

ПУТ И САОБРАЋАЈ

БР. 5-6
1976.



ПУТИ САОБРАЋАЈ

Часопис Друштва за путеве СР Србије, Македоније и Црне Горе

ГОД. XXII БР. 5—6

МАЈ—ЈУНИ

ГОД. 1976.

САДРЖАЈ

Професор Живорад Ђукић, дипл. инж.

XV међународни конгрес за путеве

Др Душан Игњатић, дипл. инж.

Нове флексибилне кривине за савремене путеве и реконструкције путева

Светлана Стојадиновић, дипл. инж.

Могућност коришћења шљаке и летећег пепела из термоелектране „Какав“ за израду слојева коловозне конструкције

Слободан Златковић, виши техн.

Збијање вибрационим ваљком насипа од песковитог материјала у слојевима веће дебљине

Слободан Георгијев, дипл. инж.

Нова саобраћајница Скопје—Охрид

Љубомир Мариновић, дипл. инж.

Масовно минирање и његова примена у нискоградњи

Слободан Ивковић, дипл. инж.

Проблеми зимског одржавања коловозних конструкција на путевима

Сигнални уређаји за борбу против поледице

Школа за путаре — да или не

Из друштва за путеве

Заслужни чланови

Насловна страна:

Мост на Дунаву код Бешке, снимно: М. Кличковић

Проф. Живорад ЂУКИЋ, дипл. инж.

XV Међународни Конгрес за путеве

— Мексико, од 12. октобра 1975. године —

УВОД

Конгрес за путеве, одржан у Мексику, као и сви досадашњи конгреси*, јасно је показао колико је интересовање стручњака и научника из целог света о разним питањима из области пројектовања, грађења и одржавања путева, ауто-путева, тунела и градских улица.

На овом конгресу учествовало је око 3.000 делегата, од којих око 600 жена, из 73 земље са свих континентата. Најбројнија је, сасвим разумљиво, била делегација из Мексика (око 900 делегата), затим из Француске (395 делегата), Италије (167), Савезне Републике Немачке (152), Велике Британије (95) и Аустрије (74 делегата). Социјалистичке земље представљале су мање делегације. Пољска је имала 6, а остале земље 7 до 11 делегата (СССР 10, а Чехословачка 11 делегата).

Југославија је имала 5 делегата, и то два представника Владе — из Савезног комитета за саобраћај (Бошко Димиријевић, председник, и Др Мирко Ивковић, саветник) и три представника југословенских друштава за путеве (проф. Живорад Ђукић, инж. Миодраг Младеновић и инж. Радоман Радован).

Конгрес је свечано отворио председник Савезне Републике Мексика господин Луис Ечеверија у присуству представника мексичке владе и министара за саобраћај из неколико земаља учесница. Председник Међународног конгреса професор Кокан (Француска) је, поздрављајући председника Ечеверију и учеснике Конгреса, истакао значај ове реномиране међународне стручно-научне организације, која не само што унапређује науку и праксу у области путева већ

* I конгрес одржан је 1909. године у Паризу, II у Бриселу 1910, III у Лондону 1913, IV у Севиљи 1923, V у Милану 1926, VI у Вашингтону 1930, VII у Минхену 1934, VIII у Хагу 1938, IX у Лисабону 1951, X у Истамбулу 1955, XI у Рио де Жанеиру 1959, XII у Риму 1964, XIII у Токију 1967, XIV у Прагу 1971 и XV у Мексику 1975. године.



Сл. 1 — Свечано отварање Конгреса. У првом реду Председништво Конгреса са Председником Републике Мексика Луисом Ечевеиријом; у другом реду министри саобраћаја неких земаља, међу којима и Бошко Димитријевић, председник Савезног комитета за саобраћај Југославије.

зближује стручњаке из целог света, без обзира на боју, расу и политичку припадност.

На Конгресу је разматрано 8 тема из области путева, улица и тунела, о којима су представници 27 земаља



Сл. 2 — Једна група на свечаном отварању Конгреса, у којој се налазе и наши делегати.

поднели 159 реферата, при чему су неке земље обрађивале свих осам тема, а неке само поједине теме. Из социјалистичких земаља реферате су поднели представници Бугарске (2 теме), Совјетског Савеза, Мађарске и Румуније (6 тема), Демократске Републике Немачке (7 тема) и из Пољске и Чехословачке (свих 8 тема). Сви национални реферати и 8 извештаја генералних известилаца штампани су у посебним публикацијама на француском, енглеском и шпанском језику.

На жалост, из Југославије није поднет ниједан реферат, што је несумњиво велики пропуст, а поготову што су се наши представници на Конгресу у Прагу, 1971. године, први пут појавили са националним рефератима*. На наредном конгресу, који ће се одржати 1979. године у Аустрији или Аустралији, то се не би смело поновити.

* У ствари, Југославија се први пут појавила на Конгресу у Рио де Жанеиру, 1959. године, али само са Саопштењем о праћењу улица у Београду, које је поднео проф. Ж. Ђукић.

ТЕМЕ РАЗМАТРАНЕ НА КОНГРЕСУ

Као што је у уводу наведено, на Конгресу је разматрано 8 тема:

Пројектовање и грађење путева (тема 1)**А. Студије у пројектовању**

Употреба поступка са електронским рачунарима у разним фазама израде пројекта: скице, трасе, уздужни профил, попречни профил, кубатура, засади (хортикултура) итд.

Оптималност пројекта: критеријуми оптималности уз помоћ рачунара.

В. Земљани радови

Геолошка, хидролошка и геомеханичка проучавања; савремена средства, подразумевајући и технику проучавања са великих удаљености.

Студија пројекта земљаних радова:

- класификација тла и услови за његову употребу;

- стабилност усека, а нарочито косина;

- стабилност насипа.

Извођење земљаних радова:

- утицај климатских услова (мраз, вода, просушивање);

- контрола квалитета земљаних радова: репрезентативни опити, утврђивање динамике радова на градилиштима;

- земљани радови на неповољном терену: клизишта, извођење насипа на стишљивом тлу, методе за убрзавање консолидације;

- извођење усека у стени и насипа од каменог материјала;

- извођење усека у специјалним материјалима (лапорци, шкриљци, гранитни песак и др.);

- извођење тупа пута, постелице; разне технике и посебни случајеви обраде.

С. Банке података о путевима

Припрема пројекта, одржавање, експлоатација, студија о безбедности саобраћаја, општи статистички подаци (коштање радова, саобраћај итд.).

Општа концепција, организација и повезивање разних учесника.

Делимична реализација, оперативна и у току.

Коштање банке података: елементи за процену рентабилности.

Д. Еволуција метода за грађење путних тунела

Савремене методе грађења тунела у зависности од врсте материјала:

- у растреситој земљи,

- у чврстим стенама,

- у блатњавом терену, у влажном терену и испод речних корита.

Јединствено одређивање критеријума о обрушавању стена и лабилних масива.

Флексибилне коловозне конструкције (тема 2)**2.1. Димензионирање флексибилних коловозних конструкција и утицај мраза**

Општа техничко-економска концепција; димензионирање, појачање и одржавање.

Практичне методе за димензионирање нових коловоза и појачања, нарочито у зависности од природних услова (клима, тло и сл.).

Напредак у познавању дејства мраза, посебно дубине и брзине продирања мраза у коловоз

Нови поступци у борби против неповољног дејства мраза:

- замена доњег носећег конвенционалног слоја носећим слојем од обрађеног материјала, било угљоводоничним било хидрауличким везивима;

— употреба термичког изолационог слоја

Специфични проблеми авионских писта

2.2. Основни материјал

Угљоводонична везива (битумен, путни катран, емулзија):

— Припремање најбољих спецификација у зависности од захтеваних квалитета.

— Побољшање квалитета везива: или у процесу производње, или разним додацима.

— Понашање на ниским температурама.

— Стареење битумена.

— Парафински битумен.

Остала везива (цемент, шљака из високих пећи, лебдећи пепео, пуцолан).

Агрегати.

— Одређене спецификације квалитета и припрема у зависности од намене и економских услова.

— Методе припремања: избор материјала.

— Синтетички материјали (облик, чврстоћа, глачање итд.).

2.3. Доњи и горњи носећи слојеви коловозних конструкција (изузев обавијања битуменом)

Врсте материјала за доње и горње носеће слојеве.

Карактеристике и особине материјала.

Производња, уграђивање и збијање употребљеног материјала, услови употребе, утицај дебљине (збијање проблеми на ивицама и спојевима и сл.).

2.4. Обавијање битуменом

Адхезија при обавијању битуменом и обављање опита адхезије.

Уграђивање обавијеног материјала:

— погодан материјал, остварење, утицај дебљине слоја (збијање, проблем на ивицама и наставцима);

— искуства по методи грађења у пуној дебљини „Full depth“.

Почетна храпавост асфалтног бетона и ливеног асфалта: савремени развој, посебан случај штетног утицаја челичних ексера из аутомобилских гума.

Хабање асфалтног бетона и ливеног асфалта под утицајем хемијских растварача и крампонских гума.

Уграђивање носећих слојева и хабајућег слоја на путевима са великим, брзим и тешким саобраћајем и на аеродромским пистама.

Могућности остварења и испитивања постигнутог квалитета:

— стабилност (отпорност против појаве таласа);

— својства застора против клизања возила при великим брзинама;

— трајност, а нарочито отпорност коловоза на дејство воде, соли и крампонских гума;

— отпорност на лом (замор и термичке пукотине).

2.5. Одржавање

Употреба механизације великог капацитета за одржавање коловоза.

Норме за одржавање у зависности од стања коловоза и саобраћаја. Избор приоритета с обзиром на расположива финансијска средства.

Асфалтни застори мање дебљине: површинске обраде, асфалтни муљ, застори са високом водопропустљивошћу.

Одржавање коловоза са горњим носећим слојевима обрађеним хемиј-

ским средствима у зависности од гума са крампонима.

Посебни проблеми у одржавању: банке, видљивост коловоза, хоризонтална сигнализација и др.

2.6. Проблеми у вези са постизањем водонепропустљивости коловозног застора на мостовима

Круте коловозне конструкције (тема 3)

3.1. Пројектовање. Димензионирање

3.2. Грађење

Састав и квалитет бетона. Критеријуми при избору каменог агрегата.

Општа техничко-економска концепција.

Практичне методе за димензионирање нових коловозних конструкција и појачања.

Напредак у познавању утицаја мраза на ову врсту коловозних конструкција.

Преимућства и недостаци армираних и неармираних бетонских плоча.

Опште упоређење техничко-економских својстава цементнобетонског и осталих врста застора.

Преношење оптерећења преко спојница; структура савремених спојница.

Релативни проблеми крутих коловоза на мостовима и другим структурама (континуитет плоча, спојница итд.).

Мере за унапређење и појединостављање израде ове врсте коловозних конструкција.

3.3. Одржавање

Површинске оправке, употреба епоксидних смола, практични резултати.

Еволуција у погледу храпавости и уједначености површине. Регенерација карактеристика на површини коловоза.

Појачање цементнобетонског застора.

3.4. Проблеми у вези са аеродромским пистама

Израда пројеката и димензионирање коловозне конструкције,

Грађење.

Одржавање.

Карактеристике путева и ауто-путева у зависности од саобраћаја (тема 4. А)

4.А.1. Однос између нивоа услуга и геометријских карактеристика

Истраживања и анализа нивоа основних услуга, посебно у погледу времена пролаза (брзина), удобности (бонус) и саобраћаја.

Однос између ових саставних делова и геометријских карактеристика. Посебан однос између безбедности с једне и карактеристика инфраструктуре са друге стране — нарочито за путеве са 2 x 2 саобраћајне траке и утицај зеленог појаса у средини пута и његова ширина.

Уређење укрштања у нивоу на путу ван насеља са 2 x 2 саобраћаја.

Уређивање петљи и процењивање сигурности саобраћаја.

Капацитети и карактеристике разних класа путева.

Изналажење црних тачака; побољшање сигурности.

4.А.2. Квалитет површине коловоза

Захтеви у погледу својства храпавости застора; изналажење одговарајућих техничко-економских мера.

Употреба синтетичких материјала.

Обележавање зона са недовољном отпорношћу на клизање и методе за њихово побољшање.

Појаве одстрањивања воде.

Карактеристике површине коловоза у погледу осветљења.

Путеви и ауто-путеви ван насеља; опрема, експлоатација (тема 4. В)

4.В.3. Опрема пута

Места за одморишта и сервисе: утицај њиховог положаја и карактеристика на саобраћај и безбедност.

„Статистика“ ефикасност подужних бочних препрека дуж зеленог појаса.

Ломљивост стубова за сигнализацију и осветљење: корисна диспозиција и ефикасност.

Засади поред путева: добре и лоше стране.

Заслепљивање фаровима возила на путевима са 2 x 2 траке и на ауто-путевима: опасност, методе заштите.

Осветљење путева, ауто-путева и њихова диспозиција на петљама.

4.В.4. Експлоатација пута

Аутоматско или полуаутоматско регулисање саобраћаја на путевима ван насеља и ауто-путевима у периоду шпицева и у другим посебним случајевима.

Могућност и диспозиције за информисање корисника у случају поледице, магле, несрећних случајева итд.

Информисање корисника о условима саобраћаја који се могу догодити и о забрани на коју треба бити спреман. Начини одржавања размака између аутомобила.

Ограничење брзине: ефикасност ове мере у погледу безбедности саобраћаја и употребљена средства која

се морају поштовати. Посебан случај ограничења брзине због пешака.

Проблеми експлоатације при радовима на путу под саобраћајем и радовима при одржавању.

Сервиси за кориснике пута.

Градске улице (тема 5)

5.1. Разне врсте градских улица. Паркирање

Израда одвојених стаза за пешаке, путничке аутомобиле, аутобусе и камионе (искуство, коштање, закључци о разним врстама ових стаза у насељима и рејонима).

Путни правци са смањеним габаритним и ограниченим оптерећењем (прописи, искуства, закључци).

Експресне улице (дефиниција, карактеристике, критеријуми употребе).

Паркирање (потреба, норме, уређење, грађење и употреба подземних паркинга или паркинга у специјалним зградама).

5.2. Експлоатација

Општа организација градског саобраћаја (путнички аутомобили, аутобуси, камиони, бицикли и пешаци).

План саобраћаја: једносмерни, саобраћајне траке резервисане само за аутобусе, камионе, бицикличке стазе, приоритетни правци у насељу, простори за камионе, паркирање. Методе проучавања (избор критеријума).

Техничке мере за смањивање броја аутомобила у центру града (искуства).

Спровођење „плана саобраћаја“ административно и политички.

Аутоматско регулисање саобраћаја:

— разни могући системи: регулисање саобраћаја у реалном времену, регулисање саобраћаја са проученим сложеним програмом;

— искуства, упоредна проучавања — флуидни и безбедни ефекти.

5.3. Опрема

Вертикална сигнализација. Сигнализација по међусекцијама: принципи, ознаке опомена, димензије и постављање паноа. Значај уједначености сигнализације на међународном плану.

Градски покретни објекти (киосци), панои за осветљење клупе за одмор, аутобуски заклони итд. Функционалност техничке и архитектонске концепције.

Посебни случајеви примене саобраћајних трака за пешаке.

Добре и лоше стране дрвореда на ивицама улица.

Услови засађивања и одржавања, битност употребе (засађивање на бетонским плочама).

5.4. Извођење радова у градској зони

Унапређење координације радова у градским улицама.

Процеси за смањивање трајања и сметњи при радовима.

Ноћни рад: значај, регулисање саобраћаја.

Провизорни објекти (мостови, вијадукти).

5.5. Коловози: структура и одржавање

Специфична решења у концепцији градских улица и путева (структура, грађење, одржавање).

Пут и околина (тема 6)

6.1. Пројекти путева и њихово уклапање у пејзаж

Ван насеља:

— уклапање пута у пејзаж: траса, објекти (примери, проблеми и решења);

— дејство инфраструктуре на употребу земљишта;

— значај који се приписује околини при утврђивању инвестиције за путеве ван насеља.

Градске зоне:

— вођење рачуна о околини при проучавању пројеката за градске улице (интеграција у центру града, дејство пресецања, разни утицаји; суштина и релативни значај критеријума);

— организација саобраћаја и проблемима околине;

— дејство градске инфраструктуре на његов развој;

— значај који се приписује околини у развоју града;

— став јавног мњења и његово учешће у изради пројеката;

— вођење рачуна о околини у концепцији плана (превоза).

6.2. Погрешке у елаборатима пројеката и њихове последице на грађење и експлоатацију мреже

Саобраћајна бука:

— прорачун нивоа саобраћајне буке на околину пута; фактори који утичу на елиминисање буке: обим и шпиц — максимум саобраћајне буке, састав саобраћаја, саобраћај са слободним режимом или условљен укрштањем или светлосним сигнаlima, врста коловозног застора итд.,

— предност и лоше стране различитих обележавања употребљених за ознаку буке поред путева (избор ознака);

— вођење рачуна о саобраћајној буци при програмирању и у елаборатима пројеката;

— мере заштите околине против саобраћајне буке;

— траса и уздужни профил;

— прописи експлоатације,

— заклони против буке,

— урбанистички прописи у близини саобраћајница и

— тонска изолација зграда.

Вибрације:

— извори и карактеристике вибрације произведених саобраћајем или грађењем путева,

— прописи за пројектовање и избор начина грађења ради смањивања штетног дејства вибрација на путевима и зградама,

— методе експлоатације које утичу на смањивање вибрација.

Остали проблеми:

— утврђивање количине гаса (присипање горива, остаци и пражњење: актуелно стање, еволуција, акције које се предузимају);

— нескладно пролажење поред прибрежја (визуелно увлачење — вијадукти);

— загађење ваздуха асфалтним машинама, мере за отклањање загађења, прописи;

— загађење воде: загађење кишнице — загађење од соли за открављивање.

Економска питања (тема 7)

7.1. Општа теорија

Ефекти улагања у путеве за регионални развој.

Еволуција става о теоријском понашању корисника у погледу економије и сукобљавања понашања у пракси.

Практични закључци који се одnose на прорачун рентабилности.

Познавање показатеља који се одnose на ниво услуга у националној и регионалној мрежи путева и на градске улице.

Повећање слободног времена. Поправка стања коловоза. Прихватљиви ниво услуга, повећање броја корисника.

Приближавање разних критеријума, нарочито водећи рачуна о окоolini.

7.2. Финансирање

Специфичне последице финансирања са плаћањем (намена саобраћаја, облик саобраћаја, услуге корисницима, оптерећење државе, уравнотежење финансија и др.).

Тарифе услуга у односу на градску средину (улога оријентације корисника, модели теста, употреба прихода и др.).

У којој се мери издаци за грађење путева покривају приходима од корисника (таксе за регистрацију возила, од горива итд.).

7.3. Специфични проблеми за грађење путева ван града.

Дугорочно планирање: прогнозирање саобраћаја, намене саобраћаја, усвојени критеријуми и употребљени модели.

Рентабилност експлоатационих операција ван града.

7.4. Проблеми града

Планирање на подручју града обухвата: улогу државе и локалних органа и проучавање политике и планирање алтернативних решења грађења и превоза: унапређивање превоза, поделу саобраћаја између јавног и индивидуалног (да ли и када у великим насељима треба ограничити индивидуални аутомобилски саобраћај), намену саобраћаја и генералну концепцију мреже улица у насељима и њен однос према мрежи путева ван насеља.

Рентабилност експлоатационих операција у градској средини.

7.5. Објективни критеријуми за одржавање путева

7.6. Економско проучавање тржишта

Економични путеви. Путеви са сла- бим саобраћајем (тема 8)

8.1. Прикупљање документације која се односи на тло и материјале

Употреба постојеће документаци-
је: фотограметријска, геолошка и пе-
долошка документација.

Методe за брзо упознавање при-
меном авионске технике (фотограме-
трија, радар, термографија и др.).

Класификација и картографија за
потребе путева.

Глобалне методе за оцењивање и
процене.

Примене: испитивање путних пра-
ваца, процена укупног коштања, по-
себни проблеми.

8.2. Нестандардна тла и материјали

Употреба нестандартних земља-
них материјала и материјала који не
одговарају уобичајеним нормама (зем-
љани радови и коловози).

Карактеристике и својства.

Процеси испитивања и својстава.

Примери примене: понашање ко-
ловоза и додатних радова.

8.3. Просеци грађења

Стабилизација појединих слојева,
нарочито кречом.

Хабајући слој: посебна примена
разних врста финог једнородног пе-
ска, избор између површинских об-
рада и обавијеног материјала.

Одстрањивање прашине на зем-
љаним путевима.

8.4. Појачање коловоза

Дефиниција нивоа услуга.

Утицај саобраћаја, нарочито те-
шког.

Климатски фактори.

Мерило структуралног квалитета
коловоза.

