествовали на грађењу аутопута, могла употпунити и добити један дефинитиван облик, те тако корисно послужити код извршења будућих задатака, било је потребно вршити осматрање понашања готовог пута под саобраћајем. Ова осматрања би се вршила површинским мерењем разних деформација које утичу на смањење захтеваног квалитета саобраћајне површине и уграђивањем различитих мерних инструмената који би регистровали понашање, евентуалну промену карактеристика уграђених материјала, као и слегања појединих слојева доњег или горњег строја. На основу података добивених посматрањем понашања готовог пута под саобраћајем и стеченог искуства у току грађења, могу се једино створити упутства или прописи који би имали за циљ обезбеђење квалитетног и економичног грађења путева у нашој земљи.

Технички услови (критеријуми) за оцену квалитета извршених радова

Контрола квалитета извршених слојева доњег и горњег строја аутопута вршена је помоћу запреминских тежина или преко опита са плочом. Испитивање помоћу запреминских тежина вршено је код кохерентних земљаних материјала уграђених у доњи строј аутопута и код некохерентних материјала кад су ови били потпуно утопљени у кохерентан материјал, те је било могуће узети узорак цилиндром, без бојазни од његовог оштећења. Такође је контрола помоћу запреминских тежина вршена и код кохерентних материјала без везива, обично код клинова поред објеката, кад је до места испитивања било немогуће прићи са контратеретом, потребним за извршење опита са плочом. Испитивање збијености некохерентних материјала уграђених у доњи и горњи строј аутопута вршено је помоћу опита са плочом.

Контрола квалитета помоћу запреминских тежина састоји се у одређивању постигнуте запреминске тежине материјала у сувом стању (γ_s), која се упоређује са максималном запреминском тежином (γ_{max}) добивеном по стандардном лабораторијском Proctor поступку (енергија збијања $E = 60 \text{ tm/m}^3$) и одређивањем односа постигнуте и максималне запреминске тежине (γ_s/γ_{max}) израженог у проценти. За контролу кохерентних мате-

ријала, уграђених у доњи строј аутопута у току 1959—1963. године, важили су следећи критеријуми прописани техничким условима:

а) За насипе висине до 2,0 m, рачунајући од коте нивелете коловоза до коте терена на дотичном месту, однос збијености морао је бити: $\gamma_s \geq 100\% \gamma_{max}$.

б) За насипе висине преко 2,0 m, захтевани однос збијености за горњи део насипа до дубине од 2,0 m био је исти као под „а“, док је за слојеве насипа на дубини испод 2,0 m захтевани однос збијености био $\gamma_s \geq 95\% \gamma_{max}$.

в) За постељицу усека захтевани однос збијености био је исти као под „а“.

г) За подтло (природно тло преко кога се ради насип после скидања хумуса, које се сматра саставним делом насипа, важили су исти критеријуми као и за насип, критеријуми под „а“ и „б“.

Одступање од горњих критеријума, у циљу њиховог ублажавања, десило се само за време од 1 месеца и то у току грађења аутопута 1960. године (од 14. априла до 14. маја 1960. године), када су критеријуми наведени под „а“ и „б“ смањени за 3%, тј. $\gamma_s \geq 97\% \gamma_{max}$, односно $\gamma_s \geq 92\% \gamma_{max}$.

Контрола квалитета уграђених некохерентних материјала састоји се у

одређивању остварене вредности модула стишљивости МШ помоћу опита са кружном плочом, пречника 16 или 30 см, у свему према швајцарским прописима SNV-40317. Минималне захтеване вредности модула стишљивости одређиване су у зависности од гранулометријског састава материјала (однос кохерентног и некохерентног материјала у мешавинама) према следећим критеријумима, одређеним на основу искуства и упоредних испитивања карактеристичног материјала:

— за слојеве израђене од мешавине кохерентног и некохерентног материјала (песак, шљунак или камена дробина) са количином некохерентног материјала до 30%
 $M_E \geq 250 \text{ kg/cm}^2$

— за слојеве израђене од некохерентног материјала (шљунковито прашинасти песак или слабо везани песак) са садржајем ситних фракција до 30% укупне количине
 $M_E \geq 300 \text{ kg/cm}^2$

изузетно
 $M_E \geq 250 \text{ kg/cm}^2$

за ситнозрније пескове или пескове са већим процентом прашинастих фракција.

— за слојеве израђене од мешавине некохерентног материјала (песак, шљунак и камена дробина) и кохерентног материјала до 30%
 $M_E \geq 350 \text{ kg/cm}^2$

изузетно
 $M_E \geq 320 \text{ kg/cm}^2$

код мешавина са већим процентом кохерентног материјала.

— за слојеве израђене од песковитог шљунка
 $M_E \geq 350 \text{ kg/cm}^2$

— за слојеве изграђене од каменог материјала са око 30% ситне дробине и кохерентног материјала
 $M_E \geq 400 \text{ kg/cm}^2$

Вредност односа збијености и модула стишљивости, захтеваних при контроли у току грађења аутопута кроз СР Србију, могу се сматрати довољним обзиром на захтеве носивости, јер према нашим и иностраним искуствима слегања самих насипа услед накнадног збијања материјала у насипу под саобраћајем су у дозвољеним границама, у случају да је сам насип приликом грађења збијен до захтеване збијености. Важеће критеријуме би једино требало поопштрити код завршног слоја насипа (задњих 40—45 cm) и усека (најмање 35 cm, а по могућству и више) захтевајући бољи материјал у погледу носивости и већу збијеност од $\gamma_s \geq 100\% \gamma_{\max}$

Што се тиче вредности модула стишљивости захтеваних код досадашње контроле извршених радова, исте се могу сматрати довољним.

Код будуће контроле требало би искључити употребу опита са плочом, при испитивању збијености кохерентних материјала, која је досада често прописивана од стране пројектаната. Ово из разлога што опит са плочом треба вршити под одређеним условима влажности, који се врло тешко могу остварити код кохерентних материјала, а посебни код брзог темпа грађења.

Контрола квалитета уграђених материјала у слојеве коловозне конструкције вршена је, према техничким условима, помоћу опита са плочом. Технички услови су такође предвиђали и контролу помоћу запреминских тежина и иста је вршена једино на деоници аутопута грађеној у току 1959. године. Прописане минималне вредности модула стишљивости за поједине слојеве горњег строја су следеће:

а. — за тампонски слој:

$$M_E \geq 500 \text{ kg/cm}^2$$

б. — за подлогу од механички стабилизованог тла

$$M_E \geq 750 \text{ kg/cm}^2$$

- в. — за слој битуменизираног шљунка
 $M_E \geq 1000 \text{ kg/cm}^2$
- г. — за туцаничку подлогу
 $M_E \geq 800 \text{ kg/cm}^2$
- д. — за слој засутог маказама
 $M_E \geq 1000 \text{ kg/cm}^2$

Према техничким условима, збијеност тампонског слоја, односно подлоге од механички стабилизованог тла, може се контролисати и помоћу запреминских тежина уз услов да се задовоље следећи степени збијености:

а. — за тампонски слој да постигнута збијеност буде једнака или већа од 95% $\gamma_{\max}$ и

б. — за подлогу од механичке стабилизације да $\gamma_s \geq 98\%$ $\gamma_{\max}$

$\gamma_{\max}$ и у једном и другом случају представља вредност максималне запреминске тежине у сувом стању добивене ко модифицираном Proctor поступку (енергија збијања $E = 275 \text{ tm/m}^3$) за испитивани материјал.

Као што је напред речено, контрола тампонског слоја и слоја механичке стабилизације, помоћу запреминских тежина вршена је једино на деоници аутопута грађеној у току 1959. године и то у мањем обиму. На неку ширу примену овог начина контроле није се ишло, јер исти захтева већи број особља у лабораторијама од убичајеног броја, као и више времена за испитивање (због сушења узорака), што није било лако изводљиво код јакко форсираног темпа грађења, какав је био на аутопуту. Резултати извршених испитивања су показали да се захтевана збијеност тампонског слоја не може постићи иако су остварени модули стишљивости $M_E \geq 500 \text{ kg/cm}^2$ (захтевана вредност M_E код контроле помоћу опита са плочом) и да се збијености које одговарају захтеваној вредности модула стишљивости, мерене помоћу запреминских

тежина, крећу најчешће између 92 до 93% од максималне запреминске тежине која се захтева. Ово значи да уколико се жели збијеност тампонског слоја од $\gamma_s \geq 95\%$ $\gamma_{\max}$ по модифицираном Proctor поступку, треба захтевати веће модуле стишљивости M_E чије би вредности требало да се крећу између $600 < M_E < 700 \text{ kg/cm}^2$. Исти случај се десио и код контроле збијености подлоге од механичке стабилизације. Резултати испитивања добивени на овај начин указују да постингута збијеност подлоге није задовољавајућа и да, као и код тампона, захтевана минимална вредност модула стишљивости $M_E \geq 750 \text{ kg/cm}^2$ не може гарантовати захтевану збијеност, која по техничким условима мора износити најмање 98% од максималне запреминске тежине мешавине по модифицираном Proctor поступку.

Захтевана вредност модула стишљивости M_E код контроле постигнуте носивости туцаничке подлоге мењала се од $M_E \geq 900 \text{ kg/cm}^2$ до $M_E \geq 800 \text{ kg/cm}^2$, са толеранцијом код другог случаја од 10% тј. $M_E \geq 720 \text{ kg/cm}^2$. Ова толеранција захтеване вредности M_E важила је једино у току грађења деоница аутопута 1961. године и то за потезе подлоге израђене од туцаника од стене дацит из Моминог Камена. У току грађења деоница аутопута 1962. и 1963. године минимална захтевана вредност модула стишљивости код контроле носивости туцаничке подлоге била је $M_E \geq 800 \text{ kg/cm}^2$.

Контрола носивости слоја битуменизираног шљунка вршена је одређивањем постигнуте вредности модула стишљивости од стране геомеханичких лабораторија једино у току грађења аутопута 1961. године. Наредних година ова контрола је прешла у домен рада асфалтних лабораторија Института.

Критеријуми захтевани према техничким условима, који су важили при контроли грађења аутопута, могу се углавном сматрати довољним, бар према страним искуствима, осим критеријума за контролу збијености завршних слојева насипа и усека о којима је напред било речи. Међутим,

сигурна потврда ваљаности захтеваних критеријума може се добити једино израдом пробних деоница пре почетка грађења, као и праћењем понашања уграђених материја у слојеве доњег и горњег строја пута под саобраћајем.