8.5. Одржавање коловоза (земљаних и осталих)

Дефиниција стања површине и од-
нос према нивоу услуга.

Утицај саобраћаја.

Климатски фактори.

Однос између квалитета грађења,
трајања и начина одржавања. Случај
прогресивног одржавања.

Рентабилност одржавања.

8.6. Допринос за путеве намењен еко- номско-социјалном развоју нера- звијених земаља

Планирање. Однос између тран-
спорта и развијености земље.

Критеријуми за усвајање пројекта.
Финансирање од стране међународ-
них организација.

Избор карактеристика у зависно-
сти од потреба.

Борба против импровизације —
могућност замене машина ручним ра-
дом. Подстицање примене нових ме-
тода рада. Образовање кадрова.

Фактори који омогућују развој
локалних грађевинских предузећа,
употребу локалних материјала и ства-
рање кадрова.

8.7. Посебни проблеми економич- них путева у индустријализова- ним земљама или регионима

Карактеристични елементи еконо-
мичних путева: ниво, услуга, трајање
коловоза, познавање ризика, саобра-
ћај.

Техника грађења.

Извођење радова у градовима —
зонама становања.

Проблеми одржавања

ТОК РАДА КОНГРЕСА

Рад Конгреса одвијао се у три сале са инсталираним уређајима за симултано превођење на три званична језика (француском, енглеском и шпанском). У највећој сали, са 2.300 места, свечано је отворен и затворен Конгрес, подношени су извештаји генералних извештача о главним темама и дискусије о њима. Остале теме разматране су у другој сали, са 400 места, а у посебној сали, са 300 места, приказивани су филмови (слика 1).

У току Конгреса поднети су такође и извештаји комисија, које су радиле између два конгреса, о разним питањима из области путева, и то комисије за путеве са асфалтним засторима; за путеве са цементнобетонским засторима; за испитивање материјала за путеве; клизавост и храпавост коловоза; саобраћај и безбедност; за проходност и обезбеђење саобраћаја у току зиме; економичне путеве; економику и финансирање и комисије за путне тунеле.

На крају Конгреса усвојени су закључци о свим разматраним темама, који ће се, заједно са дискусијом — као што је и уобичајено — штампати у посебној публикацији.

У току свих седам дана рада Конгреса издавани су билтени на три језика, у којима су приказивани рад и разне активности, приједи, посете, изјаве појединих делегација и делегата и др., уз бројне фотографије (слика 3). Интересантно је истаћи да су у билтенима штампани кратки прикази о раду Конгреса које су тих дана објављивале многобројне мексичке новине (слика 2 и 3).

Сви шефови делегација земаља учесница на Конгресу присуствовали



Сл. 3 — Шеф наше стручне делегације проф. Ђукић даје изјаву за конгресне новине (Билтен), у којој похваљује организацију Конгреса, нашу присност са народом Мексика и њиховим председником Ечеверијом.

су и свечаном отварању новог пута од Мексико Ситија до Оахтепеку дужине око 90 км)*, који је отворио председник Републике Луис Ечеверија. Том приликом представљени су Председнику, који је са сваким измењао понеку пријатељску реч. Председник Ечеверија открио је споменик „путарима“, као сећање на педесетогодишњицу оснивања Националног комитета за путеве (овај дан у Мексику се иначе свечано прославља сваке године).

За све делегате Конгреса приређен је у Оахтепеку заједнички ручак. Председник Ечеверија предао је том приликом дипломе заслужним Мексиканцима који су допринели интензивнијем грађењу нових путева и путева са „ручном радном снагом“ (слика 4). Министар јавних радова инжењер Бракомонтес је, поздрављајући

* Нови пут, иако у тешком планинском терену, са пролазом једне високе вододелнице (око 3.000 м), пројектован је по савременим принципима, са асфалтним коловозном конструкцијом. Риголи, ивичњаци и траке су од белог бетона, тако да пријатно нелују и освежавају пут. Исти утисак остављају и затрављене банке и косине насипа и усека.



Сл. 4 — На свечаном ручку за све делегате Конгреса у Оакстепеку, поводом отварања пута Мексико — Сити — Оакстепек и предаје диплома заслужним Мексиканцима на дан педесетогодишњице од оснивања Националног комитета за путеве. Лево од председника Републике Ечевеије, председник Међународног конгреса за путеве, проф. Кокан.

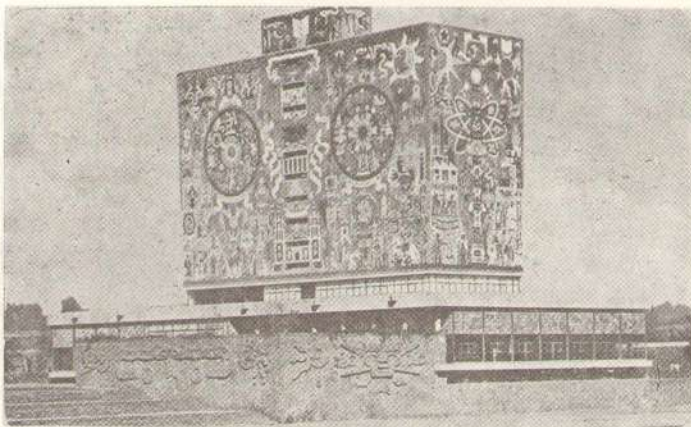
учеснике Конгреса, детаљно говорио о дугорочној политици грађења путева у Мексику, истичући посебно велики допринос сељака на грађењу путева „ручним радом“. Великој породици градитеља путева придружили су се сељаци и грађани“, рекао је он, а то је за Мексико — земљу у развоју — веома битно.

На Конгресу је на бројним паноима била организована изложба о достигнућима у области путева постигнутим последњих година. Најбројнији експонати били су из Мексика — и то како о грађењу значајних путева и ауто-путева тако и о грађењу локалних путева „ручним радом“. Графички је приказан развој мреже националних путева у раздобљима од по десет година, из којих се види да је 1930. године било свега 1.500 km националних путева, док их је 1970. године било већ 71.500 km. Француска је такође била заступљена са доста експоната, нарочито о грађењу ауто-путева, којим је 1975. го-

дине било у овој земљи око 3.000 km. Осим тога, приказано је и неколико великих површина за слободно кретање пешака, као што су оне испред Богородичине цркве у Паризу и др. Белгија је, поред експоната о грађењу ауто-путева, приказала и развој бриселског Центра за научноистраживачки рад у области путева. Савезна Република Немачка приказала је на



Сл. 5 — Огромни трг Зокало у Мексику-Сити, на коме се одржавају народне свечаности, са једном од највећих катедрала у свету која је зидана 94 године



Сл. 6 — Централна библиотека у Универзитетском граду, са фасадом у мозаику и народном колориту, дело чувеног мексичког сликара Јуана Гормана.

великим паноима неколико врло интересантних петљи на ауто-путевима, док је из Румуније изложено свега шест мањих слика*.

Према програму, било је предвиђено да се на Конгресу прикажу и филмови из области грађења путева и производње грађевинског материјала за путеве. Сваки филм био је праћен уводним предавањем. Највише филмова било је из Француске, затим Италије, а по један филм из Шведске и Мексика.

У току Конгреса организоване су посете неких музеја у Мексико Ситију (Антрополошки музеј, Музеј модерног сликарства и др.), затим чувене Националне палате (са изванредним фрескама на степеништу и галеријама), у којој је седиште Председника Републике, разгледање познатог трга Зокало (слика 5), шуме-парка Шапултепек, једног од највећих у

свету (са многобројним фонтанама, језерима, дејим игралиштима и др.). обилазак Универзитетског града**, чувене пирамиде Сунца у Теотихуакану*** итд. Сви учесници Конгреса присуствовали су и представи Фоклорног балета Мексика, који по садржају (историјски постанак Мексика), кореографији, темпераменту играча и солиста, хорovima и солистима и складном музицирању неколико музичких група заиста представља уметничко савршенство. Иначе, Мексико Сити је не само један од највећих градова света (око 10,000.000 становника) већ је и на необичној надморској висини (2.380 m), а у близини је и познати уташени вулкан Попокатепетл, чија је висина 5.452 m.

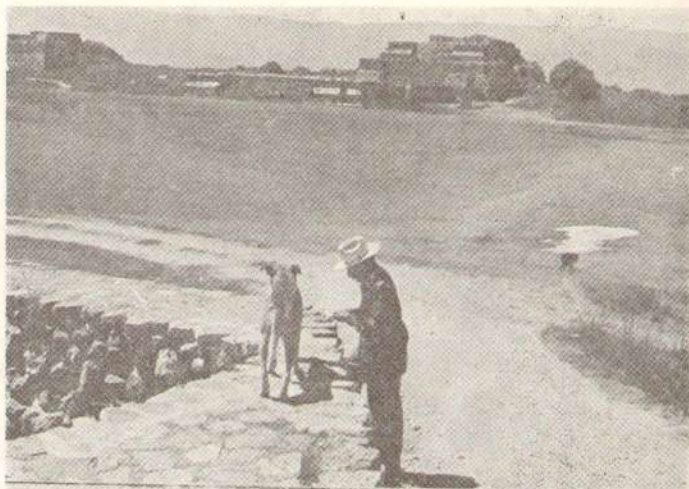
После Конгреса организована су разна студијска путовања по Мексику, која су трајала 4 до 6 дана. Наша

* На следећем конгресу требало би да наша земља учествује и на изложби, јер ћемо имати шта да покажемо, чак и више од неких земаља које су учествовале на изложби у Мексику.

** У Универзитетском граду, са око 45.000 студената, постоје, поред зграда и института за разне факултете, опромна библиотека (са изванредно интересантном фасадом и сликама у виду мозаика, на којима је приказана историја мексичке културе), потребни интернати, спортски терени, олимпијски базен и др. (слика 6).

*** Ова пирамида има површину од 46.000 m² и квадратну основу (страна од по 215 m), а висока је 65 метара. На врху је храм, до кога се долази монументалним степеницама.

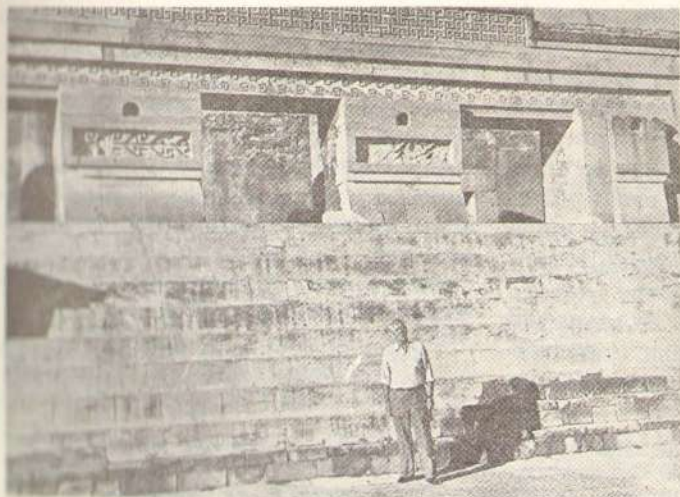
Сл. 7 — Чувене пирамиде и ископине у Монте Албан у близини града Оаксака.



стручна делегација учествовала је у четвородневном обиласку неких путева и ауто-путева. Посетили смо при том и историјски град Оахака, чувене пирамиде и ископине у Монте Албану, изумрли град Митла (у близини познатог Панамеричког пута) и чувено летовалиште Акапулко на Пацифику, које са главном сезоном од октобра до марта, 20 пешчаних плажа, око 250 хотела — неких и са више од 20 спратова, дивним зеленилом и цвећем, бројним палмама и др., привлачи не само Мексиканце већ и мно-

гбројне туристе из САД и Канаде, па и Европе. Хотел „Princess“, један од највећих у свету, у облику пирамиде, по своме уређењу, бројним језерима, базенима, салама, ресторанима, огромним парком и др., изванредан је архитектонски објекат (слика 9).

Сматрамо да је XV међународни конгрес за путеве потпуно успео у приказивању најновијих достигнућа у области пројектовања и грађења путева, ауто-путева, аеродрома, градских улица и тунела. Посебно је корисно што су узајамни контакти на-



Сл. 8 — Фасада једне грађевине изумрлог града „Митла“ у близини града Оаксака и познатог пан америчког пута.



Сл. 9 — Хотел „Принцес“ у Акапулку, на обали Атланског океана, један од највећих хотела у свету, у виду пирамиде, историјских споменика у Мексику.

учника и стручњака разних земаља* омогућили не само расправљање о разним стручним проблемима већ и боље међусобно упознавање и зближавање, што је веома битно.

САВЕЗНА РЕПУБЛИКА МЕКСИКО

Свакако треба нешто рећи о држави Мексико, о којој се данас, као веома напредној земљи, доста говори. Има површину од 1,980.000 km² и 58 милиона становника. Године 2.000, како се предвиђа, имаће их око 100 милиона. Спада у веома велике земље Америке. Налази се на југоистоку америчког континента, ослањајући се највећим делом на Тихи океан. Мексико је савезна република, у чијем је саставу 28 држава. Главни и највећи град је Мексико Сити, док су Гвадалахара, Веракруз, Монтереј и други знатно мањи. Међу становницима Мексика највише је Индијанаца

(28%) и Местика (55%), а осталих 17% чине Креолти, Шпанци и др.

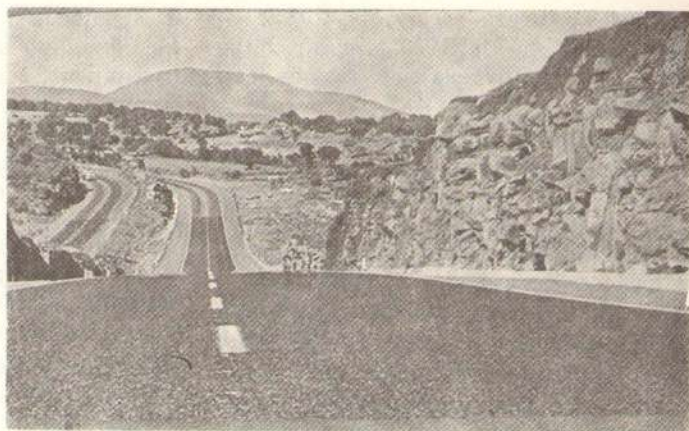
По својим природним рудним богатствима Мексико је једна од најбогатијих земаља у свету. Располаже великим налазиштима нафте, сребра, злата, олова, цинка, мангана, бакра, гвоздених руда, антимона, калаја и др. Пољопривредна производња је разноврсна — кукуруз, пшеница, шећерна трска, пиринач, банане, какао, кафа, дуван, каучук и памук. Развијено је и сточарство. Велика пољопривредна добра су национализована и земља је предата сељацима. Ипак, Мексико је још земља са пуно супротности, нарочито између села и града.

Саобраћај у Мексику је доста развијен, и то железнички, друмски, поморски и ваздушни. Има око 24.000 km железничких пруга и чак 250 аеродрома. Главна пристаништа су Веракруз и Тампико.

Историјски развој Мексика био је веома буран и самим тим интересан-

* Наши делегати успоставили су присне контакте са многим делегацијама, а посебно са делегатима Француске, Немачке, Белгије, Швајцарске, Италије, Аустрије и свим делегацијама социјалистичких земаља.

Сл. 10 — Деоница једног ауто-пута, са тракама за застајање од црвеног асфалта, коловозима у два нивоа и доста изломљеним уздужним нагибима (то-богани).



тан. Још пре наше ере постојала су сеоска насеља у којима су ископавањем утврђене појаве керамике. У почетку нове ере била је позната Олмешка култура, са првим чувеним грађевинама (пирамидама и др.) на Монте Албану код града Оахака, а затим култура индијских племена, од којих су најпознатији били Маја, Толтеци и Астеци. После откривања Америке у Мексико су почели да продиру шпански освајачи. Они су 1519. године завладали Мексиком. Мешањем Индијанаца и Шпанаца настао је данашњи мексички народ, при чему је као званични говорни језик усвојен шпански.

Мексико је први устао против шпанске колонијалне власти, борећи се непрекидно од 1810. до 1821. године. Нереди у Мексику искористиле су Сједињене Америчке Државе и 1848. године отеле од Мексика Тексас, Нови Мексико и богату Калифорнију, чиме је Мексико сведен у данашње државне границе. За цара Мексика проглашен је тада Максимилијан Хазбуршки (1864. до 1867.), брат Фране Јосифа I, а од 1884. до 1911. године био је успостављен диктаторски режим генерала Дијаса. Народном револуцијом 1911. године он је збачен. Диктаторски режим замењен је демократском владом. Ускоро је донет

и Устав, који је предвидео ликвидацију великих земљопоседника, право на организовање синдиката, осмочасовни радни дан и социјално осигурање, тако да има много елемената социјализма.

Мексико је не само земља са сјајном прошлошћу већ и земља која крупним корацима иде напред у развоју привреде, културе, просвете и подизању стандарда људи. Некада су подизане огромне пирамиде, а данас се граде вештачка језера за наводњавање и снабдевање водом за пиће, подижу се школе — већ их је око 40.000, са око 11 милиона ученика и студената, граде се многе фабрике, савремени путеви итд. То је земља која свакодневно највише слане воде претвара у воду за пиће — око 30,000.000 m³ дневно.

ПУТЕВИ У МЕКСИКУ

У Мексику, као и у целом свету, грађење путева и њихов развој зависили су од историјских, географских, привредних и политичких фактора. Путеви су и у Мексику одиграли пресудну улогу у економском, социјалном и политичком развоју земље, као и у развоју културе и науке.

Планском грађењу путева приступило се тек после оснивања Нацио-

налног комитета за путеве 1925. године, тако да је 1930. године било свега 1.500 km путева за аутомобилски саобраћај.

Међутим, путеви су наредних година грађени врло интензивно, и то од 10.000 до 30.000 километара сваких десет година. До 1970. године у Мексику је била изграђена мрежа националних путева дужине 71.500 km, и то са туцаничким коловозом 8.500 km, са површинском обрадом 21.100 km и са асфалтним засторима 41.900 km.

Избором Луиса Ечевеије за председника 1970. године приступило се још интензивнијем грађењу путева, како националних тако и посебне врсте путева који се раде „ручно“. На тај начин запошљава се локално становништво, омогућује му се зарада и повећава стандард, а истовремено насеља брже повезују међусобно и са мрежом националних путева. Ови путеви често су толико добро урађени да се, уз извесну реконструкцију, могу уврстити у мрежу националних путева.

На почетку 1973. године путна мрежа у Мексику састојала се од:

— ауто-путеви на којима се плаћа путарина	1.070 km,
— савезних путева	35.760 km,
— земаљских путева	39.340* km,
— општинских путева	9.430 km,
— путева израђени „ручно“	74.070 km,
Укупно	159.670 km

Ауто-путеви на којима се плаћа путарина граде се са четири саобраћајне траке, тракама за заустављање, обично од црвеног асфалта, и зеле-

ним појасом (слика 10). Осим тога, и на неколико већих мостова плаћа се путарина. За наплату путарине формирана је специјална служба у Националном комитету за путеве.

Ауто-путеви и савезни путеви чине главни костур мреже националних путева, који лонгитудинално повезују границе на северу и југу и трансверзално повезују Мексички залив и Пацифик. У Мексику истичу велики успех последњих година, када су за 36 месеци изградили пут између Аисенде и Сан Квинтина, дужине 820 километара.

Савезни путеви и ауто-путеви граде се из средстава федерације, земаљски из средстава федерације и земаљских влада, док у финансирању изградње општинских по 1/3 дају федерација, земаљска влада и општине. Путеве који се „раде ручно“ помажу федерација, земаљска влада и општине.

Проблем грађења путева у Мексику је и у томе што поједини од њих прелазе вододелнице на висини од 5.500 m, док се други спуштају до мора, на 5 до 15 m.

РАЗВОЈ САОБРАЋАЈА У МЕКСИКУ

Са повећањем путне мреже повећао се и број аутомобила, а тиме и привредна активност земље. Према статистичким подацима, Мексико је имао:

- 1940. године 147.000 аутомобила,
- 1950. године 330.000 аутомобила,
- 1960. године 803.000 аутомобила,
- 1970. године 1.792.000 аутомобила,
- 1972. године 2.149.000 аутомобила.

Из ових података се види да је број аутомобила од 1950. до 1960. године повећан 2,45 пута, а од 1960. до

* Мрежу националних путева чине путеви са плаћањем, савезни и земаљски путеви.

1970. године за 2,25 пута, док је од 1970. до 1972. године, тј. за само две године повећан за 20%. У 1972. години било је 71% путничких аутомобила, 1,5% аутобуса и 27,5% камиона. Густина саобраћаја на путевима је следећа:

— на 66% путне мреже саобраћа просечно 500 возила дневно,

— на 14% путне мреже саобраћа просечно 500 до 1000 возила дневно,

— на 16% путне мреже саобраћа просечно 1000 до 3000 возила дневно,

— на 4% путне мреже саобраћа просечно 3000 возила дневно.

Међутим, пораст броја аутомобила је из године у годину све већи, што показује и податак да је 1975. године главни град Мексико Сити имао више од 2.000.000 аутомобила, тј. један аутомобил на сваких 5 становника, односно готово исто онолико аутомобила колико је цела земља имала 1972. године.

Свакако је интересно рећи нешто више о саобраћају у Мексико Ситију. У ужем центру града веома је густ аутомобилски саобраћај, тако да је онемогућено нормално кретање аутомобила, а нарочито због паркирања аутомобила дуж улица и на тротоарима. Међутим, мрежа улица је врло разграната, а неке су и веома дугачке. Тако је, на пример, Улица Insuentea дуга 48 km, а Улица Reforma 35 km. На једном месту Улица Reforma је

широка близу 100 m. Оно што је специфично како за Мексико Сити тако и за остале градове, па и путеве то је љубав према зеленилу и цвећу. Оно се изванредно негује, и то не само у парковима већ и на улицама, у двориштима, хотелима, у зградама и др. Због густог саобраћаја приступило се грађењу градских тунела и „високих“ улица. Највеће растерећење постигнуто је изградом метроа, чије 3 линије имају укупну дужину 40 km. Вожња је веома удобна, јер вагони имају гумене точкове. За разлику од многих метроа, композиције се састоје од 8 кола, али се ипак у шпиревима ограничава излазак на пероне. Станице су углавном изграђене врло скромно, док су неке, као Зокало, Пино Саурес и Инсургантес, по архитектонским решењима и уређењу врло интересантне и представљају праву туристичку атракцију.

И тролејбуски и аутобуски саобраћај веома је жив. Трамвајски је мање заступљен, јер су неке линије замењене тролејбусима и аутобусима. Такси саобраћај је врло интензиван, и свим осталим градовима, док је у то не само у Мексико Ситију већ и у Акапулку тако густ да се пешаци готово и не виде на улицама.

Једном речи, Мексико је веома интересантна и разноврсна земља која се веома интензивно развија у сваком погледу и тако живо доживљава да се не заборавља никада.

Др Душан ИГЊАТИЋ, дипл. инж.

Нове флексибилне прелазне кривине за савремене путеве и реконструкција путева

1. УВОД

У чланку „Неопходне су нове флексибилне прелазне кривине“, истог аутора, објављеном у часопису „Пут и саобраћај“ бр. 3—4/1976. приказани су недостаци клотоида и наглашена је опасност која се „уграђује“ у наше путеве њиховом применом, а на слици 1 приказана је прелазна кривина у X-Y-Z координатном систему. Ако се Z (апликате) прелазне кривине, односно надвишења h мењају линеарно у X-Z равни, добија се клотоида код које је трајекторија тежишта возила на почетку и на крају (слика 2d) таква да се јављају удари (слика 2c).

Према данашњим захтевима динамике вожње и безбедности саобраћаја, ниједна промена силе, брзине, убрзања, удара и сл. не сме нагло ни да се појављује ни да ишчезава.

Ако се ови захтеви не узимају у обзир при пројектовању, сматрају енглески стручњаци за безбедност сао-

браћаја [1], „уграђује“ се опасност у путеве, јер наоко безначајне ситнице у одређеним условима могу да изазову саобраћајне удесе чак и при малим брзинама.

Због тога преломи спољне ивице коловоза морају да се заобљавају на почетку и крају прелазне рампе (слика 2b). Тиме се постиже мека, пријатна, и безбедна вожња кроз прелазне кривине.

Али, ако се на почетку и крају клотоиде изведу вертикална заобљења, као иа слици 2b, нису усаглашена надвишења у вертикалној равни и закривљености у хоризонталној равни, због којих се надвишења и изводе, јер тада постоји надвишење и на правцу, где на тај начин не мора да се поништава центрифугална сила.

Надвиење, односно попречни нагиби и закривљености морају да буду усаглашени. Закривљеност никада не сме да се мења без одговарајуће компензације променом попречног нагиба. Витоперење коловоза ван дужина

прелазних кривина и извођење кружних кривина великих радијуса без одговарајућег попречног нагиба увек је и погрешно и опасно [1].

Према томе, вертикално заобљавање мора да се изведе само на дужини прелазне кривине (слика 2а). Тиме се добијају прелазне кривине са делимично криволинијском рампом, односно са нелинеарном променом закривљености на већем делу прелазнице.

2. ЗАХТЕВИ ДИНАМИКЕ ВОЖЊЕ КРОЗ ПРЕЛАЗНИЦЕ СА НЕЛИНЕАРНОМ ПРОМЕНОМ ЗАКРИВЉЕНОСТИ

Прелазна кривина са криволинијском или делимично криволинијском, односно заобљеном прелазном рампом приказана је у општем облику на слици 3 у X-Y-Z координатном систему, при чему су Z и Y координате вишеструко увећане.

Разматра се кретање возила тежине G, чија је маса концентрисана у тежишту C, на висини „a“ изнад коловозне површине. Брзина кретања V је константна. Размак точкова једне осовине возила је s.

Прелазна кривина О-КРК, дужине L са нелинеарном променом закривљености од $K=0$ до $K=\frac{1}{R}$, налази се у X-Y равни (слика 3).

У некој тачки M (X, Y) на растојању l од координатног почетка, мерењем по луку, правац тангенте одређен је вектором $\vec{\tau}$, а правац нормале вектором $\vec{n}$. Јединични вектор $\vec{Z}_0$ остаје вертикалан при кретању тачке M дуж прелазне кривине О-КРК.

Путњу возила кроз прелазну кривину описује трајекторија возила C описује пут кроз тачке M и тачке N на слици 3. Тачка M је на почетку пре-

лазне кривине вертикалан, ротира око све три координатне осе: око Z осе због закривљености K прелазне кривине, око X осе због одговарајућег попречног нагиба прелазне рампе, односно надвишења h и око Y осе због подужног нагиба прелазне рампе.

Иако се тежиште возила C креће константном брзином V, оно ће, због своје криволинијске путање, имати убрзање $\vec{W}$ које може да се разложи у компоненте у правцу тангенте, нормале и бинормале која остаје вертикална [2]:

$$\vec{W} = V^2 \cdot \left[\left(K + \frac{a}{s} \cdot \frac{d^2 h}{dl^2} \right) \cdot \vec{n} - \frac{a}{2} \cdot \frac{d^3 h}{dl^3} \cdot \vec{\tau} + \frac{1}{2} \cdot \frac{d^2 h}{dl^2} \cdot \vec{Z}_0 \right].$$

Ово убрзање је променљиво по дужини прелазне кривине јер се мења попречни нагиб, односно надвишење

$$h, \text{ а закривљеност } K = \frac{1}{\rho}.$$

Ако се убрзање помножи масом возила $m=G/g$ (где је g убрзање земљине теже), добиће се инерциона сила I која делује у смеру супротном од убрзања:

$$I = -\frac{G}{g} \cdot \vec{w}.$$

Најважнија компонента ове силе је у правцу нормале. То је центрифугална сила:

$$I_c = -\frac{G}{g} \cdot V^2 \left(K + \frac{a}{s} \cdot \frac{d^2 h}{dl^2} \right) \cdot \vec{n}.$$

У чистој кружној кривини $K=1/R$, R је константно, па центрифугална сила има следећу величину:

$$I_c = \frac{G}{g} \cdot V^2 \cdot K = \frac{mV^2}{R}.$$

постепено се појављује и ишчежава удар, који није константан већ променљив по дужини прелазне криве. Прираштај удара биће изражен у m/sec^4 :

$$\frac{d^2 \vec{w}}{dt^2} = V^4 \cdot \left[\left(\frac{d^2 K}{dl^2} + \frac{a}{s} \cdot \frac{d^4 h}{dl^4} \right) \cdot \vec{n} - \frac{a}{2} \cdot \frac{d^5 h}{dl^5} \cdot \vec{\tau} + \frac{1}{2} \frac{d^4 h}{dl^4} \cdot \vec{z}_0 \right].$$

Зависно од облика прелазне рампе, највећа вредност прираштаја удара биће:

$$\frac{d^2 \vec{w}}{dt^2} = k \cdot \frac{V^4}{RL^2} \dots \dots \dots [m/sec^4].$$

Коефицијент k може да има вредност од 4 до 10, док је код клотоиде ова вредност теоријски бесконачна.

Однос између попречног нагиба, односно надвишења h и закривљености K прелазне кривине добија се из услова да резултанта сила које делују у тежишту возила C пада у тачку N (слика 3) и да буде управна на површину коловоза као вектор NC на слици 3. Изведена је зависност по којој закривљеност K мора да буде пропорционална не само надвишењу h већ и другом изводу h по луку l , тј закривљености прелазне рампе у вертикалној равни [2]:

$$K = \frac{1}{R} \cdot \frac{h}{H} - \left(\frac{a}{s} - \frac{h}{2s} \right) \cdot \frac{d^2 h}{dl^2}.$$

Утицај закривљености прелазне рампе у вертикалној равни на закривљеност K прелазне кривине у хоризонталној равни је мали.

Код праволинијске, незаобљене прелазне рампе:

$$\frac{d^2 h}{dl^2} = 0,$$

па је:

$$K = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{R} \cdot \frac{h}{H},$$

што се може изразити односом:

$$\frac{1}{\rho} : \frac{1}{R} = h : H.$$

2.1 Захтеви механичког вођења возила

Прелазна кривина мора пре свега да задовољи три захтева геометрије:

— да се на почетку прелазне кривине тангента поклапа са правцем, тј. да буде:

$$y = 0; \quad \frac{dy}{dx} = \operatorname{tg} \tau = 0;$$

— да закривљеност буде једнака нули:

$$K = \frac{1}{\rho} = 0;$$

— да је на крају прелазне кривине:

$$y = y_L; \quad \frac{dy}{dx} = \operatorname{tg} \tau_L,$$

а закривљеност једнака закривљености кружне кривине:

$$K = \frac{1}{R}.$$

Осим ова три захтева геометрије, постављају се још три или чак четири савремена захтева динамике вожње; да на почетку и крају прелазне кривине нема изненадног појављивања, односно ишчежавања сила и удара — бочних, вертикалних, па ни тангенцијалних, који се најмање осећају у возилу које се креће равномерном брзином.

Ако се узме приближна формула за везу између закривљености K и надвишења h , односно попречног нагиба h/s :

$$K = \frac{1}{RH} \cdot h = \frac{1}{A_R} \cdot h,$$

уместо вредности силе, односно убрза-

ња w , прираштаја силе, односно удара

$\frac{dw}{dt}$ и прираштај удара $\frac{d^2w}{dt^2}$ изра-

жених помоћу h у вертикалној равни они се могу изразити помоћу закрив-

љености $K = \frac{1}{\rho}$ у хоризонталној равни:

$$\begin{aligned} w &= V^2 \cdot \left[\left(K + \frac{a}{s} \cdot A_R \cdot \frac{d^2 K}{dl^2} \right) \cdot \vec{n} - \right. \\ &\quad \left. - \frac{a}{2} \cdot A_R \cdot \frac{d^3 K}{dl^3} \cdot \vec{\tau} + \frac{A_R}{2} \cdot \frac{d^2 K}{dl^2} \cdot \vec{z}_0 \right]; \\ \frac{dw}{dt} &= V^3 \cdot \left[\left(\frac{dK}{dl} + \frac{a}{s} \cdot A_R \cdot \frac{d^3 K}{dl^3} \right) \cdot \vec{n} - \right. \\ &\quad \left. - \frac{a}{2} \cdot A_R \cdot \frac{d^4 K}{dl^4} \cdot \vec{\tau} + \frac{A_R}{2} \cdot \frac{d^3 K}{dl^3} \cdot \vec{z}_0 \right]; \\ \frac{d^2 w}{dt^2} &= V^4 \cdot \left[\left(\frac{d^2 K}{dl^2} + \frac{a}{s} \cdot A_R \cdot \frac{d^4 K}{dl^4} \right) \cdot \vec{n} - \right. \\ &\quad \left. - \frac{a}{2} \cdot A_R \cdot \frac{d^5 K}{dl^5} \cdot \vec{\tau} + \frac{A_R}{2} \cdot \frac{d^4 K}{dl^4} \cdot \vec{z}_0 \right]. \end{aligned}$$

Из израза за силу, која је производ масе возила m и убрзања те-

жишта возила w , види се да ако се жели да на почетку и крају прелазне кривине буду једнаке нули центри-

фугална сила у правцу нормале $\vec{n}$, тангенцијална сила у правцу тангенте

$\vec{\tau}$ и вертикална сила у правцу $\vec{z}_0$, морају други и трећи изводи закривље-

ности K у тим тачкама да буду једнаки нули:

$$\frac{d^2 K}{dl^2} = 0; \quad \frac{d^3 K}{dl^3} = 0.$$

Из израза за удар $\frac{dw}{dt}$ види се да,

кад је на почетку и крају прелазне кривине и први извод закривљености K једнак нули;

$$\frac{dK}{dl} = 0,$$

нема бочних и вертикалних удара у тим тачкама. Остаје само вредност тангенцијалног удара, пропорционална четвртом изводу закривљености K . Услов:

$$\frac{d^4 K}{dl^4} = 0$$

требало би испунити на почетку и на крају прелазне кривине само за веома велике брзине механички вођених возила, јер се та вредност изражава у хиљадитим деловима вредности бочног удара.

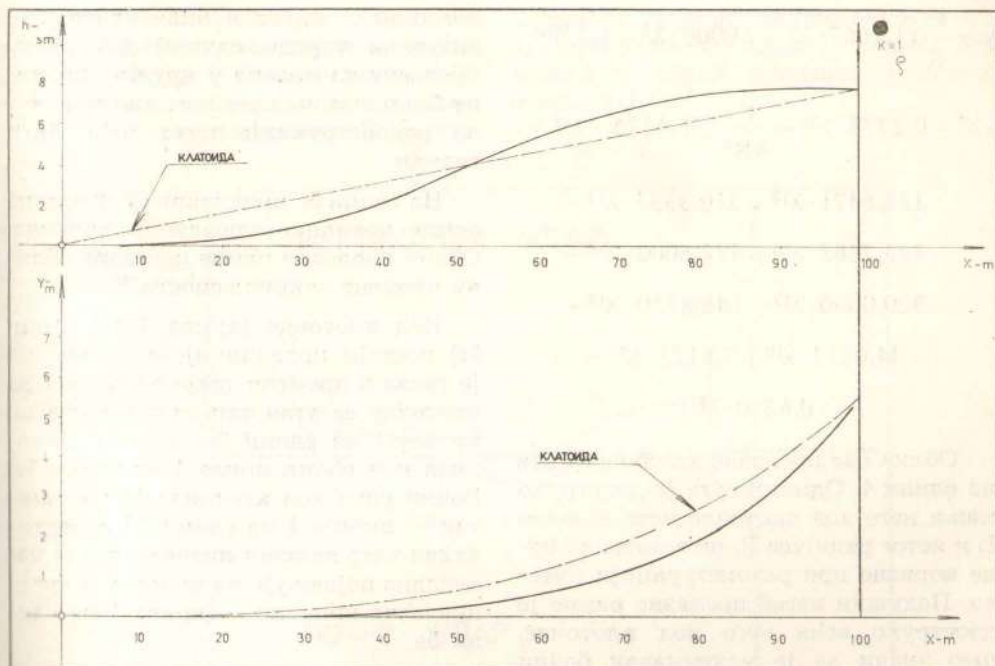
Значи, према савременим захтевима динамике вожње механички вођених возила довољно је да се испуне три услова на почетку и на крају прелазне кривине:

$$\frac{dK}{dl} = \frac{d^2 K}{dl^2} = \frac{d^3 K}{dl^3} = 0.$$

3. ОБЛЈК ПРЕЛАЗНИХ КРИВИНА

По дефиницији закривљеност K криве у равни једнака је промени угла тангенте τ на јединицу дужине лука l :

$$K = \frac{d\tau}{dl}.$$



Sl. 4

Осим тога, познато је да је:

$$\operatorname{tg} \tau = \sin \tau / \cos \tau = dy/dx = \frac{dy/dl}{dx/dl}.$$

Из ових односа следи да је:

$$\tau = \int_0^l K \cdot dl; y = \int_0^l \sin \tau \cdot dl; x = \int_0^l \cos \tau \cdot dl.$$

За праволинијску прелазну рампу (слика 4) постоји праволинијска промена закривљености K :

$$h = \frac{H}{L} \cdot l.$$

промени закривљености од-
тоида (слика 4).

ену, односно криволиниј-
лика 4) постоји и криво-
промена закривљености K .

4 приказана је једна пре-
која приближно задово-

љава потребне услове на почетку и крају прелазне кривине [2]:

$$h \cong H \cdot R \cdot K; K = \frac{1}{R} \cdot \left[35 \left(\frac{1}{L} \right)^4 - \right. \\ \left. - 84 \left(\frac{1}{L} \right)^5 + 70 \left(\frac{1}{L} \right)^6 - 20 \left(\frac{1}{L} \right)^7 \right].$$

Ако је:

$$\lambda = \left(\frac{1}{L} \right),$$

двоструким интегралењем добија се да је:

$$x = 1 - \frac{1^3}{2R^2} \cdot (4,4545 \cdot \lambda^8 - 16,3333 \cdot \lambda^9 + \\ + 25,8461 \cdot \lambda^{10} - 22,5000 \cdot \lambda^{11} + \\ + 11,3333 \cdot \lambda^{12} - 3,1250 \cdot \lambda^{13} + 1,4700 \cdot \lambda^{14})$$

$$\begin{aligned}
 y = \frac{l^2}{R} (1,1667 \cdot \lambda^4 - 2,0000 \cdot \lambda^5 + 1,2500 \cdot \\
 \cdot \lambda^6 - 0,2778 \cdot \lambda^7) - \frac{l^4}{6R^3} (21,4375 \cdot \lambda^{12} - \\
 - 122,6471 \cdot \lambda^{13} + 310,3333 \cdot \lambda^{14} - \\
 - 473,2368 \cdot \lambda^{15} + 472,5000 \cdot \lambda^{16} - \\
 - 320,0000 \cdot \lambda^{17} + 146,8750 \cdot \lambda^{18} - \\
 - 44,0217 \cdot \lambda^{19} + 7,8125 \cdot \lambda^{20} - \\
 - 0,6250 \cdot \lambda^{21}).
 \end{aligned}$$

Облик ове прелазне кривине дат је на слици 4. Одмак круга је двоструко мањи него код клотоиде исте дужине L и истог радијуса R , што може да буде корисно при реконструкцији путева. Подужни нагиб прелазне рампе је двоструко већи него код клотоиде, што значи да је максималан бочни удар двоструко већи, али се не појављује и не исчезава изненадно као код клотоиде на почетку и крају прелазне рампе.

Геометријски услови да одмак круга буде најмање 0,9 м ради оптичког вођења возила [4] ова прелазна кривина не задовољава, али задовољава услов да максимална ордината буде већа од 3,6 м. И поред тога, вријем по таквој прелазној кривини практично не би било одступања од тангенте све до половине дужине прелазне кривине, што значи да би се знатно перспективно скратила прелазна кривина. Због тога су неопходне другачије прелазне кривине, са већим ординатама на истој дужини L и за исти радијус R .

Осим тога, за неке тешке случајеве реконструкције путева потребне су прелазне кривине исте дужине L , за исти радијус R , али са још мањим одмаком круга. Код таквих прелазних кривина перспективно скраћење прелазне кривине биће још веће због ма-

лог одмака круга и биће неповољни визуелни утисци слични директном преласку из правца у кружну кривину без прелазне кривине, али трошкови реконструкције пута неће бити велики.

На слици 5с приказане су прелазне рампе неколико прелазних кривина. Облик прелазне рампе одговара облику промене закривљености K .

Код клотоиде (крива 1 на слици 5с) постоји праволинијска рампа, па је таква и промена закривљености. За клотоиду се угао тангенте τ мења по кривој 1 на слици 5b, а сама клотолида има облик криве 1 на слици 5а. Бочни удар код клотоиде је константан — линија 1 на слици 5d, а вертикалан удар великог интензитета се изненадно појављује на почетку и крају прелазне кривине — крива 1 на слици 5е.

За заобљену прелазну рампу унутар дужине L — крива 1а на слици 5с, клотоида је нешто мало коригована (крива 1а) на слици 5а. Максимална вредност бочног удара већа је него код клотоиде (крива 1а на слици 5d), али је вертикални удар мањи и појављује се и исчезава постепено (крива 1а на слици 5е).