Инж. Слободан ИВКОВИЋ

Израда клинова поред објеката

Клинови поред објеката на аутопу-ту кроз СР Србију рађени су скоро код свих објеката, од најмањих про-пуста, па до највећих мостова. Клино-ви су рађени или независно од израде насипа или истовремено кад и сам на-сип, од истог материјала од кога и на-Код насипа рађених од некохерентног материјала израда клинова вршена је истовремено са израдом насипа и од истог материјала, док су код насипа од кохерентног материјала, клинови ра-ђени у исто време кад и сам насип и од истог материјала или посебно и од другог материјала.

Првих година грађења аутопута, клинови поред објеката су извођени само од некохереотног материјала, док задњих година клинови су рађени ве-ћином од кохерентног материјала, уг-лавном због врло високе цене песко-вито шљунковитог материјала. Кохе-рентан материјал знатно је неповољ-нији за ову сврху од некохерентног ма-теријала из више разлога, као:

— Постоји знатно скупљање мате-ријала, услед каснијег сушења уграђе-ног влажног материјала, за време лет-њих месеци;

— вода која продире кроз банке и између клина и објекта расквашава уграђени материјал и делимично га односи, што доводи до допунских сле-гања;

— промена запремине услед деј-ства мраза на расквашен материјал.

Чињеница је да су клинови поред објеката на аутопуту кроз СР Србију, били они израђени на један или други начин, од једне или друге врсте мате-ријала, најслабија места доњег строја, јер се највеће и најчешће деформа-ције коловозне конструкције дешава-ју изнад клинова услед њиховог слегања.

Иако су се клинови поред објекта још првих година грађења аутопу-та показали као најосетљивија места доњег строја, извођењу истих се до сада поклањало врло мало пажње. Поред тога што је материјал за изра-ду клинова насипан у врло великим дебљинама, које расположива механи-зација није могла ефикасно да збије, само збијање је било јако лоше и не-довољно. Збијање клинова, било да су ови извођени истовремено кад и сам насип или независно од њега, вршено је истим средствима која су коришће-на при збијању материјала у насипу. Ова средства за збијање су због своје гломазности и потребног простора за њихово окретање остављала незбије-ним или врло слабо збијеним баш нај-важнија места и то поред самог обје-кта или крила. Контрола квалитета извршених клинова такође је била врло лоша, јер су извођачка предузе-ћа обично избегавала да позивају гео-

механичку лабораторију да испита постигнуту збијеност извршених слојева клина.

Различите еластичне карактеристике подлога испод коловозног застора на клину и на објекту утичу на појаву ударних напрезања материјала подлоге. Ова појава је нарочито изражена при прелазу возила са објекта на насип, при чему долази до слегања клина услед ударних напрезања подлоге.

Поред лоших карактеристика уграђиваних кохерентних материјала и лошег извођења клинова (непрописно дебели слојеви и недовољно збијање), затим дотатног збијања материјала у клину због ударног напрезања, главни узрок великог слегања клинова код већих објеката чини се да лежи у слегању подтла испод клина и суседног насипа, које је скоро редовно, нарочито поред водених препрека, врло стишљиво или чак и мочварно. Стишљивост терена на дубини 2—3 м од површине је највећа. Овај се материјал налази испод насипа, док се кроз њега прошло при фундирању. Због брзог распостирања напона испод темеља објекта, што је последица њихових малих димензија, уз истовремено споро распостирање напона испод насипа, због релативно великих димензија насипа у односу на димензије темеља, и поред различитих величина напрезања, може доћи до знатно већих слегања насипа него темеља објекта. Величина консолидације подтла под тежином насипа је у почетку брза, а са временом се смањује, док извршење комплетне консолидације код врло стишљивих глина траје некад врло дуго.

Да би се смањило слегање клинова поред већих објеката потребно је најпре испитати карактеристике тла испод навоза и утврдити његову при-

роду и расположиву дебљину. У случају да је тло јако стишљиво или мочварно треба обезбедити, помоћу одговарајућих средстава, да се већи део слегања подтла изврши пре пуштања пута у саобраћај. Избору материјала који ће се уграђивати у клинове треба обратити посебну пажњу, одабирајући материјал са што бољим геомеханичким карактеристикама, који обавезно треба приликом уграђивања да буде са влажношћу нижом од оптималне влажности за тај материјал. Речни песковито шљунковити материјали имају потпуно заобљена зрна, услед чега, по њиховом уграђивању у клинове, под дејством динамичних удара насталих услед саобраћаја може доћи до накнадних слегања, због релативно малог трења зрна по зрну. Због тога су много бољи материјали са зрнима оштријих ивица, као брдски шљункови и дробински материјал. Да би се смањило слегање клинова поред објеката, материјале са заобљеним зрнима потребно је поправити додатком брдског шљунка или додатком природно или вештачки дробљених материјала.

Правилно уграђивање изабраног материјала у клинове, уз употребу погодних механичких оруђа за збијање (на пр. експлозивни набијачи-жабе), као и постизање захтеваног степена збијености, треба да буду обавезно обезбеђени.