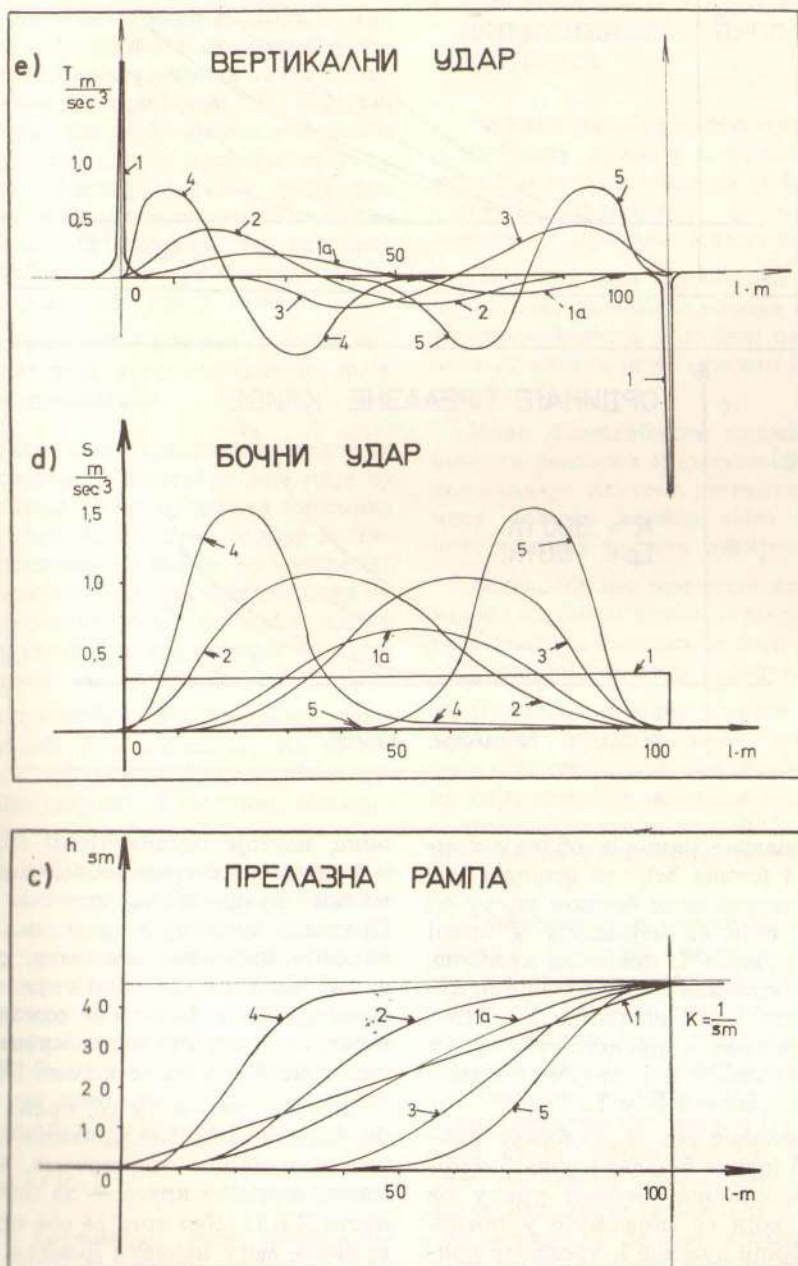
3.1 Нове флексибилне прелазне кривине

Према резултатима мерења [1], бочни удар на прелазној кривини треба да буде у границама од 0,5 до 2 m/sec³.

За дати радијус R кружне кривине и изабрану дужину L прелазне кривине постоји теоријски бесконачно много прелазних кривина, чије прелазне рампе (слика 5с) задовољавају услов да је максимални подужни нагиб рампе такав да бочни удар буде у границама од 0,5 до 2 m/sec³ и које задовољавају динамичке усло-

ве да на почетку и крају прелазне рампе постоји први, други и трећи извод функције $h(l)$, што значи и $K(l)$ једнак нули. Од облика прелазне рампе $h(l)$, односно кривине $K(l)$ која

изражава промену закривљености по дужини прелазне кривине (слика 5с) зависи и облик прелазне кривине (слика 5а).





За прелазне рампе у облику кривих 2 и 4 (слика 5с), где крива 4 одговара максималном бочном удару од 2 m/sec^3 који се појављују у првој трећини дужине L прелазне кривине, прелазне кривине имају велике ординате (криве 2 и 4 на слици 5а). Прелазна кривина 4 представља горњу границу ординате које се могу достићи за дате вредности R и L .

За прелазне рампе у облику кривих 3 и 5 (слика 5с), где крива 5 одговара максималном бочном удару од 2 m/sec^3 који се појављује у последњој трећини дужине L прелазне кри-

вине, постоје одговарајући облици 3 и 5 прелазних кривина (слика 5а), са малим вредностима одмака круга. Прелазна кривина 5 представља доњу границу ордината прелазне кривине са минималним одмаком круга за дате вредности R и L . Ако је одмак круга мањи од 2 cm , прелазна крива практично не може да се изведе [5].

Према томе, могу се, према потреби, бирати прелазне кривине са великим или малим ординатама, односно малим одмаком круга — за исте вредности R и L . Због тога се ове прелазне кривине могу назвати флексибилним.

Клотоида је посебан случај флексибилних прелазних кривина.

Флексибилне прелазне кривине са великим ординатама су оне чије су ординате веће од ордината клотоида исте дужине L за исти радијус R . Такве прелазне кривине су потребне ради бољег оптичког вођења возила, што је истакао и професор Д. Мацура, дипл. инж. Оне доприносе и лепшем изгледу тока трасе и потребне су увек када на краткој дужини треба постићи велике ординате прелазне кривине, као, на пример, на петљама ауто-путева — што је истакао и доцент Ј. Катанић, дипл. инж.

Ове прелазне кривине су нове јер, колико је познато, у литератури нису до сада предлагане.

Флексибилне прелазне кривине са малим одмаком круга су оне чије су ординате мање од ордината клотоида исте дужине L за исти радијус R . Такве прелазне кривине су потребне при реконструкцијама путева, када би веће ординате, односно већи одмак круга проузроковали велике трошкове грађења.

Ове прелазне кривине нису нове. Оне се већ употребљавају на железничким пругама у Јапану, Француској, Швајцарској, Шведској, Италији и другим земљама.

Флексибилне прелазне кривине 4 и 5 на слици 5а представљају горњу и доњу границу подручја у коме, према потреби, могу да се бирају различити облици, ординате и радијуси кругова прелазних кривина. Они имају исту дужину L и исти радијус R . Значи, за флексибилне кривине довољан само један параметар — одмак круга прелазне кривине:

$$\sqrt{R \cdot L}$$

дефинисао степен постепеног промена из правца у кружну кри-

вину већ треба нагласити и колики је параметар — одмак круга или максимална ордината прелазне кривине.

4. ПРЕДНОСТИ И НЕДОСТАЦИ ФЛЕКСИБИЛНИХ ПРЕЛАЗНИХ КРИВИНА

За дати радијус кружне кривине R и изабрану дужину L прелазне кривине практично може да се бира међу десетак различитих флексибилних прелазних кривина (слика 5а).

Свака од њих задовољава савремене захтеве динамике вожње и безбедности саобраћаја у знатно већој мери него клотоида исте дужине L за исти радијус R .

Нове флексибилне прелазне кривине са великим ординатама више задовољавају захтеве естетике и оптичког вођења возила него клотоиде исте дужине за исти радијус.

Флексибилне прелазне кривине са малим одмаком круга више задовољавају захтеве економије него клотоиде исте дужине за исти радијус.

Према томе, флексибилне прелазне кривине пружају веће могућности пројектантима при обликовању путева који треба да задовоље многобројне савремене захтеве динамике вожње и безбедности саобраћаја, естетике, економије итд.

Међутим, код флексибилних прелазних кривина постоји криволинијска прелазна рампа (слика 4 и 5с). Проблем је како правилно извести овакве рампе, јер попречни нагиб никада не сме да се мења без одговарајуће компензације у закривљености. Али, енглески стручњаци [1] тврде да, иако су попречни нагиб и закривљеност теоријски еквивалентни, у пракси се они доста разликују. Сваки возач може да запази промену у закривљености и зна шта то значи, док

само веома извезбано и пажљиво око може да примети промену у попречном нагибу.

Осим поменутог недостатка флексибилних прелазних кривина, не постоје ни таблице за њихово практично обележавање. Потребно би било више од годину дана тимског рада уз примену електронских рачунара да би се створиле ове таблице.

Један од најважнијих недостатака, бар за сада, је што би уместо једних таблица за обележавање клотоида и једног комплета клотоидних кривуљара пројектанти за флексибилне прелазне кривине имали 5 до 10 таблица и исто толико комплета кривуљара јер би за сваку вредност R и L било 5 до 10, а теоријски чак и бесконачно много прелазних кривина са различитим одмаком круга [3].

5. ЗАКЉУЧАК

У Правилнику за пројектовање траса и попречног профила јавних ванградских путева, у поглављу о прелазним кривинама, треба дозволити употребу и нових флексибилних прелазних кривина са нелинеарном променом закривљености и одговарајућом криволинијском прелазном рампом. Наиме, флексибилним прелазним

кривинама могу се више него клотоидама задовољити захтеви динамике вожње и безбедности саобраћаја, затим захтеви оптичког вођења возила, естетике и економије.

Дужина прелазних кривина треба да буде таква да бочни удар буде у границама од 0,5 до 2 m/sec^3 јер је доказано [1] да су предугачке прелазне кривине, са вредношћу бочног удара мањом од 0,5 m/sec^3 вишеструко штетне и опасне.

Практично правило за избор дужине прелазне кривине треба да буде такво да у прелазним кривинама буде $2/3$ укупне дужине кривине, а у дугачким кривинама само $1/3$.

Дозвољену брзину проласка кроз кривину не треба везивати за дужину прелазних кривина већ само за радијус кружне кривине.

Истраживања у области практичне примене нових флексибилних прелазних кривина, овде иницирана, треба наставити ради унапређења пројектовања савремених путева, као и реконструкција постојећих путева.

Ова истраживања је неопходно финансирати у зависности од процене вредности доприноса нових флексибилних прелазних кривина савременом пројектовању и грађењу аутомобилских путева.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Leeming, J. J.: „Road Curvature and Superelevation“ „Survey Review XXII, 167, jan. 1973.
- [2] Игњатић, Д.: „Прелазне кривине за савремене путеве и железнице“ „Техника“ — Наше грађевинарство, број 4—6, 1966.
- [3] Lorenz, E. H.: „Trassierung und Gestaltung von Strassen und Autobahnen“ Bauverlag GMBH, Berlin, 1971.
- [4] Маџура, Д.: „Примедбе на Нацрт правилника за пројектовање трасе и попречног профила јавних ванградских путева“ Комисија Друштва за путеве СР Србије, Београд, 1974.
- [5] Шахуњанц, Г. М.: „Железнодорожнуј пут“ Трансжелдориздат, Москва, 1961.

Светлана СТОЈАДИНОВИЋ, дипл. инж.

Могућност коришћења шљаке и летећег пепела из термоелектране „Какањ“ за израду слојева коловозне конструкције

Познато је да шљака и летећи пепео могу успешно да се користе у мешавинама са другим материјалима — цементом и кречом — за израду коловозних конструкција на путевима и да дају економичне и квалитетне материјале.

Испитивањима је доказано да су шљака и летећи пепео из Термоелектране „Какањ“ доброг квалитета, па су лабораторијски испитивани да би се утврдила могућност њиховог коришћења у различитим мешавинама за израду слојева коловозне конструкције.

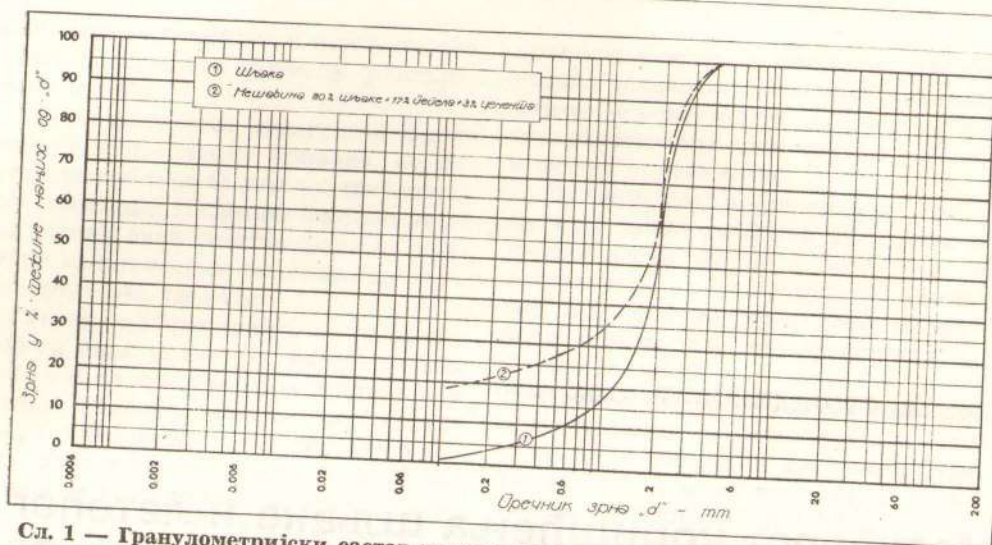
КАРАКТЕРИСТИКЕ УПОТРЕБЉЕНИХ МАТЕРИЈАЛА

Испитивање су коришћени шљака и летећи пепео из Термоелектране „Какањ“, шљунак из „Татићи“, сплитски це-

мент ПЦ 250 и хидратисани креч из Лазаревца.

За поједине материјале одређене су геомеханичке карактеристике, а за остале хемијски састав. Геомеханичке карактеристике одређене су за шљаку и шљунак у природном стању и за припремљене мешавине. Испитивања су обухватила одређивање гранулометријског састава, максималних запреминских тежина и оптималних садржина воде.

На слици 1 приказан је гранулометријски састав чисте шљаке (1) и мешавине шљаке, летећег пепела и 3% цемента (2). Види се да се додавањем летећег пепела и цемента мења гранулометријски састав шљаке, тј. повећава се садржина финих фракција, што је и логично с обзиром на природу и гранулометријски састав додатних материјала. Мешавина садржи зрна чији су пречници у интервалу од 0,1 mm до 4 mm.

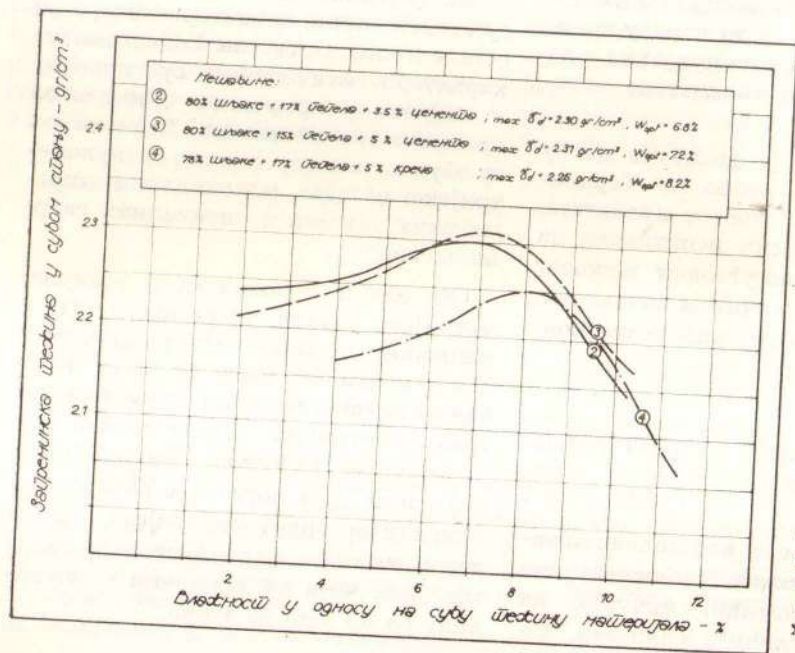


Сл. 1 — Гранулометријски састав шљаке и њених мешавина са летећим пепелом и цементом

Максималне запреминске тежине у сувом стању и оптималне садржине воде испитаних мешавина, шљаке и пепела са цементом и кречом одређене су по модификованом Прокторовом поступку збијања. Резултати

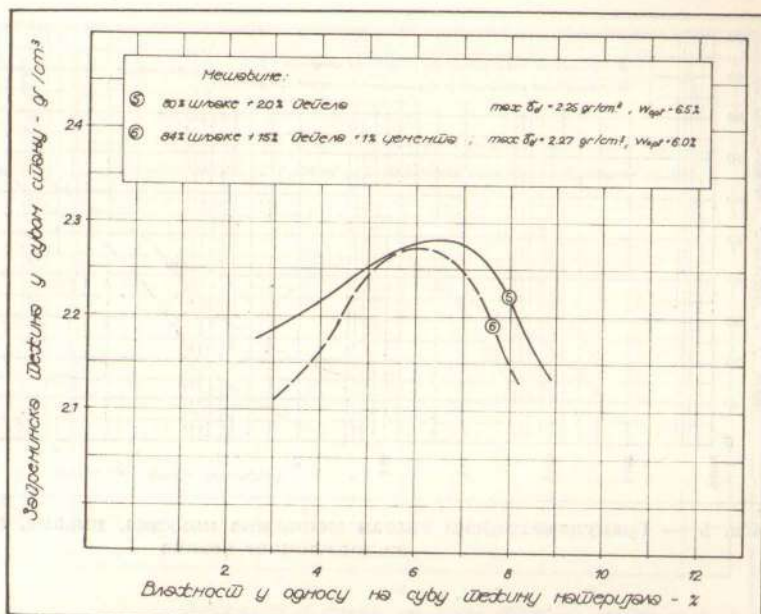
ових испитивања приказани су на сликама 2 и 3.

Приказани резултати показују да мешавина шљаке и летећег пепела има мање максималне запреминске тежине и оптималне садржине воде у



Сл. 2 — Проктонови дијаграми за мешање шљаке, летећег пепела и хидрауличких везива

Сл. 3 — Прокторови дијаграми мешавина шљаке и летећег пепела.

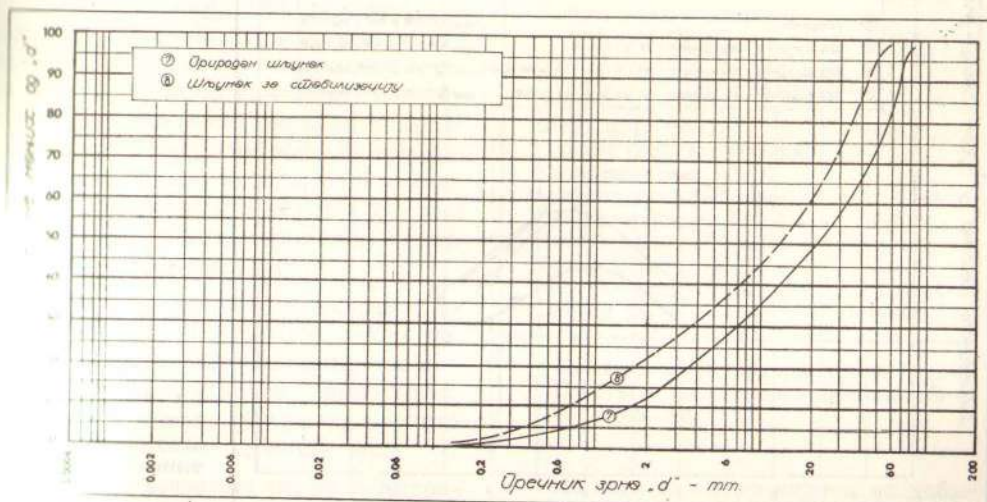


сувом стању од мешавина које садрже и цемент, а да се повећавањем садржине цемента повећавају и максимална запреминска тежина у сувом стању и оптимална садржина воде.

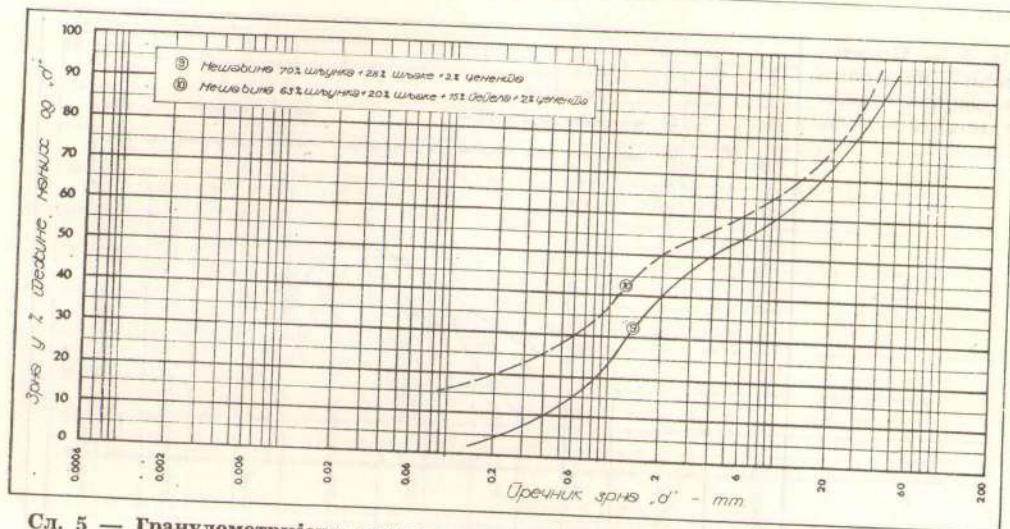
Код мешавина припремљених само са кречом није примећено повећа-

ње максималне запреминске тежине у сувом стању у односу на мешавине без креча, а регистровано је повећање оптималне садржине воде.

Поред гранулометријског састава шљаке, одређен је и грануломеријски састав шљунка из Шљункаре „Мули-



Сл. 4 — Гранулометријски састав употребљеног шљунка

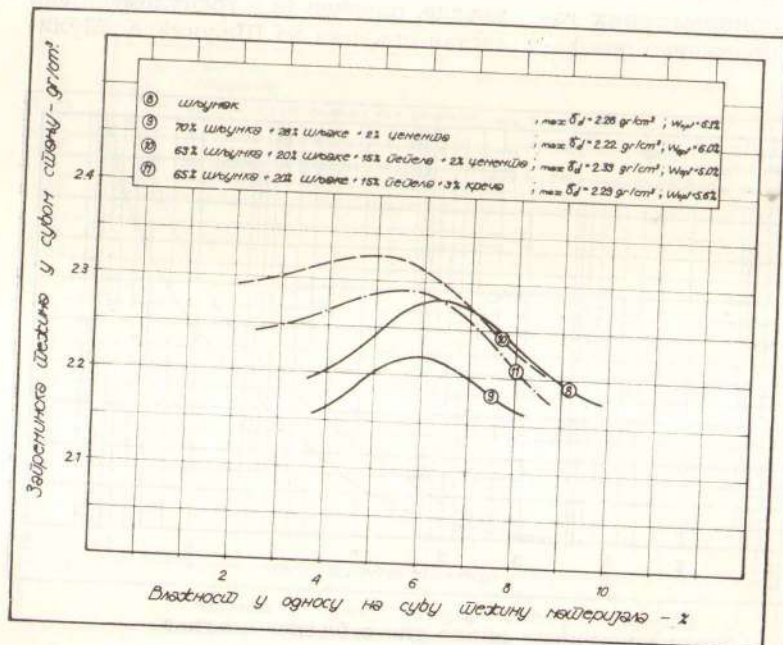


Сл. 5 — Гранулометријски састав мешавина шљунка, шљаке, летећег пепела и хидрауличког везива

ћи“ коришћеног при испитивању. На сликама 4 и 5 приказане су линије гранулометријског састава природног шљунка (7), с максималном величином зрна до 60 mm (8), мешавине шљунка, шљаке и цемента (9), као и шљунка,

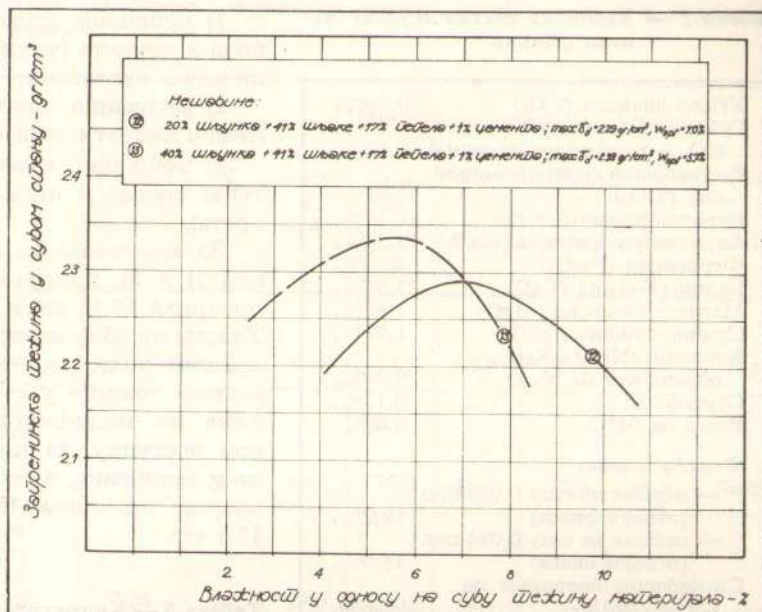
шљаке, летећег пепела и цемента (10). (Слике 4 и 5)

За ове мешавине одређене су и максималне запреминске тежине у сувом стању и њима одговарајуће оптималне садржине воде по модифико-



Сл. 6 — Прокторови дијаграми за шљунак и мешавине шљунка, летећег пепела и хидрауличких везива

Сл. 7 — Прокторови дијаграми за мешавине шљунка, шљаке, летећег пепела и цемента



ваном Прокторовом поступку збијања. Резултати ових испитивања приказани су на сликама 6 и 7.

Добијени резултати показују да шљунак помешан са шљаком и цементом има у сувом стању мању максималну запреминску тежину и мању оптималну садржину воде од природног шљунка. Међутим, када се тим мешавинама дода и летећи пепео, максимална запреминска тежина у сувом стању се повећава, а смањује се оптимална садржина воде.

Мешавине шљаке и шљунка са описаним кречом и летећим пепеома имају максималну запреминску тежину у сувом стању приближно као природни шљунак, а нешто мању оптималну садржину воде.

Шљаку, летећи пепео и хидрационални креч су хемијски састав приказани у табелама 1, 2 и 3.

Табела 1 — Хемијски састав шљаке из Какња

Влага на 98°C	0,08%
Растворљиви силицијум-диоксид (SiO_2)	33,67%
Нерастворљиви остатак	2,31%
Алуминијум-триоксид (Al_2O_3)	17,58%
Фериоксид (Fe_2O_3)	0,62%
Ферооксид (FeO)	6,97%
Гвожђе (Fe), елементарно	1,24%
Калцијум-оксид (CaO)	33,79%
Магнезијум-оксид (MgO)	1,99%
Сумпор-триоксид (SO_3)	0,07%
Натријум-оксид (Na_2O)	0,40%
Калијум оксид (K_2O)	0,46%
Манган-оксид (MnO)	0,26%
Сумпор (S)	0,41%

Испитивање је изведено према ЈУС Б.Цл.018, а постојаност запремине по ЈУС У.М9.010.

Као што се могло видети из добијених резултата, испитани узорак шљаке имао је постојану запремину.

Табела 2 — Хемијски састав летећег пепела „Какањ“

Угљен-диоксид (CO_2)	0,70%
Губитак жарењем (без воде, CO_2 и сагорљивих материја)	0,12%
Растворљиви силицијум-диоксид (SiO_2)	31,92%
Нерастворљиви остатак	16,34%
Алуминијум-триоксид (Al_2O_3)	12,34%
Фериоксид (Fe_2O_3)	8,03%
Калцијум-оксид (CaO)	25,96%
Магнезијум-оксид (MgO)	1,67%
Сумпор-триоксид (SO_3)	1,93%
Алкалије ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$), обрачунато на Na_2O	0,74%
Сумпор (S)	0,13%
Влага на 98°C	0,08%
Финоћа млива:	
— остатак на сити 0,063 mm (отвори окаца)	10,2%
— остатак на сити 0,044 mm (отвори окаца)	15,0%
Специфична површина по Блену (cm^2/g)	2,640,
Специфична тежина (g/cm^3)	2,72,
Чврстоћа (kp/cm^2):	
— савијање	24,4,
— притисак	87,5.

Испитивање је изведено према ЈУС Б.Ц1.018, Б.Ц1.023 и Б.Ц8.026. Испитани узорак летећег пепела одговара класи 50 квалитета пуцолана.

КАРАКТЕРИСТИКЕ ИСПИТАНИХ МЕШАВИНА

Изведена је серија лабораторијских испитивања и састављене су разне мешавине ради одређивања оптималних односа мешања, односно учешћа појединих материјала и потребне количине везива у мешавини у циљу постизања захтеваних карактеристика мешавина за поједине слојеве коловозне конструкције.

Испитивања су изведена са неколико врста мешавина, у разним односима појединих саставних материја (табеле 1 и 2):

1) мешавине шљаке, летећег пепела и цемента (укупно 7 врста у различитим односима);

2) мешавина шљаке, летећег пепела и хидратисаног креча (две врсте);

3) мешавине шљунка, шљаке, летећег пепела и цемента или креча (7 врста).

За мешавине од шљаке, наведене под 1) и 2), припремљени су узорци пречника 10,16 cm и висине 11,70 cm. Узорци су збијени при оптималној садржини воде, до максималне запреминске тежине у сувом стању одређене по модификованом Прокторовом поступку, за поједине материјале и мешавине, а за мешавине под 3) узорци пречника 15,2 cm и висине 12,5 cm.

Табела 3 — Хидратисани креч Предузећа „Димитрије Туцовић“ из Лазареваца

Губитак жарењем	0,12%
Силицијум-оксид	1,24%
Укупни оксиди (O_2)	0,68%
Калцијум-оксид (CaO)	95,53%
Магнезијум-оксид (MgO)	1,33%
Сумпор-диоксид (SO_2)	0,03%
Угљен-диоксид (CO_2)	0,69%
Слободни калцијум-оксид (CaO)	94,65%
Финоћа млива:	
— остатак на сити 0,59 mm	0,40%
— остатак на сити 0,074 mm	13,00%

Испитивање је изведено према ЈУС Б.Ц1.018.

РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА

Испитивање узорака, тј. одређивање чврстоће на притисак изведено је после 7 и 28 дана, с тим што је по један узорак пре испитивања излаган поступку влажења и сушења или циклусу мржњења и крављења. Преглед резултата добијених испитивањем за мешавине под 1) и 2) дат је у табели 4.

Табела 4 — Резултати испитивања мешавина шљаке, летећег пепела и хидрауличких везива

Ознака мешавине	Мешавина	Запре- минска тежина у сувом стању γ_d (g/cm ³)	Влаж- ност W %	Чврстоћа на притисак σ (kp/cm ²)					
				после 7 дана	после 28 дана	после потапања		после мржњења	
						7 дана	28 дана	7 дана	28 дана
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
а	80% шљаке + 20% летећег пепела	2,28	6,3	43,5	55,0	38,0	50,5	36,0	44,5
б	84% шљаке + 15% летећег пепела + 1% цемента	2,28	5,8	68,5	77,0	65,0	72,0	64,5	70,0
б ¹	89% шљаке + 10% летећег пепела + 1% цемента	2,26	5,5	29,0	63,0	—	—	—	—
ц	81% шљаке + 17% летећег пепела + 2,5% цемента	2,30	6,8	84,0	110,0	70,5	107,0	72,9	90,0
д	82% шљаке + 15% летећег пепела + 3% цемента	2,31	7,2	92,0	143,0	—	—	—	—
е	79% шљаке + 20% летећег пепела + 1% цемента	2,30	6,5	81,0	154,0	69,0	145,0	—	—
ф	80% шљаке + 15% летећег пепела + 5% цемента	2,31	7,2	142,0	157,0	—	—	—	—
	80% шљаке + 17% летећег пепела + 2,5% хидра- тисаног креча	2,25	7,8	49,0	81,0	40,0	68,0	39,7	65,0
	78% шљаке + 17% летећег пепела + 5% хидра- тисаног креча	2,25	8,2	56,0	102,0	—	—	—	—

Вредности чврстоћа на притисак испитаних мешавина показују да мешавине шљаке и летећег пепела у односу 80% : 20% имају велике чврстоће, а да мешавине шљаке и летећег пепела у односу 84% : 15% уз додатак 1% цемента имају још веће чврстоће. При повећању садржине цемента у мешавини константован је нагли пораст чврстоћа на притисак. Из приказаних резултата се, исто тако, може закључити да је мешавинама потребно додати од 15% до 20% летећег пе-

пела да би се постигли задовољавајући резултати и да мешавине са 10% додатог летећег пепела имају знатно мање чврстоће.

Поред одређивања чврстоће на притисак узорака под нормалним условима, одређене су и чврстоће на притисак узорака после циклуса влажења и сушења и мржњења и кривљења.

Чврстоће на притисак узорака потопљених у води у периоду од 7 дана, у односу на чврстоће на притисак

Табела 5 — Резултати испитивања мешавина шљунка, шљаке, летећег пепела и хидрауличких везива

Ознака мешавине	Мешавина	Запремин- ска тежина у сувом стању γ_d (g/cm ³)	Влажност W %	Чврстоћа на притисак σ (kp/cm ²)	
				После 7 дана	После 28 дана
1	2	3	4	5	6
и	70% шљунка + 28% шљаке + 2% цемента	2,18	8,0	20,0	29,0
ј	70% шљунка + 26% шљаке + 4% цемента	2,19	8,0	28,0	38,0
к	63% шљунка + 20% шљаке + 15% летећег пепела + 2% цемента	2,22	6,5	68,0	83,0
л	65% шљунка + 17% шљаке + 15% летећег пепела + 3% хидратисаног креча	2,20	6,0	41,0	53,5
м	40% шљунка + 41% шљаке + 17% летећег пепела + 2% цемента	2,28	6,2	95,0	115,0
н	20% шљунка + 62% шљаке + 17% летећег пепела + 1% цемента	2,29	7,0	51,5	67,0
о	20% шљунка + 62% шљаке + 18% летећег пепела	2,25	7,2	28,5	36,5

непотопљених узорака, дају индексе влажења и сушења 0,84 до 0,95. Узорци излагани циклусу мржњења и крављења показали су се углавном отпорни на мраз јер су добијени индекси мржњења и крављења 0,81 до 0,94. На основу добијених података утврђено је да мешавине са додатком цемента нису осетљиве на утицај влажења и сушења и мржњења и крављења, јер су индекси влажења и мржњења већи од минимално захтеване вредности (0,8). Једино мешавине шљаке и летећег пепела са додатком хидратисаног креча нису отпорне на утицај влажења и мржњења.

За мешавине од шљунка, наведене под 3), такође је одређивана чврстоћа на притисак после 7 и 28 дана. Резултати добијени испитивањем приказани су у табели 5.

Резултати испитивања показују да мешавине са шљунком и цементом имају мање чврстоће на притисак од мешавина које садрже и летећи пепео.

Мешавине са само 20% шљунка и 1% цемента, уз додатак шљаке и летећег пепела, постижу велике чврстоће на притисак. Мешавине шљунка са шљаком и летећим пепелом без цемента (мешавина 0) такође постижу задовољавајуће чврстоће на притисак. Ово потврђује да летећи пепео има пуцоланска својства и да, чак и без додатка хидрауличних везива, мешавине очвршћавају на задовољавајући начин.

Изведеним лабораторијским испитивањима и анализама утврђене су могућности коришћења шљаке и летећег пепела из Термоелектране „Бикањ“ при грађењу пута — за изградњу тупа пута и појединих слојева коловозних конструкција.

Хемијска испитивања су показала да су шљака и летећи пепео састављени од калцијум-оксида и силици-

јум-диоксида, да је шљака постојане запремине а летећи пепео одговара класи 50 квалитета пуцолана.

Испитивани узорци шљаке састављени су од зрна пречника 0,1 mm до 4 mm. Додавањем летећег пепела шљаци мења се њен гранулометријски састав, тј. повећава се садржина финих фракција.

Испитивањем мешавина шљаке и летећег пепела постигнуте су велике вредности максималних запреминских тежина у сувом стању по модификованом Прокторовом поступку. Ако се таквим мешавинама дода још и цемент, њихова запреминска тежина даље се повећава. Мешавине са додатком креча нису показале повећање запреминске тежине мешавине у сувом стању.

Мешавине шљаке и летећег пепела (без цемента) могу се користити за изградњу доњег строја путева у односима 90% : 10% или 80% : 20%.

Мешавине шљаке и летећег пепела у односу 83% : 17% или 80% : 20% могу се користити за изградњу доњих носећих слојева коловозних конструкција за лаки саобраћај. Носећи слојеви израђени од ових мешавина треба да износе најмање 20 cm.

Мешавине шљаке и летећег пепела у односу 84% : 15% или 81% : 17%, уз додатак од 1% до 2% портланд-цемента, могу се користити за изградњу доњих и горњих носећих слојева коловозних конструкција путева за тежак саобраћај у дебљинама од 20 cm до 30 cm, с тим што дебљину застора треба одредити за сваки поједини случај (у зависности од врсте и значаја пута, као и стварне величине саобраћајног оптерећења). Коловозни застор треба да је од асфалтних слојева.

Све мешавине шљаке и летећег пепела, са цементом и без њега, нису показале осетљивост на влажење, сушење, мржњење и крављење.

Међутим, мешавине шљаке и летећег пепела са додатком хидротисаног креча нису отпорне на влажење и мржњење, па се не препоручују за израду носећих слојева коловозних конструкција.

Мешавине припремљене од шљунка, шљаке, летећег пепела и цемента у односима 20% шљунка, 62% шљаке и 18% летећег пепела могу се користити за израду тупа пута и доњег носећег слоја коловоза конструкције. Исте мешавине, уз додатак 1% цемента, могу да се користе и за израду горњих носећих слојева коловозних конструкција. И мешавине са 2% до 3% хидратисног креча задовољавајуће су за наведене слојеве.

Мешавине шљунка, шљаке и цемента (без летећег пепела) имају знатно мање чврстоће на притисак, што потврђује да летећи пепео има пуцоланска својства, па мешавине и без додатка хидрауличких везива очвршћују на задовољавајући начин. Најбољи резултати добијају се додатком од 15% до 20% летећег пепела.

ЗАКЉУЧАК

На основу резултата изведених испитивања закључено је да се мешавине шљаке и летећег пепела са додатком хидрауличких везива или без њих могу користити као материјали за израду доњег строја путева, а такође и за израду појединих слојева коловозних конструкција. Примена ових материјала биће значајна при побољшавању носивости тла у постелици када ступе на снагу нови прописи за димензионирање коловозних конструкција, који ће захтевати већу носивост тла у постелици коловозне конструкције ($CBR = 10\%$).

Важно је, међутим, напоменути да је успех ових мешавина везан за правилно дозирање појединих материјала, прописано уграђивање и стриктно спровођење контролних испитивања у току грађења, као и обављање детаљних претходних испитивања ради утврђивања најповољнијих мешавина појединих материјала.

Слободан ЗЛАТКОВИЋ, виши техн.

Збијање вибрационим ваљком насипа од песковитог материјала у слојевима веће дебљине

УВОД

При пројектовању прелаза преко Дунава код Батине предвиђено је да се на делу пута број 147 од Бездана до Дунава (0+000 km до 1+850 km) као труп будућег прилаза на мост искористи постојећи одбрамбени насип, израђен за потребе водопривреде.

Постојећи насип израђен је 1973. године рефулирањем песка дунавца (висине 5 до 11 m, са ширином у круни 9 до 11 m), па је било неопходно да се испитују могућности његовог коришћења с обзиром на квалитет и могућности израде — постављања коловозне конструкције пута.

Потребна испитивања обавио је Институт за испитивање материјала СР Србије, а резултати лабораторијских и теренских испитивања, као и стечено искуство при изради пробног насипа и допунског збијања насипа приликом су у овом раду.

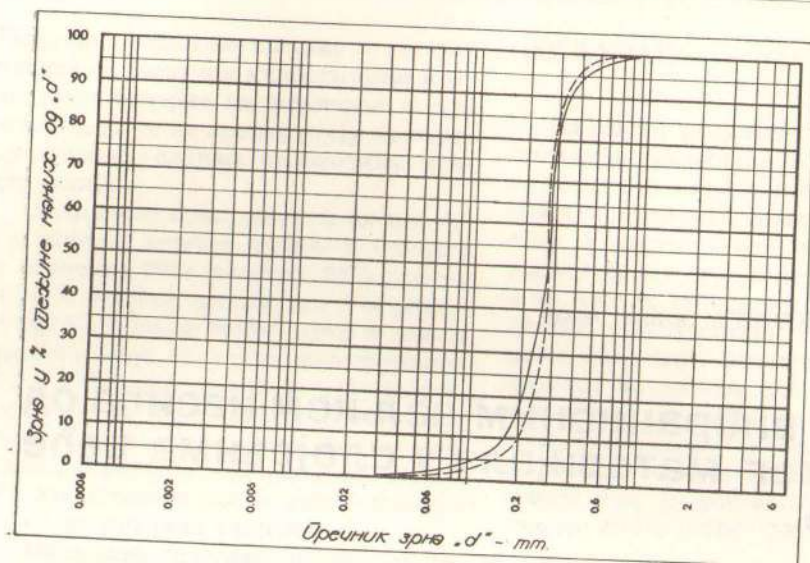
РЕЗУЛТАТИ ПРЕТХОДНИХ ИСПИТИВАЊА

На основу испитивања геомеханичких карактеристика песковитог мате-

ријала уграђеног у насип и материјала предвиђеног за уграђивање на новом делу насипа (гранулометријски састав, карактеристике збијања итд., приказани на сликама 1 и 2), као и теренских испитивања збијености и влажности материјала у насипу изведени су одговарајући закључци о квалитету постојећег насипа и потребним мерама за санацију, односно поправку постојећег стања.