Поред наведених мера које имају за циљ смањење слегања материјала уграђених у клинове, потребно је увести обавезну примену прелазних плоча код већих пропуста и мостова, водећи рачуна о њиховим конструктивним особинама. Прелазне плоче су показале успех у многим европским и америчким државама. У Америци се примењују прелазне плоче дужине 20 стопа (6,10 м), које су густо арми-

ране и једним крајем леже на ослободу моста. Крајеви плоче, у попречном смислу, су ојачани у облику прага ширине око 60 см.

Обзиром на све напред изнето и на многобројне деформације коловозне конструкције изнад клинова на новоизграђеним путевима и посебно

на аутопуту кроз СР Србију, потребно је што пре приступити осматрању понашања готових клинова под саобраћајем. Ово осматрање понашања клинова вршило би се у циљу изналажења стварних узрока слегања истих, што би даље водило ка стварању упутстава или прописа за њихово правилно извршење.

Инж. Слободан ИВКОВИЋ

Израда туцаничке подлоге

На око 150 км аутопута кроз СР Србију израђена је, у току 1961, 1962. и 1963. године, флексибилна коловоз-на конструкција са туцаничком подлогом.

Дебљина туцаничке подлоге износила је 15 см у збијеном стању, са уграђивањем туцаника у два или једном слоју. Прописана крупноћа туцаника била је 4—6 см или 4—12 см (један део туцаничке подлоге грађене у току 1961. године). По свом петрографском саставу, туцаник употребљен за израду подлоге је био врло различит и то: дацит, измењени дацит, трахит, андезит, мермеризовани пешчар и кречњаци разне чврстоће. На дужини аутопута од 40 км, углавном кроз Грделичку Клисуру, уграђен је туцаник од стене дацит из Моминог Камена, док је на осталим потезима (дужина око 110 км) употребљен туцаник од осталих, напред побројаних, стена.

Највеће тешкоће код уграђивања туцаника и постизања захтеване носивости туцаничке подлоге, одређиване преко модула стишљивости, јављале су се на деоницама на којима је уграђиван туцаник од стене дацит, што се објашњава релативно великом крупноћом и уједначеном величином зрна (униформан гранулометријски састав са зрнима 4 до 12 см), као и немогућношћу да се овакав материјал угради у подлогу (у два сло-

ја), укупне дебљине 15 см. Недостатак ситнијег материјала за испуну (фракције 2—20 мм) утицао је на тешко постизање потребне густине изграђеног слоја, а самим тим и на његову носивост, јер при ваљању дацитног туцаника, због његове жилавости и велике чврстоће на притисак није долазило до дробљења појединих зрна, већ напротив, при дужем ваљању зрна туцаника су се заобљавала. Оваква зрна туцаника је било практично немогуће учврстити и на тај начин постићи веће вредности модула стишљивости. Ни квашењем оваквог материјала при збијању, није се могао постићи жељени ефекат због недостатка ситних фракција.

Немачки прописи на пример, поред крупноће зрна одређују и проценат ситних фракција за испуну, који се, у зависности од врсте материјала од кога је туцаник, креће од 30 до 35%. При том важи правило да највеће зрно испуне може износити највише 1/6 просечног пречника основног зрна.

Међутим, главни разлог тешком постизању захтеване носивости туцаничке подлоге била је велика журба извођача и недовољан број средстава за збијање релативно великих потеза са туцаничком подлогом. Врло често се дешавало да је извођач после 15—20 прелаза лакших ваљака преко туцаничке подлоге сматрао да

је даље ваљање узалудно и да се већа носивост подлоге од тада остваре не може постићи.

Због свега досада изнетог, тј. не-прописне крупноће зрна туцаника, недостатка ситнијих зрна за затварање шупљина, често велике чврстоће туцаника и немогућности стварања везива, затим недовољне уваљаности и неповезане површине подлоге, прешло се на деоницама грађеним у току 1961. године, најпре код туцаника од стене дацит, а доцније и на осталим деоницама, на затварање подлоге танким слојем битуменизованог шљунка, дебљине 1,0—1,5 см. Битуменизирани шљунак је наношен преко уваљане туцаничке подлоге у циљу повезивања туцаничких зрна.

На основу стечених искустава на изради пробних потеза подлоге од дацитног туцаника, извршених од стране Института за испитивање материјала СРС и предузећа „Партизански пут” на V надзорној деоници у Давидовцу, месеца јула 1961. године, препоручен је начин израде туцаничке подлоге са нарочито истакнутим поступком извршења затварајућег слоја од битуменизованог шљунка. Наиме, потребно је да се збијање подлоге са танким слојем битуменизованог шљунка отпочне одмах по разстирању овог слоја, да би топла маса била у стању да продре у подлогу и испуни шупљине и на тај начин повећа густину саме подлоге, што је и основни задатак овог затварајућег слоја. Ако се збијању подлоге са затварајућим слојем не приступи одмах, већ се маса делимично охлади, продирање исте у шупљине подлоге је само делимично, а већи део остане на површини подлоге у виду коре. Код испитивања постигнуте носивости овако обрађене подлоге, нарочито ако се контрола врши рано ујутру, добијале су се врло високе вредности модула стишљивости, иако је туцаник пре засипања био незбијен. Очиглед-

но је да су овако добивене веће вредности остварене носивости подлоге резултати не веће густине туцаничког слоја, већ последица чврстоће охлађене и везане масе битуменизованог шљунка на површини подлоге, те се услед тога не могу сматрати као реалне.