Копањем сондажних јама до дубине 1,5 m од површине постојећег насипа констатовано је да је гранулометријски састав песковитог материјала прилично уједначен пошто линије гранулометријског састава леже у релативно уском подручју (слика 1).

Истовремено је констатовано да су влажност и збијености материјала на различитим дубинама од површине врло разнолике и неуједначене и да се знатно смањују идући од површине ка нижим деловима. Степени збијености одређени успостављањем односа између запреминских тежина (у сувом стању) материјала у насипу (γ_d) и максималних запреминских тежина одређених по стандардном Прокторовом поступку (γ_{dmax}) крећу се на



Сл. 1 — Линије гранулометријског састава песковитог материјала уграђеног у насип

појединим местима од 80% до 98,5%, зависно од дубине испитиваног слоја и положаја испитаног места у насипу.

Степени збијености одређени на појединим дубинама и местима испитивања показани су на слици 7, а средње вредности, срачунате на основу свих резултата, зависно од дубине испитиваног места од површине насипа (приближно површина постељице новог пута) су:

— на дубини 0,40 m од површине 90,6%,

— на дубини 0,90 m од површине 89,4%,

— на дубини 1,50 m од површине 87,6%.

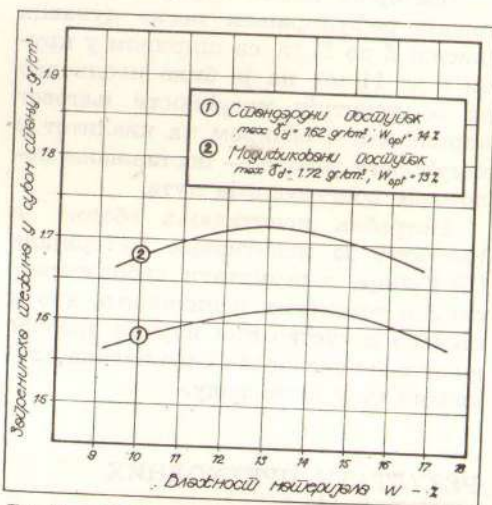
С обзиром на недовољну збијеност материјала у завршном делу насипа (наметнула се потреба), било је неопходно извести допунско збијање материјала до потребне дубине и жељеног степена збијености од 100% у односу на максималну збијеност по стандардном Прокторовом поступку.

За реализацију постављеног циља постојале су две могућности:

а) уклањање површинског дела насипа у слоју од најмање 0,30 m, збијање материјала у нижем слоју до

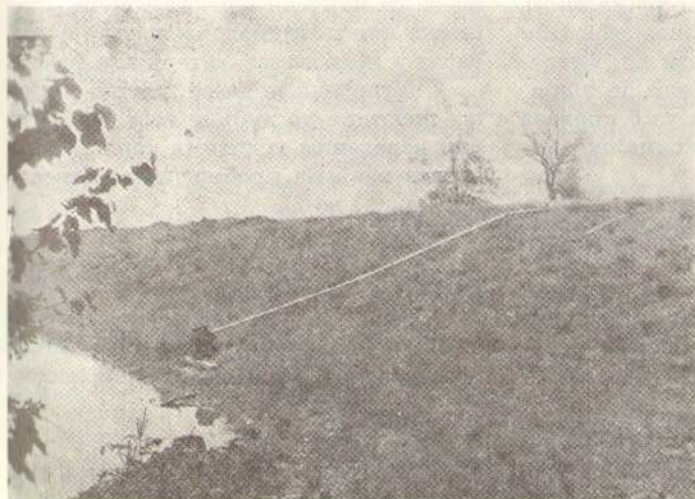
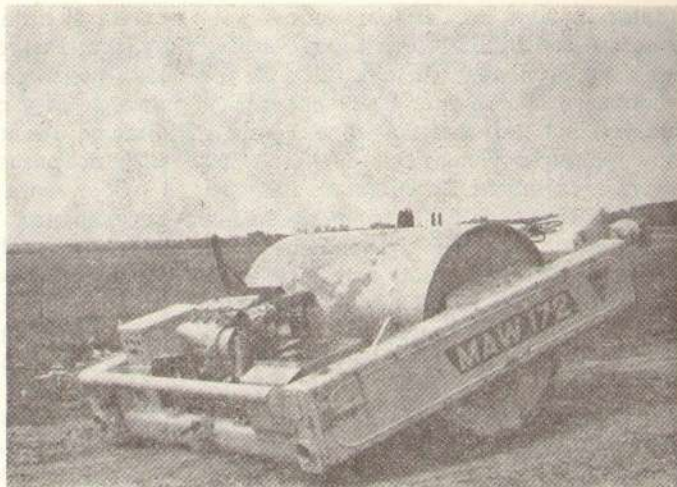
захтеваног степена збијености, враћање уклоњеног материјала и његово збијање у слојевима до пројектом предвиђене висине постељице;

б) допунско збијање материјала у постојећем насипу квашењем материјала и коришћењем тешког вибрационог ваљка, без уклањања до сада изграђених слојева.



Сл. 2 — Карактеристике збијања песковитог материјала одређене по стандардном (1) и модификованом Прокторовом поступку (2)

Сл. 3 — Вучени вибрациони ваљак АВГ, тип МА W 172/S



Сл. 4 — Изглед постојећег одбрамбеног насипа и пумпе којом је прпљена вода из Дунава за квашење песковитог материјала

С обзиром на кратак уговорени рок за обављање радова и израду пута (период август — новембар 1974. године), недостатак потребне механизације за транспорт и уграђивање песковитог материјала, тешкоће око креирања механизације по песку и немогућност да се на релативно малој површини постојећег насипа организују скидање, транспорт, депоновање и равање материјала након збијања сваког слоја, усвојено је решење (д б).

ИЗРАДА ПРОБНОГ ПОЉА

Да би се исплатиле могућности збијања постојећег насипа на већој дубини и одабрао најповољнији уређаји за збијање, односно ефекат збијања по дубини зависно од одабраног технолошког поступка, изведена су претходна испитивања на пробном пољу дужине 150 m.

1. Проучавањем расположивих уређаја за збијање констатовано је да би за наведену сврху најбоље одговарао

вучни ваљак са вибрационим дејством ABG W 172/S, статичке тежине 6,3 тоне, приказан на слици 3. Снага мотора је 56 KS при 2.000 обртаја у минути, а максимална фреквенција при вибрирању постиже се при 1.800 обртаја у минути. Брзина кретања при раду су од 1,2 до 2,4 km/час, потребна снага вучне машине у зависности од материјала и дебљине слоја који се збија је од 45 до 75 KS, а максимална ширина збијања ширина точка је 1,90 m (пречник точка цилиндра за збијање је 1,45 m).

2. Ефекат збијања испитиван је после 6 и 8 прелаза ваљка по истом слоју, при чему је констатовано да се при повећању броја прелаза преко 6 (који се може сматрати оптималним), дејство збијања не повећава; чак се и смањује, будући да долази до растресања материјала. Због тога је збијање материјала обављено уз 6 прелаза ваљка по слоју, при максималној вибрацији.

3. Квашење материјала ради постизања оптималне влажности неопходне за збијање стварало је знатне проблеме пошто уобичајени поступак квашења (поливање слоја водом из Дунава, која је пумпом црпена и воденим шпркочима наносена на слој —

слика 4) није дао задовољавајући резултат. Разлог за неуспех је што су јаки водени млазеви носили песковит материјал у подужном и у попречном смислу, а и квашење се обављало само у површинском делу слоја.

Због тога се приступило изради касетираних површина — касета у које је довођена вода све док није било обезбеђено њено продирање до жељене дубине. Димензије касетираних површина насипа биле су од 20 до 30 m, у продужном смислу, док су у попречном смислу захватале целу ширину насипа. Квашење је обављено све док песковити материјал није био потпуно засићен на целој дубини збијања, јер је испитивањем констатовано да се најбољи ефекат збијања постиже при потпуном засићењу — на тапању песковитог материјала водом.

4. Утврђено је да се дејство збијања простире до дубине веће од 1,5 m при наведеним условима коришћеним у току збијања пробног поља наведеним под 1) до 3).

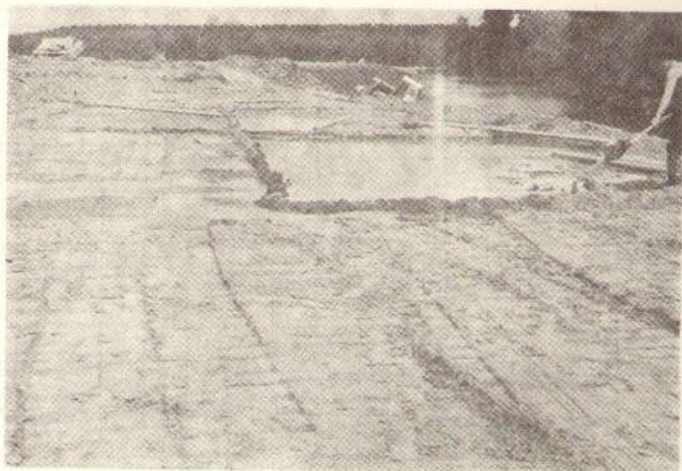
РЕЗУЛТАТ ЗБИЈАЊА

На основу испитивања обављених после опита збијања мерењем пости-



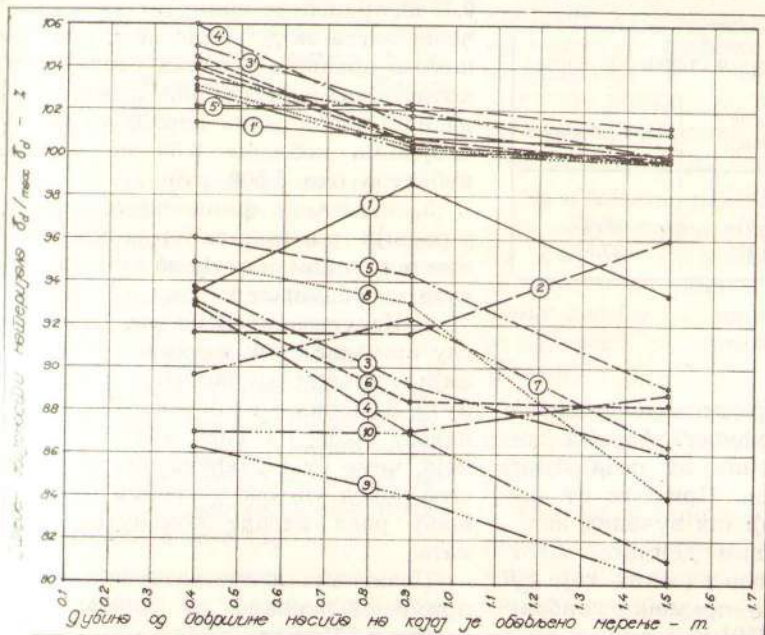
Сл. 5 — Изглед дела насипа после скидања материјала до предвиђене дубине и израда касета за воду ради квашења материјала

Сл. 6 — Детаљ касете испуњене водом

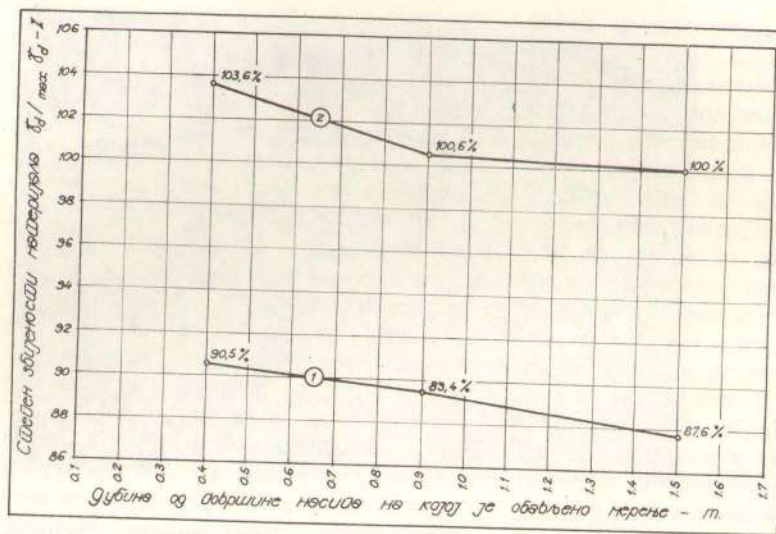


местима као и пре збијања констатовано је знатно повећање збијености песковитог материјала до испитиване дубине од 1,5 m. Констатовано је да се постигнути степени збијености материјала одређени на дубинама 1,0 m налазе у интервалу од 100 до 106%, а на већим дубинама до 1,5 m, од 99,5 до 102,3%, као што се види са слике 7.

Упоређење постигнутих степена збијености материјала у напису, на различитим дубинама и карактеристичним местима одабраним за испитивање, пре и после обављеног збијања, долази се до закључка о успешности обављеног посла на сваком од одабраних места, без обзира да ли се упоређују појединачни резултати или



Сл. 7 — Степени збијености одређени испитивањем на одабраним местима — пре збијања вибрационим ваљком (1 до 10) — после квашења и збијања вибрационим ваљком (1' до 10')



Сл. 8 — Средње вредности степена збијености одређене испитивањем материјала у насипу на одабраним дубинама:

(1) пре збијања
(2) после квашења и збијања вибрационим ваљком

средње вредности одређене рачунски за поједине дубине на којима су обављена мерења (слике 7 и 8). Средње вредности степена збијености одређене мерењем на појединим дубинама приказане су у таблици.

Дубина у односу на површину слоја (m)	Постигнути степен збијености	
	После збијања	Пре збијања
0,40	103,6%	90,6%
0,90	100,6%	89,4%
1,50	100,1%	87,6%

ЗАКЉУЧЦИ

1. Применом предложеног решења потврђена је могућност збијања дебљих слојева насипа од песковитог материјала-дунавца. При том су дебљине слојева збијених вученим ваљком са вибрационим дејством ABG W 172/S знатно веће од оних које су до тада постигнуте применом вибрационе плоче.

2. Финансијски ефекат је врло значајан јер је примењеним поступком уштеђено око 600.000,00 динара (у односу на првобитно предложено решење којим је било предвиђено скидање материјала у слоју дебљине 0,30 m, транспорт скинутог до предвиђеног места за депоновање и поновно његово враћање у насип после претходно обављеног збијања нижег слоја насипа, као и даља израда насипа у слојевима дебљине 0,30 m, укупна кубатура око 5.500 m³).

3. Знатне су финансијске уштеде у режији градилишта јер је примењеним поступком омогућено завршавање пута у предвиђеном року.

4. Искуства стечена на овом послу примењена су касније и на санацији и изради одбрамбеног насипа на путу Кањижа — мост на Тиси и на навозу бране на Тиси код Новог Бечеја, чиме су уштеђена знатна средства поред уштеде у времену и скраћењу рока израде поменутих објеката.

Позитивна искуства стечена су и применом ваљака са вибрационим дејством „Bomag“.

Слободан ГЕОРГИЈЕВ, дипл. инж.

Нова саобраћајница Скопље - Охрид

1. УВОД

Прошле године завршене су две деонице Западног пута кроз Македонију које повезују Скопље са Охридом. То су деонице од Скопља до Тетова и од Кичева до Св. Разма (Охрид), укупне дужине око 95 километара.

На овај начин раздаљина од Скопља до највећег туристичког места у СР Македонији, Охридског језера, скраћена је за 80 километара у односу на правац Битоља, а за око 30 километара у односу на путни правац преко Мавровског језера и Дебра.

Будући да је овај пут истовремено најмодернија саобраћајница изградња у СР Македонији, његовим завршетком није само скраћена путна раздаљина већ и само путовање предвиђа угодан доживљај.

У економском погледу пут је од великог значаја за крајеве кроз које пролази (град Кичево, области Копан-

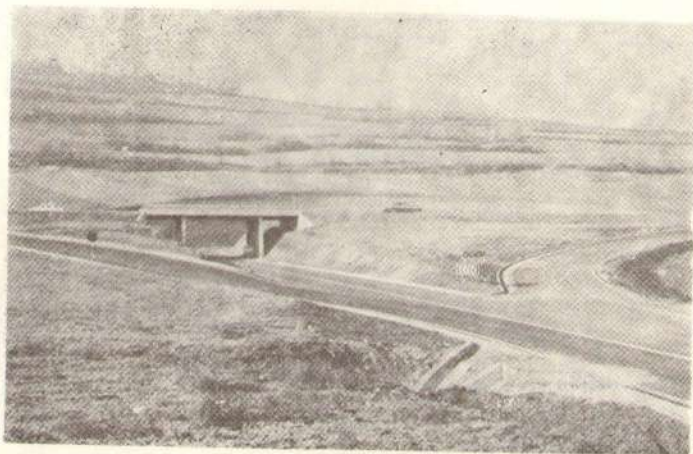
чија и Дебарца) јер обезбеђује њихов даљи економски развој.

За деоницу од Скопља до Тетова пројекат су израдиле пројектантске организације грађевинских предузећа „Пелагонија“ и „Гранит“ из Скопља, док је за деоницу од Кичева до Охрида пројекат израдио Завод за пројектовање „Траса“ из Београда.

За извођење радова била је расписана међународна лицитација. Обавила су их грађевинска предузећа „Гранит“ и „Бетон“ из Скопља. Мањи део (око 15 километара) урадио је „Бетон“, а остало је изградио „Гранит“.

Асфалтне радове на свим деоницама извело је Грађевинско предузеће „Ауто-пут“.

Радови су започети у пролеће 1972. године, а завршени у лето 1975. године, док је последња деоница — од Скопља до Тетова — технички примљена у новембру 1975. године.



Сл. 1 — Изглед петље „Матка“, са потпутњак-ом за прикључак на 1+700 км



Сл. 2 — Деоница пута Скопље — Тетово код петље „Групчин“, на 17+000 км

2. ДИСПОЗИЦИЈА ЗАПАДНОГ ПУТА

Деоница новог пута од Скопља до Тетова започиње у предграђу Скопља, „Сарају“, прелази реку Вардар (слика 7) и иде паралелно са старим путем, потпуно новом трасом, остављајући стари пут мешовитом саобраћају. Нови пут се укршта са старим путем ван нивоа на два места.

На путу је изграђено и пет прикључака ван нивоа:

— петља за рекреациони центар Метку (слика 1);

— петља за село Групчин (слика 2);

— петља за село Желино;

— две петље на заобилазном путу око Тетова.

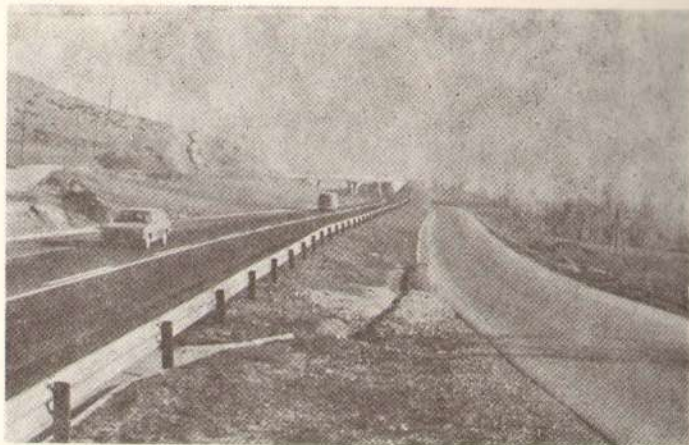
Западни пут обилази Тетово и иза њега се укључује на постојећи пут Тетово—Гостивар.

У току је и изградња обилазног пута око Гостивара, којим ће Западни пут бити дефинитивно завршен и комплетиран.

Деоница Западног пута до Кичева изграђена је раније.

Од Кичева до Св. Разма (Охрид) траса Западног пута поклапа се углавном са трасом постојећег макадамског пута, али има сасвим нова ре-

Сл. 3 — Деоница пута Скопје — Тетово, потез на 4+000 км, са натпутњаком код села Глумова и постојећим путем који служи локалном саобраћају



Сл. 4 — Деоница пута Скопје — Тетово, потез на 11+000 км, поглед према Тетову

шења трасе у хоризонталном и вертикалном смислу.

Од Кичева до села Извора пут иде долином реке Треске. Од Извора до планинског превоја „Пресек“ (на 1.100 метара надморске висине) пут је пројектован као падинска траса, а одатле се пружа долином реке Сатеске, до обале Охридског језера.

У погледу хоризонталног вођења (полагања) трасе ове деонице се разликују.

Деоница од Скопља до Тетова вођена је тако да омогућава минималне брзине од 80 километара на час. Коловоз има две саобраћајне траке, укупне

ширине 7,70 метара. Банкине су широке 1,5 метара и израђене од гранулираног дробљеног каменог агрегата величине 0/50 mm (од нивоа постелице до површине коловоза).

Максимални нагиб нивелете у пројектованом смислу не прелазе 3 одсто.

На деоници од Кичева до Охрида избором погодних елемената трасе омогућено је постизање минималне брзине од 60 километара на час.

У равничарском делу коловоз је широк 7,70 метара, а у брдовитом терену 6,70 метара. На успонима са подужним нагибом 6 одсто и већим изграђена је трећа саобраћајна трака



Сл. 5 — Деоница пута
Скопље — Тетово, по-
тез на 13+800 км, по-
глед према Тетову



Сл. 6 — Деоница пута
Скопље — Тетово код
места Карполак, на
14+110 км, са десне
страни постојећег пута
који служи локалном
саобраћају

за спора возила. На таквим потезима пута ширина коловоза је 9,25 метара. Банкине, ширине 1,5 метара такође су стабилизоване, израђене у целини од дробљеног каменог агрегата величине 0/50 mm. На неким потезима пута израђене су банке ширине 0,7 метара, са зазором од битуменом обавијеног дробљеног каменог агрегата (везни слој) и од крупног асфалтног бетона (хабајући слој дебљине 3 cm).

Максимални нагиби нивелета у подужном смислу на овој деоници пута износе 6 одсто.

Неколико карактеристичних потеза пута приказано је на сликама 3 до 6 на којима је, поред начина вођења

трасе, приказан и положај постојећег старог пута, који је остављен мешовитом и локалном саобраћају.

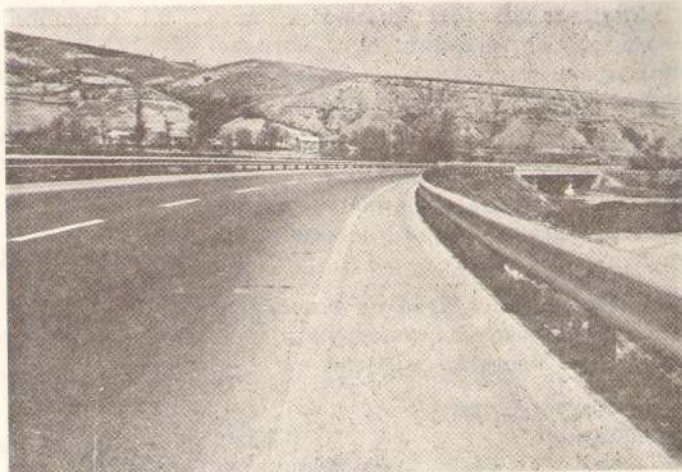
3. ОБЈЕКТИ

На обе деонице израђено је више армиранобетонских објеката, од којих неколико значајних:

— два армиранобетонска моста преко Вардара, од којих је први приказан на слици 7;

— четири већа вијадукта код села Извора, по систему континуалних греда на четири и пет поља, са витким средњим стубовима.

Сл. 7 — Деоница пута Скопје — Тетово, по-тез на 0+650 км, са мо-стом преко Вардара, поглед према Скопљу



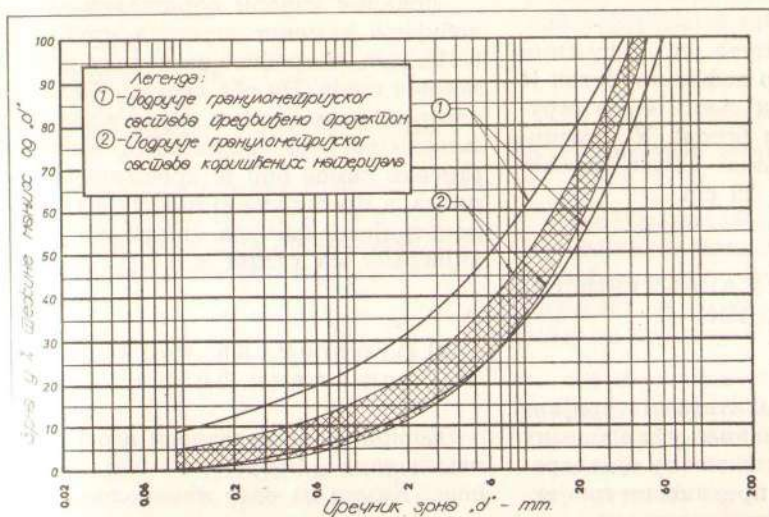
Значајно за ове вијадукте је да су сви у кривини, у продужном нагибу од 6 одсто и што преко њих прелази и трећа трака за спора возила, тако да је само коловоз на њима широк 9,25 метара. Вијадукти имају просечан распон од 90 метара.

4. КОЛОВОЗНА КОНСТРУКЦИЈА

Структуре коловозне конструкције на појединим деоницама међусобно се разликују.

1. Коловозна конструкција на деоници пута од Скопља до Тетова састоји се од слојева следећих дебелина:

- асфалтни бетон 3,5 cm;
- битуменом обавијени делимично дробљени шљунак величине 0/31,5 mm, у два слоја дебелине 2×5 cm;
- доњи носећи слој (тампон) од дробљеног каменог агрегата величине 0/50 mm у слоју дебелине 40 cm.



Сл. 8 — Подручја гранулометријског састава материјала за доњи носећи слој (тампон) коловозне конструкције предвиђене пројектом (1) и стварно коришћених материјала (2)

Укупна дебљина коловозне конструкција на потезима пута изграђеним преко постељице од кохезивног ситнозрнастог материјала је 58,5 cm.

У каменитим и стеновитим усецима дебљина тампонског слоја је на 20 cm, па укупна дебљина коловозне конструкције на таквим деловима пута износи 38,5 cm.

2. На деоници пута од Кичева до Охрида коловозна конструкција се састоји из следећих слојева:

- асфалтни бетон
дебљине 3,5 cm;
- битуменом обавијени
дробљени камени агрегат
величине 0/31,5 mm,
у два слоја дебљине 2×7 cm;
- доњи носећи слој
од дробљеног каменог
агрегата величине
0/50 mm, у слоју де-
бљине 40 cm.

Према томе, укупна дебљина коловозне конструкције на потезима пута израђеним преко постељице од ситнозрног кохезивног материјала износи 57,5 cm.

На потезима пута са подужним нагибом од 6 одсто асфалтни бетон је израђен у слоју дебљине 4 cm (крупнозрни асфалтни бетон). У каменитим усецима дебљине доњег носећег слоја (тампона) је 20 cm.

5. КВАЛИТЕТ И КАРАКТЕРИСТИКЕ КОРИШЋЕНИХ МАТЕРИЈАЛА

При оцени квалитета материјала и њиховог уграђивања у коловозну конструкцију коришћени су одговарајући критеријуми предвиђени пројектом или важећим стандардима.

5.1. Основни материјали

а) Битумен

Употребљавао се албански битумен 80/100 следећих карактеристика:

- ПК 43,9°C,
- пенетрација $148 \times 1/10$ mm,
- растегљивост изнад 100 cm,
- тачка лома 28°C,
- специфична
тежина $1,047 \text{ g/cm}^3$,
- садржај пе-
пела 0,43% по тежини,
- нерастворљиви
састојци 0,37%.

б) Камено брашно

Употребљено је камено брашно, произведено у предузећу „Опалска Бреча“ у Куманову, које је задовољавало критеријуме према ЈУС Б.Б3.045.

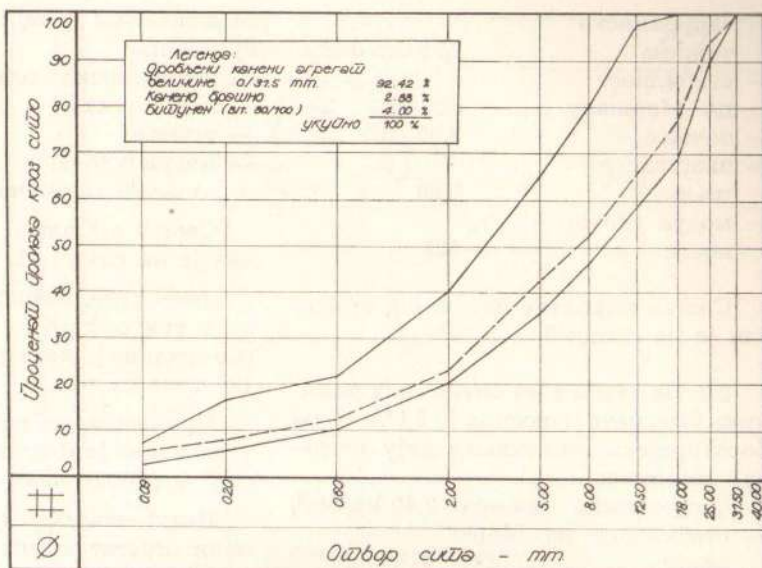
в) Агрегат за горњи носећи слој

Локални извори коришћени су за добијање каменог агрегата крупноће 0/31,5 mm, потребног за израду доњег носећег слоја. На обе деонице били су отворени каменоломи који су задовољавали потребе градилишта. Експлоатисани камен био је кречњачког порекла, а препоручено подручје гранулометријског састава приказано је на дијаграму на слици 9.

г) Агрегат за везни слој асфалтни бетон

Коришћен је безазлени агрегат из каменолома „Зebreњак“ код Куманова. Камен из овог каменолома има следеће карактеристике:

Сл. 9 — Асфалтна мешавина за изразу горњег носећег слоја од битуменом обавијеног каменог агрегата



- јачина на притисак $\sigma_{\max} = 3.240 \text{ kp/cm}^2$,
 $\sigma_{\min} = 2.480 \text{ kp/cm}^2$,
 $\sigma_{\text{ср}} = 2.892 \text{ kp/cm}^2$,
- упијање воде 0% ,
- хабање брушење по Вему $K = 12,2 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$,
- дробљење по методи Треточ $2,1\%$,
- постојан је на мразу;
- лепљивост на битумен је добра према ЈУС У. М3.010.

документацијом. Дебљина овог слоја износила је 40 см, а у каменитим усецима 20 см.

На неким потезима за тампонски слој употребљаван је и шљунак, а и комбинација од 20 см шљаке и 25 см дробљеног агрегата.

Прописано подручје гранулометријског састава и линије гранулометријског састава добијене испитивањем при уграђивању приказани су на слици 8.

5.2. Асфалтне мешавине

По Маршаловој методи састављене су асфалтне мешавине за носећи слој од битуменом обавијеног каменог агрегата за везни слој и за хабајући слој од асфалтног бетона.

2.1 За горњи носећи слој од битуменом обавијеног дробљеног каменог агрегата крупноће 0/31,5 mm испитивањем је одређена оптимална количина битумена од 4 одсто. Добијени су следећи резултати:

Минералашко-петрографска анализа исто тако показује да камен задовољава услове за производњу агрегата за асфалтне бетоне.

д) Агрегат за доњи носећи слој (тампон)

За изразу доњег носећег слоја употребљаван је гранулирани дробљени камени агрегат крупноће 0/50 mm са гранулацијом прописаном уговорном

— запреминска тежина	2,36 kp/dm ³
— стабилност по Маршалу	825 kp,
— течење	3,00 m,
— заостале шупљине	5,60 %
— модул укочености	428.

Састав асфалтне мешавине приказан је на слици 9.

2.2. За везни слој оптимална количина битумена износила је 5,8%, а лабораторијска испитивања дају следеће резултате:

— запреминска тежина	2,40 kp/dm ³ ,
— стабилност по Маршалу	970 kp,
— течење	3.60 mm,
— модул укочености	331,
— заостале шупљине	5,1%.

Састав асфалтне мешавине приказан је на слици 10.

2.3. За хабајући слој (крупнозрни асфалтни бетон) усвојена је количина битумена од 6,2%. Лабораторијским

испитивањем добијени су следећи резултати:

— запреминска тежина	2,41 kp/dm ³ ,
— стабилност	1.150 kp,
— течење	3,80 mm,
— модул укочености	484,
— заостале шупљине	4,3%.

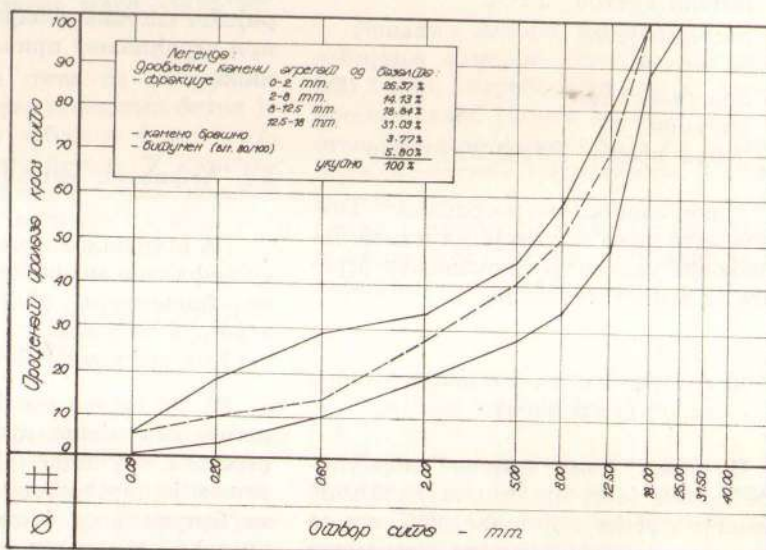
Састав асфалтне мешавине приказан је на слици 11.

Асфалтне мешавине припремане су у три асфалтне базе „Marini“ (за обе деонице), капацитета од 40, 60 и 120 тона на час.

Припремљена асфалтна мешавина уграђивана је финишерима типа „Marini“ и „Blau-noks“.

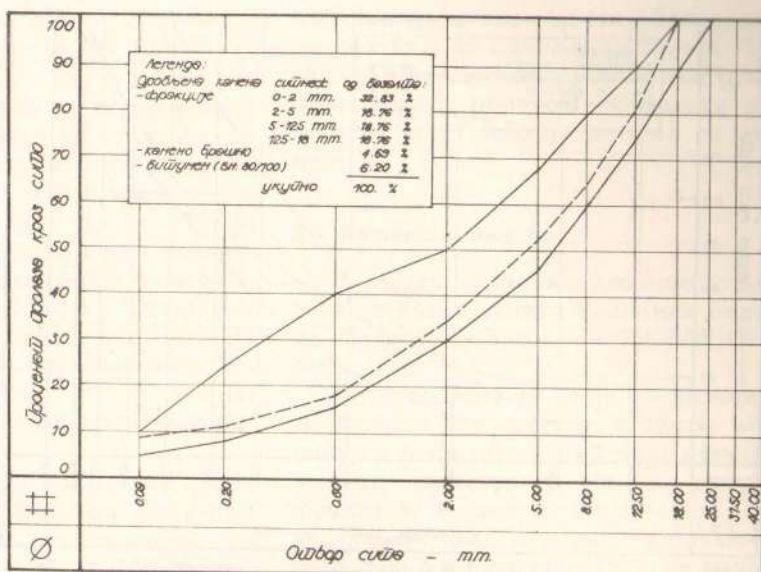
Битуменом обавијени дробљени камени агрегат крупноће 0/31,5 mm уграђиван је помоћу једног финишера, а везни слој и асфалтни бетон помоћу два финишера „Marini“ (на целокупној ширини одједном) или помоћу једног финишера „Blau-noks“ (на целокупној ширини одједном).

Три траке су асфалтиране одједном на целокупној ширини међусобно повезаним финишерима „Marini“ и „Blau-noks“.



Сл. 10 — Асфалтна мешавина 32 израду везног слоја

Сл. 11 — Асфалтна мешавина за израду хабајућег слоја (асфалтни бетон)



У свим случајевима, први пут у СР Македонији, за вођење финишера употребљена је електроника. Оваквим начином рада добијена је задовољавајућа равност површине коловозног застора.

Приликом уграђивања за асфалтну мешавину коришћени су следећи критеријуми:

— Температура асфалтне мешавине приликом уграђивања износила је најмање 120°C.

— Постизана је збијеност од 95%.

— Највећа температура битумена била је 165°C.

Сва претходна испитивања неопходна за састављање асфалтне мешавине и контрола испитивања асфалтне мешавине — пре и после уграђивања — изведена су у лабораторијама Грађевинског предузећа „Гранит“, уз надзор и одобрење Завода за испитивање материјала при Архитектонско-грађевинском факултету у Скопљу.

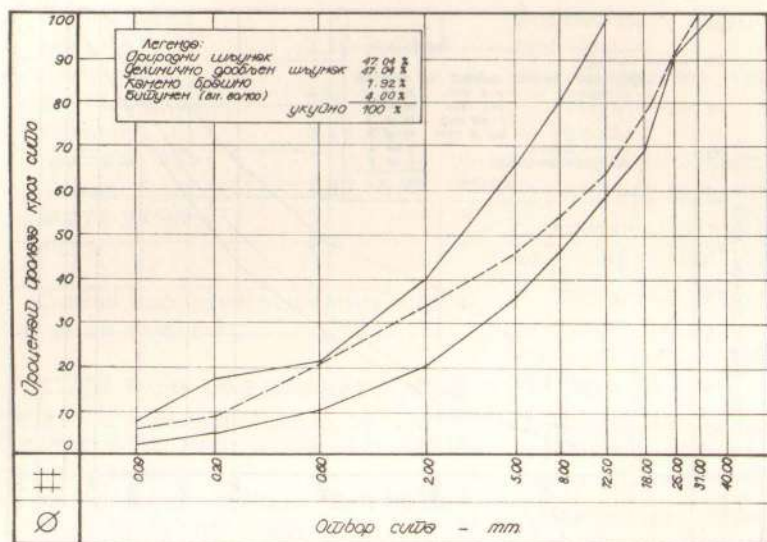
5.3. Доњи носећи слој коловозне конструкције

Доњи носећи слој коловозне конструкције (тампон) рађен је од дробљеног гранулираног материјала или од песковитог шљунка из реке Сатеске, сагласно захтевима о квалитету и гранулометријском саставу материјала. Захтевано подручје и линије гранулометријског састава приказани су на слици 8.

При контроли квалитета израде слоја захтевана је збијеност према стандардном Прокторовом поступку од 100 одето, или модул стишљивости (са плочом ϕ 160 mm) M_s 1.200 kp/cm² (за горњи део), односно M_s 500 или 800 kp/cm² (ако је доњи носећи слој рађен у два дела).

5.4. Доњи слој и постељица пута

Земљани материјали уграђивани у труп пута узимани су из локалних налазишта, усека и засека са трасе пута. Линије гранулометријског са-



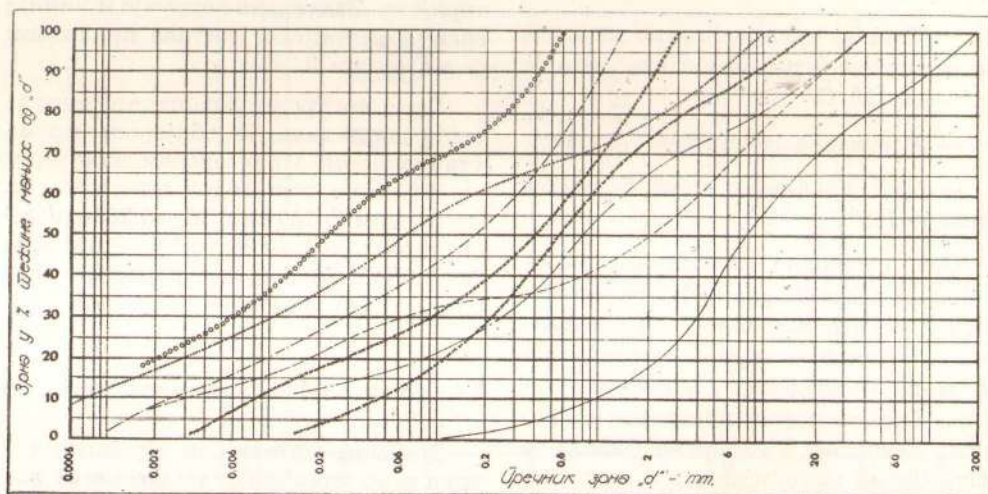
Сл. 12 — Асфалтна мешавина за израду носећег слоја од битуменом обавијеног делимично дробљеног шљунка

става карактеристичних материјала коришћених за израду доњег строја приказане су на слици 13.