Често се дешавало, нажалост чак и у току грађења 1963. године, да су поједини извођачи повећавали дебљину затварајућег слоја битуменизованог шљунка на 2—3 см, јер су се код испитивања остварене носивости подлоге преко овако дебелог слоја битуменизованог шљунка добијале увек знатно веће вредности носивости од захтеваних, иако је пре наношења битуменизованог шљунка туцанички слој био потпуно незбијен. Код оваквог рада, поред тога што су се добијале нереалне вредности модула стишљивости, ишло се и на двослојно наношење и збијање слоја битуменизованог шљунка, који је пројектован за извршење у једном слоју укупне дебљине 5 см, преко туцаничке подлоге.

Збијање туцаничке подлоге углавном је вршено помоћу ваљака са глатким челичним точковима. Ваљци тежине 14—16 тона су знатно бољег ефекта него ваљци 8—12 тона и то како код мекшијих кречњачких стена, тако и код чвршћих стена. Вибрациони ваљци су такође врло ефикасни, нарочито код збијања туцаника од чвршћих стена (дацит), док виброплоче, употребљаване задњих година у комбинацији са статичким ваљцима, показују исто тако врло добар ефекат.

Захтевана вредност модула стишљивости за контролу носивости туцаничке подлоге мењала је се од $M_{\Sigma} \geq 900 \text{ кг/см}^2$ (на почетку израде подлоге 1961. године) до $M_{\Sigma} \geq 800 \text{ кг/см}^2$, са толеранцијом од 10% за подлогу израђену од дацитног туцаника (1961. године), тј. $M_{\Sigma} \geq 720 \text{ кг/см}^2$.

Да би се избегла разна лутања и неправилности при раду, затим честа мењања критеријума за испитивање, што с друге стране повлачи повећано коштање саме израде појединих елемената доњег или горњег строја пута, и смањење квалитета неминовно је потребно извршити пробне деонице пре почетка грађења. Пробне деонице на којима би се испитивао начин уграђивања туцаника, требало би извршити посебно са туцаником од сваке врсте стене која ће се користити за израду туцаника за подлогу. Ова испитивања би утврдила најповољније услове за уграђивање туцаника, потребну механизацију за збијање и број прелаза, затим максималну вредност модула стишљивости која се може постићи на испитиваном материјалу, као и вредност носивости која би одговарала захтевима сигурности и економичности с друге стране и која би се захтевала при контроли извршених радова.

Када би унапред, пре почетка уграђивања једног материјала или сло-

ја доњег или горњег строја пута, располагали са свим потребним подацима са пробних потеза и деоница, не би се у току самог грађења морали чинити разни уступци, који обично воде ка смањењу квалитета грађења, као у конкретном случају код извршења туцаничке подлоге:

а) Затварање туцаничке подлоге танким слојем битуменизираног шљунка. Нанети и правилно уграђен битуменизирани шљунак свакако повећава квалитет туцаничке подлоге, међутим, ако је исти остављен као кора на површини подлоге или нанет у дебљини 2—3 см, уместо 1,0—1,5 см, захтевана вредност носивости се постиже привидно, тј. добивени резултати нису реални.

б) Критеријуми за контролу носивости се у току грађења смањују, док у свету постоји тежња да се пооштре постојећи критеријуми, обзиром на све већи пораст осовинских оптерећења код теретних возила.

Грађ. техничар Миливоје ВАСИЉЕВИЋ

О Досадашњој улози и задацима надзорне службе

Са почетком изградње аутопута кроз Србију, а у оквиру тадање Инвеститорске групе формирана је надзорна служба. Иако по саставу инжењерско-техничког кадра доста јака, по искуству нарочито са радом омладине она је тада била још млада и без довољно искуства. Сам рад и проблематика свакодневних задатака нужно су наметали инжењерима и техничарима на терену што брже оспособљавање за сваку наредну годину све теже задатке. У таквој ситуацији надзорни органи на терену нису ни могли приступити решавању крупнијих задатака као вршењу уштеда већ је то била ствар руководиоца Секције и Дирекције.

Досадашњим распоредом надзорних органа на терену дужина деонице од 12 км била је дељена на три надзорна органа (помоћна) и шефа надзорне деонице. Сваки помоћни надзорни орган водио је грађевинску књигу за своју деоницу да би се на крају године правила централна књига за целу деоницу. Сваки надзорни орган држао је све позиције рада од земљаних радова па до горњег строја на својој деоници. Та подела се показала доста добра сем у појединим случајевима, а то је овисило о самом оперативном плану извођача када извођач нападне само деоницу једног надзорног органа а радови трају до краја августа (у питању је била део-

ница са гро земљаних радова око 25.000 м³ насипа на 1 км пута) да би се затим пребацио на сектор осталих надзорних органа. Постоји мишљење да и подела надзорних органа на поједине врсте радова као један за објекте, други за земљане радове, а трећи за горњи строј може да дође у обзир. Међутим, тај начин поделе има свој главни недостатак што надзорни орган за горњи строј би био ангажован само 3 до 3,5 месеца.

Има још један предлог за поделу а тај је да се поменута дужина деонице подели на 2 помоћна надзорна органа и да се трећем да дужност вођења свих бетонских радова од пропуста до мостова као и сви остали послови у деоници као централна грађевинска књига, извештаји и др. или други подпредлог да се трећем надзорном органу одреди мања деоница (на средини деоници у дужини од 3 км. максимум) и вођење горе наведених послова на деоници.

Иако је организација надзорне службе из године у годину остала иста нешто се у њој од почетка до данас изменило а то је да су кадрови стекли потребну рутину и довољно самосталности да решавају и оне проблеме који су раније били у компетенцији руководиоца. Ова битна промена запажа се нарочито од 1961. године (на средини деонице у дужини ници Раља—Београд била највише

изражена. Ово је резултат са једне стране што су руководиоци Секције били доста ангажовани у решавању проблематике из ранијих година (разне рекламације, технички приједи, колаудације итд.) а с друге стране и слободнијег прилажења решавању проблема на терену.

Навешћу пример XXX деонице Дражањ—Водањ где је извођач био Г. П. „Пут“ из Сарајева. Погодбеним елаборатом било је предвиђено да се раде „велики шљунчани клинови“ код цевастих пропуста у насипима.

Досадање искуство на грађењу аутопута показало нам је да су шљунчани клинови били „ахилова пета“ мање више за све извођаче радова, и да је коловоз на делу клина био подложен слегању нарочито на високим насипима (велики шљунчани клин). За ову појаву има више узрочника а главни је продор атмосферске воде у сам клин и њено ерозивно дејство. Због тога смо закључили да на местима где је изнад цев. пропуста насип од 1 м и више да клин избацимо, а да вршимо пажљиво планирање и набијање око цеви малим трактором гусеничаром са 2 јежа и у комбинацији са једним ваљком од 10 до 12 тона. Овај начин израде насипа око цеви показао се као могућан и даје довољно гаранције да на тим местима неће бити слегања пошто се и после затварања насипа око цеви врши допунско сабијање израдом даљих слојева до постељице.

На овај начин избачено је око 1500 м³ шљунка за клинове. Међутим тај шљунак је употребљен за вршење стабилизације земљишта на оним местима где то пројектант није предвидео.

Код плочастих пропуста нисмо могли ићи на избацивање клина, већ смо тежили да се насип изради што ближе објекту да би после сасецања на томе делу клин био што мањи.

Једно од важних питања са којим се сучавао надзор је набијање подтла. Ово питање је било нарочито потенцирано ове године и задавало је много главобоље самим извођачима пошто су радови започети у априлу када је на томе терену ниво подземне воде на површини терена а с друге стране и због кратког рока (20. октобар 1963). Иако је пројектом било предвиђено у циљу исушивања земљишта копање сабирних ровова (паралелних са трасом) и попречних ровова (управних на трасу) на многим потезима ни то није било довољно, већ се морало вршити дубоко преоравање земљишта, просушивање, а затим набијање. На неколико потеза као на км. 26 + 756 до км 27 + 247, 28 + 001 до 28 + 536 и још неким вршено је и два пута преоравање, пошто је у току рада пала киша или нису добијени задовољавајући резултати на подтлу.

На овај начин дошло је до подбацавања оперативног плана код земљаних радова и касније на горњем строју које је касније надокнађено захваљујући увођењу 16-о часовног рада и без недеље.

У вези са подтлом уврежило се једно схватање нарочито код извођача радова да је набијање подтла непотребно и да се узалуд расипају средства за ту позицију. То мишљење потиче отуда што се за извршење те позиције рада улажу и већа средства и троши се више времена тако да код извођача има извесне дозе бојазности да посао не може извршити на време с друге стране либералнијег посматрања ствари шта је у ствари добро подтло, а које лоше и преко којих резултата се може прећи а преко којих се не може прећи. Конкретно на XXX деоници било је потеза изразито лошег земљишта (подтла) и то на км. 25 + 095, км. 26—100, 32 + 400 и 34 + 100. На тим местима морало се прићи стабилизацији

терена што је и пројекат једним делом обухватио. Пошто је скинут хумус у дебљини 60 см понегде и више, очистио се блато а затим терен добро просушио. На тако просушено земљиште довожен је шљунак у дебљини 60 см и извршено је набијање истог вибратором. Добијени су задовољавајући резултати $ME = 308$ до $ME = 330 \text{ kg/cm}^2$.

Не би овај чланак био потпун кад се не би осврнуо на улогу и рад геомеханичких лабораторија на терену. По општем схватању геомеханичке лабораторије су драгоцене помоћ надзорном органу и извођачу да се посао обави квалитетно, и на време. Међутим било је случајева да стил у раду појединих руководиоца лабораторија није био усредоточен на тај основни задатак већ се посао одвијао по неком одређеном шаблону уместо да се пажња обрати на најслабија места и да поједине фазе испитивања иду напред како се не би дошло у ситуацију да се стоји са радовима због лоших резултата. Навешћу у прилог томе два случаја.

На потезу насипа од км. 28—001 до км. 28 + 536 са материјалом из усека на км. 27 + 600 добијани су веома добри резултати збијености насипа од 100% до 110%. (Оптимална влажност износила је од 18 до 21%). У питању је био материјал чврсто збијена глина која се при употреби 2 трактора тусеничара (тешка) и 8 ком. јежева и уз комбинацију једног ваљка од 12—14 тона веома брзо набијала. У таквим случајевима било би потребно одступити од уобичајене дужине потеза за испитивање 25—30 м и испитивање вршити на растојању до 50 м. На тај начин лабораторије би имале времена да унапред врше низ претходних испитивања оних потеза који треба да се нападне и не би биле преокупиране само испитивањем добрих резултата.

Други случај је био приликом предаје постелице на км. 26 + 100. Када је иста била да се прими јер је одговарала и висински установљено је цилиндром да поменути материјал у постелици не одговара, и да се мора заменити. Иако је у питању био застој на даљој изради тампона материјал се избацио и заменио бољим што до свега тога не би дошло да је надзор и извођач имао претходне податке о материјалу из свих усека.

Пуна сарадња надзора и лабораторије остварена је на испитивању тампона где се тачно знало за разлоге појединих слабих резултата иако је квалитет шљунка углавном био добар и одговарао је швајцарским прописима.

У 1964. години очекују надзорну службу нови и тежи задаци. Ту пре свега мислим на тежину терена кроз који иду путеви за Ђердап, Параћин—Зајечар, Ниш—Димитровград и Јадранску магистралу кроз Космет. Свима нам је познато како се у веома кратком року код нас пројектује и да исти пројекти имају доста недостатака те тако дају могућности надзору на терену да изналазе најпогодније и најекономичније варијанте.

Ово је утолико значајније по стимуланс инжењерско-техничког кадра што ће се у 1964. години вршити тимско награђивање појединих секција, деоница и самим тим и појединаца.

Мишљења сам на крају да би требало пронаћи времена и могућности организовања бар једном годишње саветовања са разним темама, на којим би се измењала искуства о раду са свих деоница. Уколико би постојало бар иоле могућности да се организује једна стручна екскурзија у оквиру ДИТ-а у неку од суседних земаља које су отишле даље од нас на пољу изградње путева како би се упознали са достигнућима других народа на томе пољу.

Опрема путева у СР Србији

Од 1953. год. до данас израђено је више путних праваца у Србији. Средства су се улагала углавном за грађење путева док су се за њихову опрему одвајала минимална средства. Сви важнији путни правци имају само основну опрему: колобране, смероказе, ограде, километарске белеге и сигнализацију.

Уназад неколико година нико није ни мислио на пратеће објекте поред путева (сервисне станице и сл.). Први покушај је учињен на аутопуту „Братство-Јединство“ кроз Србију 1958. године када је израђен и одобрен инвестициони програм за грађење аутопута. Било је предвиђено да се граде: путарске куће, надзорничке куће и сервисне станице.

Када је инвестициони програм 1959. год. допуњен из њега су избачена средства предвиђена за опрему аутопута јер је по Уредби о условима изградње путева који се финансирају из средстава ОИФ-а („сл. лист ФНРЈ“, бр. 19/59) предвиђено да се опрема ових путева врши из средстава Републике.

Република је одвојила мала средства и то: за израду паркинг простора на аутопуту и Ибарском путу и за сигнализацију док за сервисне станице за које је требало издвојити прилично велика средства није имала могућности.

Дирекција је покушала да преко ИВ СРС, Коморе и привредних организација реши ово питање. Њена иницијатива имала је утолико користи што су се неке привредне организације заинтересовале за сервисне објекте поред путева и почеле их градити.

На аутопуту до сада је изграђено два мотела (Предејане и Параћин) и у току су израде две бензинске станице. У току ове и идуће године планирано је да се изграде још 2 мотела, 3 кафе-ресторана, 6 бензинских станица и 3 сервиса за оправку возила. Објекти се подижу поред саобраћајних петљи где је омогућено прилажење са аутопута без пресецања правца.

Предвиђен број сервисних објеката који је планиран да се изради поред аутопута по обиму ће задовољити али треба се бојати да ће по њиховој заједничкој функционалности промашити. До скоро ти су објекти подизани, или само планирани појединачно без међусобне сарадње Инвеститора. Свако подиже објекат тамо где сматра да ће бити највећи промет, где су услови електрификације и снабдевања водом повољне не водећи при томе рачуна да на пример мотел без бензинске станице и сервиса није оно што је потребно путнику и возилу и обратно. Сада је улогу „диригента“ за грађење ових објеката односно за одређивање преузела

Привредна комора Србије. Још нигде нисмо приметили неку ситуацију аутопута са решеним локацијама сервисних објектима за целу дужину аутопута, већ уогститељи имају своје локације, Југопетрол своје а ауторемонтна предузећа своје. Срећа је да им се у више случајева локације налазе на истом месту.

У главном може се рећи да се грађење сервисних објеката поред аутопута и других важнијих путева ипак креће.

Дирекција за изградњу аутопута „Братство-Јединство“ вршила је инвеститорску дужност на грађењу аутопута и неких других путева I и II реда. Уредба о условима изградње путева, који се финансирају из ОИФ-а предвидела је и опрему пута саобраћајним знацима. Због тога је Дирекција долазила у незавидан положај око набавке путне опреме (сигнала, смероказа еласт. ограда и др.).

Морало се чекати на то да Републички путни фонд подмири своје потребе, па један минимални преостали део средстава, стави на расположење за набавку најважније опреме. Та средства су увек одобравана са закашњењем и у умањеном износу тако да се најважнија опрема набављала пред само пуштање аутопута у саобраћај, а понекад и касније, као што је случај са еластичном оградом и паркинг простором.

Због минимално издвојених средстава за опрему аутопута и других путева, временски се сувише закашњава са постављањем еластичних ограда, израдом паркинг простора и савременијом сигнализацијом, а то доводи у већини случајева до саобраћајних удеса на нашем аутопуту и другим ново израђеним путевима.

Ако се има у виду да су наши ново израђени путеви, рађени за брзи моторни саобраћај, нужно се намеће решење опреме тих путева.

Такође је потребно учинити предлоге за извесну допуну Југословенског стандарда за израду путне опреме. Свакодневни пораст у моторном саобраћају, праћен све већом брзином кретања моторних возила, захтева и измене и допуне у саобраћајним прописима.

Не смео се и не можемо ослонити да саобраћајне прописе раде саме организације за безбедност саобраћаја без нашег учешћа, јер понекад исте испуштају основне елементе наших путева (успони, падови, носивости објеката попречних нагиба коловоза и сл.) па долази до погрешних саобраћајних обавештења.

Пошто је пропуштено време и нису искоришћена сва расположива средства за грађење ових објеката нарочито поред аутопута морамо се само задовољити констатацијом да убудуће не би требало тако да радимо.

На аутопуту од 1958—1964. године утрошено је на име припремних радова око 2 милијарде динара. Да је половина тих средстава утрошена за изградњу сталних објеката, уместо барака где су биле смештене Управе градњи извођачких предузећа данас би имали израђене три комплетне сервисне станице.

Дирекција ће настојати да у будуће организује сарадњу извођачких предузећа и заинтересованих средских и општинских скупштина да се управе градњи подижу на оним местима која ће одговарати будућем сервисном објекту и да се у место барака подижу стални објекти који ће за време грађења служити извођачу а касније ће остати за потребе сервисне службе. Наравно треба имати у виду да је за ово потребно више времена око организације градилишта него што је до сада требало. Одређивање локације,

начин финансирања (јер и Скупштина не морају одмах да уложе један део средстава поред дела што се даје за припремне радове) пројекти и само грађење изискиваће доста времена.

Дирекција ће убудуће кроз пројекте решавати питање паркинг плацева, видиковаца и опреме (сигнала,

километарских белега, смероказа и др.). Наиме у пројекту треба да буде решено све од припремних радова до обележавања беле осовинске траке изграђеног пута. Сматрамо да би о овоме требало да воде рачуна и други инвеститори који раде пројекте за грађење путева у Србији.

THE HISTORY OF THE UNITED STATES
 FROM THE FIRST SETTLEMENTS
 TO THE PRESENT TIME
 BY
 J. W. FULTON, ESQ.
 OF THE BAR AT NEW-YORK.
 VOL. I.
 NEW-YORK: PUBLISHED BY
 J. W. FULTON, 1800.

Редакцијски одбор

Инж. Миладинка Милосављевић, инж. Јован Шутић, инж. Љубомир Филиповић, инж. Предраг Брауновић, инж. Михаило Даниловић, инж. Живорад Ђукић, инж. Бранислав Тодоровић, инж. Драгољуб Ивановић, инж. Радојица Јауковић, инж. Добривоје Стевановић, инж. Слободан Ђорђевић и инж. Миодраг Ђенисијевић

Главни и одговорни уредник:

Инж. Миодраг Ђенисијевић, Београд, палата „Албанија“, тел. 623-442

Рукописе слати уредништву на поштански фах 453
Кнез Михаилова 2—4

Претплату слати на текући рачун Друштва за путеве код Народне банке 101-18-608-49

Огласи и остало слати на: Друштво за путеве СР Србије, поштански фах 543 Кнез Михаилова 2—4

Претплата за појединце 100 динара за један број. Претплата за установе и предузећа годишње 10.000 д. тарифа за огласе: цела страна у тексту 30.000 динара; пола стране 20.000 динара, на корицама цела страна споља 50.000 динара, унутра 35.000 динара.

Цена 100 динара

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

Издавач:

Друштво за путеве СР Србије
Часопис излази месечно

Штампа: „Бранко Ђонових“ — Београд

И Т В — ИНДУСТРИЈА ТРАНСПОРТНИХ ВОЗИЛА

БЕОГРАД

Ломина 4

Телефон: 24966.

**ПРОЈЕКТУЈЕ,
ПРОИЗВОДИ
И ПРОДАЈЕ**

КАМИОНЕ од 2,5 — 12 и више тона носивости

АУТОБУСЕ градске, међуградске и туристичке са 20—60 седишта

СПЕЦИЈАЛНА ВОЗИЛА

- силосе за цемент
- ватрогасна возила
- приколице
- возила за смеће
- возила за стоку
- разне цистерне: за воду, вино, пиво, и млеко.
- хладњаче итд.
- приколице, полуприколице и опрему