Пошто траса пута пролази кроз геомеханички веома неповољан терен, често је била неопходна стабилизација подтла, насипа и постељице. Замена материјала била је једини начин

стабилизације на обе деонице. За стабилизацију су углавном употребљавани шљунак, дробљени камен и камени материјали из стеновитих усека. Према уговореној документацији, у току изградње коришћени су следећи геомеханички критеријуми:

— за подтло: збијеност најмање 95% (према стандардном Прокторо-



Сл. 13 — Гранулометријски састав материјала коришћених за израду постељице и тупа пута

вом поступку) или модул стишљивости (одређен плочом ϕ 160 mm) $M_s \geq 350 \text{ kp/cm}^2$;

—за **насипе**: ако је висина била до 2 метра, збијеност по стандардном Прокторовом поступку износила је 100%, или модул стишљивости (са плочом ϕ 160 mm) $M_s \geq 350$ до 500 kp/cm^2 (зависно од врсте материјала); ако је висина насипа била већа од 2 метра, збијеност по стандардном Прокторовом поступку износила је 95%, или модул стишљивости (са плочом ϕ 160 mm) $M_s \geq 350$ до 500 kp/cm^2 зависно од врсте материјала;

— за **постелицу**: збијеност према стандардном Прокторовом поступку 100%, или модул стишљивости (са плочом ϕ 160 mm) $M_s \geq 500 \text{ kp/cm}^2$.

Сва контролна геомеханичка испитивања извеле су теренске лабораторије Грађевинског предузећа „Гранит“, уз надзор Завода за геотехнику при Архитектонско-грађевинском факултету у Скопљу.

Будући да траса пута, на извесним местима, пролази кроз геолошки веома неповољан терен у погледу стабилности земљаних маса, пројектоване косине усека и засека нису се могле одржати на многим местима, па је долазило до обрушавања косина услед неодговарајућег (превеликог) нагиба. Због тога су обављени накнадни радови ради стабилизације, а најчешће:

- растеређивање маса уз ублажавања нагиба,
- израда степеница,
- израда потпорних зидова,

На обе деонице појавила су се активна клизалишта, од којих једно

није санирано оно код села Ласкавци, на деоници од Скопља до Тетова. Ту су јако оштећени коловозна конструкција и труп пута, па ће морати да се нађе комплексније решење за сапацију.

5.5 Бетонски радови

У објекте дуж обе деонице уграђена је веома велика количина бетона. Потребе су задовољиле 4 бетонске базе.

Интересантно је да је за деоницу до Охрида као агрегат за бетон коришћен искључиво дробљени камени агрегат, подељен у три и четири фракције. Камен је експлоатисан у два каменолома, лоцирана у близини села Извор и Песочани. Овде су радила и два дробилишна постројења, која су, поред агрегата за бетон, давала и агрегат за битуменом обављену мешавину коришћену за израду горњег носећег слоја и за доњи носећи (тампонски) слој.

При извођењу већих бетонских радова, као што су носачи и плоче вијадуката и мостова, бетон је уграђиван помоћу пумпе типа „Vibau-Sele“, а на другим објектима на класичан начин.

6. ЗАКЉУЧАК

Може се рећи да су радови обављени на овом путу били веома квалитетни. Коришћени су материјали задовољавајућег квалитета, као и најмодернија механизација и методи грађења. Тако су СР Македонија и цела наша земља добили једну модерну, квалитетно урађену и лепу саобраћајницу.

Љубомир МАРИНОВИЋ, дипл. инж.

Масовно минирање у нискоградњи и његова примена

УВОД

Масовна производња каменог материјала и пробијање саобраћајница кроз стенске масиве одувек су за градитеље представљали мукотрпан и тежак посао. Рад у камену је спор а машине се брзо хабају. Класично бушење рупа и употреба експлозива при радовима великог обима врло су неподесни и неекономични.

Све је то нагнало грађевинаре да класичну технологију грађења измене и примене савремени начин минирања и нове експлозиве, који омогућују ефикасне и брзе радове у стени, било да се ради о производњи камена или о пробијању саобраћајница кроз стенске масиве.

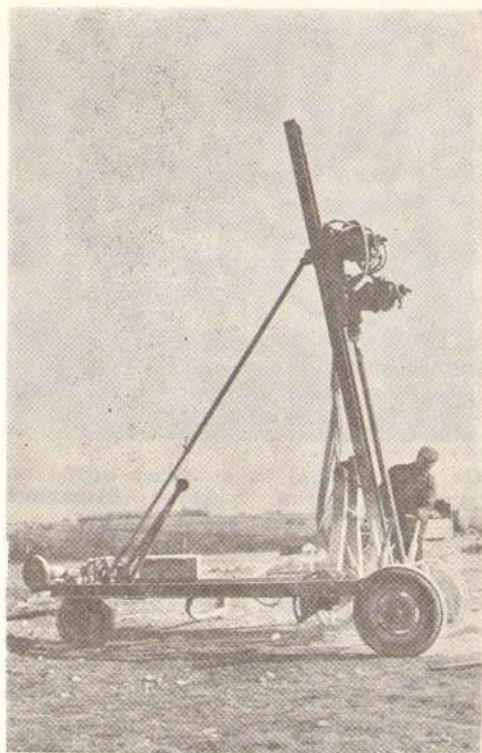
У овом чланку приказана су нека искуства стечена масовним минирањима на градилиштима Предузећа за путеве „ЗАЈЕЧАР“ из Зајечара.

ПРИНЦИП И ОДЛИКЕ МАСОВНОГ МИНИРАЊА

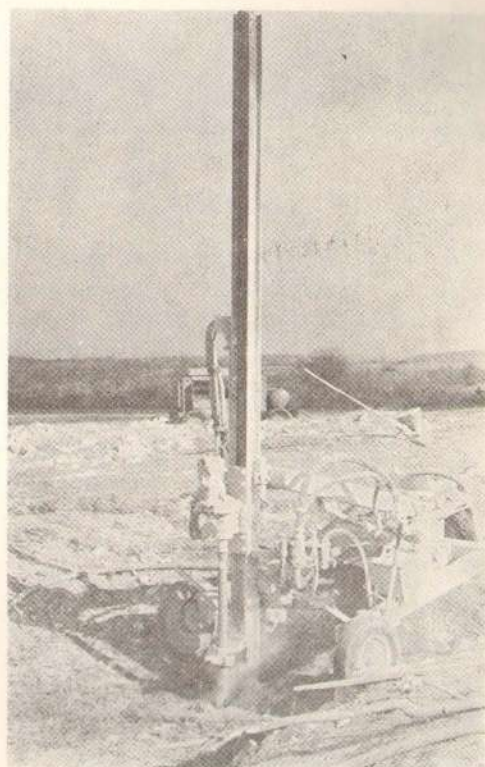
Масовно минирање отпочиње стварањем минског поља које, дубином и

пречником рупа при једновременом отпуцавању, треба да омогући, сразмерно количини стављеног експлозива, да се одбаци или извади велика количина каменог материјала. Бушење рупа већег пречника и дубине изводи се машински, а отпуцавање се спроводи према усвојеној схеми. Распоредом рупа усмерава се експлозија и утиче на степен дробљења стенске масе. Према томе, масовно минирање омогућује да се уштедом у времену и средствима дробе огромне стенске масе. Правилни распореди рупа и добро одабрани експлозиви утичу и на добијање жељене крупноће материјала. То је посебно битно за каменоломе јер постизање жељене крупноће не изискују потребу батарисања, а дробилично постројење може да ради без застоја и прими сав извађени камен. Могућност да се снага експлозије усмерава у последње време користи се много при просецању косина усека у стени.

Извођачи радова су правилним избором технологије тешке послове у стени свели на рад машина и експло-



Сл. 1 — Лафетна бушилица типа „RGVN“, Железарне „Равне“



Сл. 2 — Лафетна бушилица „Atlas-Corpo“

жива, остварујући на тај начин краће радно време и велике учинке.

КАРАКТЕРИСТИКЕ БУШИЛИЦА

За бушење рупа већег пречника и дубине користе се лафетне бушилице. Принцип рада свих бушилица је исти, али типови се у неким детаљима разликују зависно од произвођача. На градилиштима Предузећа за путеве „Зајечар“ користе се два типа лафетних бушилица: бушилица „RGVN“ Железарне „Равне“, са дубинским чекићем, и лафетна бушилица произведена у Шведској „Atlas-Corpo“ (Слике 1 и 2).

Оба типа бушилица показала су добре стране и врло су погодна за бр-

за пресељења. Бушилице имају дубинске чекиће и могу да буше до дубине од 100 m. Потрошња компримованог ваздуха је 6 до 9 m³/min. Зато је неопходно да свака бушилица буде опскрбљена компресором одговарајућег капацитета.

Због система преношења окретања чекића, бушилица „Atlas-Corpo“ има већу брзину бушења за око 30%. Посебно треба истаћи погодност коју пружа ваздушни редуктор на задњем точку. Он за сопствени погон користи компримирани ваздух, па је померање и маневрисање бушилице на платоу врло лако и једноставно (слика 3).

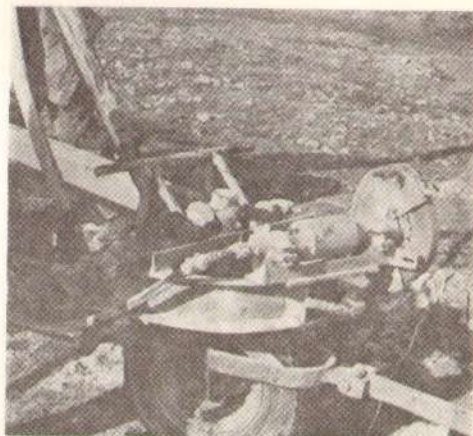
Бушилица „RGVN“ Железарне „Равне“ има мањи радни учинак. Доста је непогодна за померање и ма-



Сл. 3 — Ваздушни редуктор на сопствени погон лафетне бушилице „Atlas-Corco“

неврисање на платоу за бушење и нема сопствени погон. Насупрот бушилици „Atlas-Corco“, на бушилици „RGVN“ је изнад задњег точка монтиран уређај за оштрење круна. Он је користан с обзиром да се тоцило за оштрење налази уз саму бушилицу (слика 4).

Оба типа бушилице користе лаке или Манесман цеви за довод ваздуха и окретање чекића. Бушење се обавља на суво, а прашина се издувава ваздухом под притиском. Брзина бушења зависи од врсте стене и износи од 3 до 12 m на час. Бушаћу гарнитуру сачињавају лафетне бушилице и одговарајући компресор. Опслужују их квалификовани бушач, помоћник и машиниста за компресор.



Сл. 4 — Уређај за оштрење круна на ваздушни погон лафетне бушилице „RGVN“, Железарне „Равне“

МИНСКО ПОЉЕ И ЕКСПЛОЗИВ

Планирање минског поља уско је повезано са циљем који треба остварити минирањем. Ако се ради о каменоломима, циљ је масовна експлоатација камена, а на градилиштима пробијање профила трасе.

а) У каменоломима се буше вертикалне бушотине и формира систем етажа. Дубина бушотина се прилагођава висини етажа (H) како би се померање бушилице свело на минимум, а бушење било најјекономичније. На одређеној дубини рупи се додаје „пробушење“ којим треба да се појача дејство експлозива у дну етаже, где је повећана линија најмањег отпора (W). Размак рупа (a) и одстојање редова (b) израчунавају се зависно од карактеристика стена и захтеване гранулације материјала [1]; [2].

Дакле, један од важних елемената за прорачун минерско-бушачих радова је линија најмањег отпора (W), која се срачунава по формули П. П. Назарова:

$$W = \frac{-g(z-p) + \sqrt{g^2(z-p)^2 + 4p \cdot m \cdot g \cdot H}}{2q \cdot m \cdot H}$$

где је:

W — линија најмањег отпора (m);

g — количина експлозива по метру дужном бушотине (kg/m);

z — коефицијент зачепљења бушотине (0,75 до 0,95);

p — коефицијент „пробушења“ бушотине (0,15 до 0,25);

q — специфична потрошња експлозива (kg/m^3);

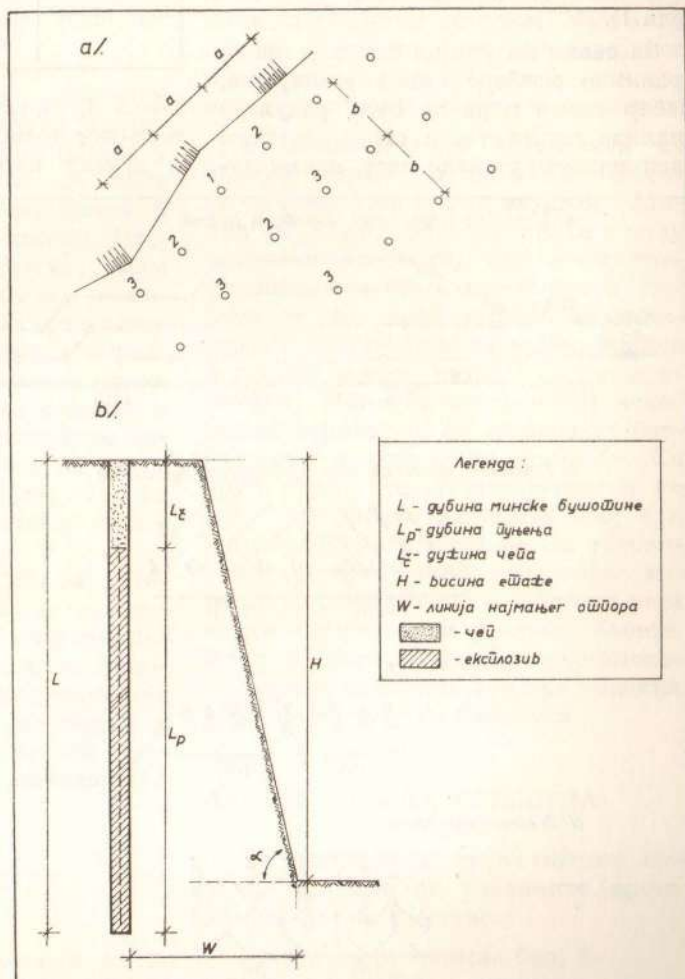
m — однос растојања између бушотина према линији најмањег отпора ($m=0,8$ до $1,2$)

$$m = \frac{a}{W}$$

H — висина етаже.

Ради што уједначенијег распореда експлозива у стенској маси, размак између редова се одређује према следећем обрасцу:

$$b = (0,8 — 1,0) W,$$



Сл. 5 — а) План минског поља са параметрима размака
б) Пресек минске рупе са основним елементима

где је:

b — размак између редова минских бушотина,

W — линија најмањег отпора.

За постизање жељеног ефекта и гранулације битан је начин отпуцавања, тј. одређено отпимално време успорења, које зависи од физичко-механичких карактеристика стенске масе:

$$t_{opt} = W \cdot k_t \text{ (милисекунди).}$$

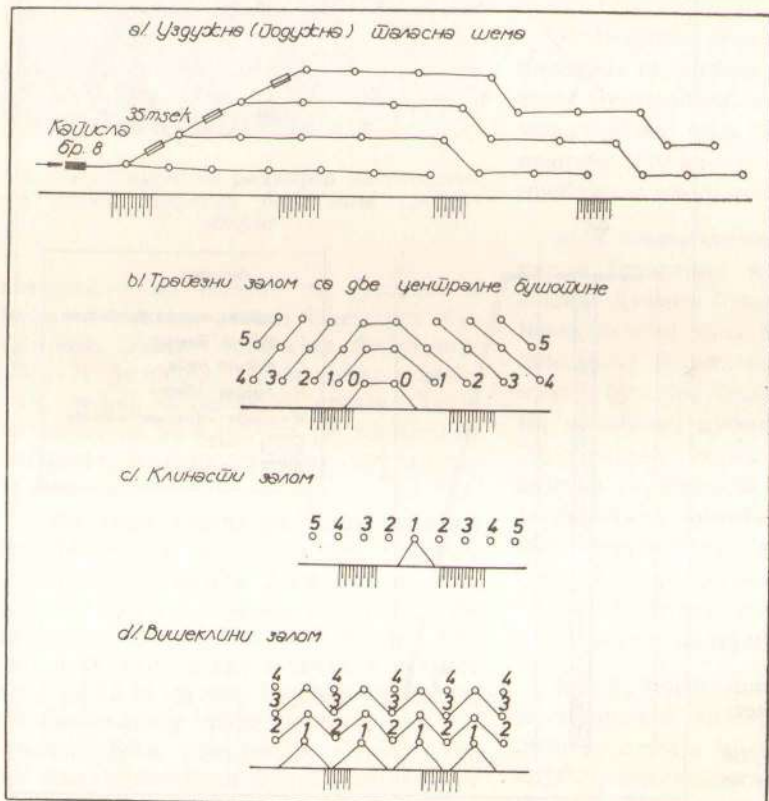
Вредност константе k_t креће се у границама од 3 до 8 и зависи од акустичне импедансе (отпорности) стене (табела 1).

За сваки материјал битно је да се правилно изабере схема минирања. Избор схеме мора да буде резултат анализе слојевитости стена, степена распуцалости стенске масе, начин пу-

Табела 1.

Акустична импеданса-отпорност	Врста стене	Вредност (k_t)
0,5 до 0,6	Песак, иловача, глина, угаљ	6 до 7
6 до 12	Меки кречњаци, камена со, шкриљци	5 до 6
12 до 18	Компактни кречњаци, мермер, гранит, кварцит, гнајс, габро	4 до 5
18 до 24	Дијабаз, дијабаз порфир, кристалисти шкриљци, магнетит.	3 до 4

њења бушотина, степена успорења, жељеног правца кретања стенске масе и других параметара који могу да



Сл. 6 — Схеме минирања

утичу на резултат минирања. Зависно од процене ситуације, могу се применити различите схеме, као што су уздужна таласна схема, трапезни залом са две централне бушотине (слика 6), клинасти залом, вишеклини залом и друге.

Смисао схеме је да се стварањем таласа ублаже потрес и експлозија временски продужи како би снага удара што дуже била искоришћена за механичко сударање комада у стенској маси. Употреба милисекундних успоривача је нашла место у новој технологији: у свакој схеми, где за то постоји потреба, треба да буде заступљена.

б) Како је подвучено, применом нове технологије постижу се велики ефекти и брзина извођења радова у стени. Масовно минирање се стога примењује при пробијању усека и истовременом засецању косина. Пројектоване косине у стенској маси образују се бушењем рупа под жељеним углом, са смањеним размаком. Користићи схему отпуцавања клинастим просецањем у осовини трасе, усмерава се материјал ка средини и лакше одсеца косина. Правилним минирањем може се утицати на дробљење каменог материјала, тј. на његово довољно уситњавање и коришћење за уграђивање у суседне насипе. Дубина рупа је различита, зависно од терена и пројектованих кота нивелете. Начин отпуцавања и схема одређују се према условима на терену. Треба напоменути да има прилично тешкоћа око терена у нагибу. Тада се мора обавезно просећи приступ на коме ће маневрисати лафетна бушилица.

ЭКСПЛОЗИВИ

Експлозиви су нераздвојан чинилац постизања великих ефеката при

масовном минирању. Постоје две врсте:

— прашкасти амонијум-нитратски експлозиви, и

— водопластични експлозив (познати под називом „slurry“); [3] [4].

а) Прашкасти амонијум-нитратски експлозиви доста се примењују. Распрострањени су под називом „амонали“. У аморфном су стању, имају малу специфичну тежину, па су због тога неподесни за коришћење у бушотинама са водом. Количина енергије по јединици запремине је мала, због чега овај експлозив спада у оних са слабијим дејством. Малих су брзина детонације и детонирајућег притиска. Испоручују се у паковањима различите тежине и пречника.

б) Водопластични експлозиви су новијег датума и технологије. Познати су и користе се под називом „Обилић“ и „Борит“. Испоручују се у виду пластичне смеше која има велику специфичну тежину и разорну моћ. Борити су зато врло погодни за минирање у бушотинама са водом, одакле и потиче њихов назив — „водопластични“. Мање су осетљиви на механичка дејства, те су са аспекта безбедности погоднији за употребу. Са друге стране, такви експлозиви се могу активирати капислом број 8 и детонирајућим штапином. За активирање водопластичних експлозива користе се „појачници“ — бустери који својом детонацијом покрећу борите. Улогу бустера имају најчешће амонали, који се приликом пуњења минских рупа комбинују са боритима.

АКТИВИРАЈУЋА СРЕДСТВА

За активирање експлозивних пуњења користе се различите врсте иницирајућих средстава:

— рударска каписла број 8,

— детонирајући штапин,

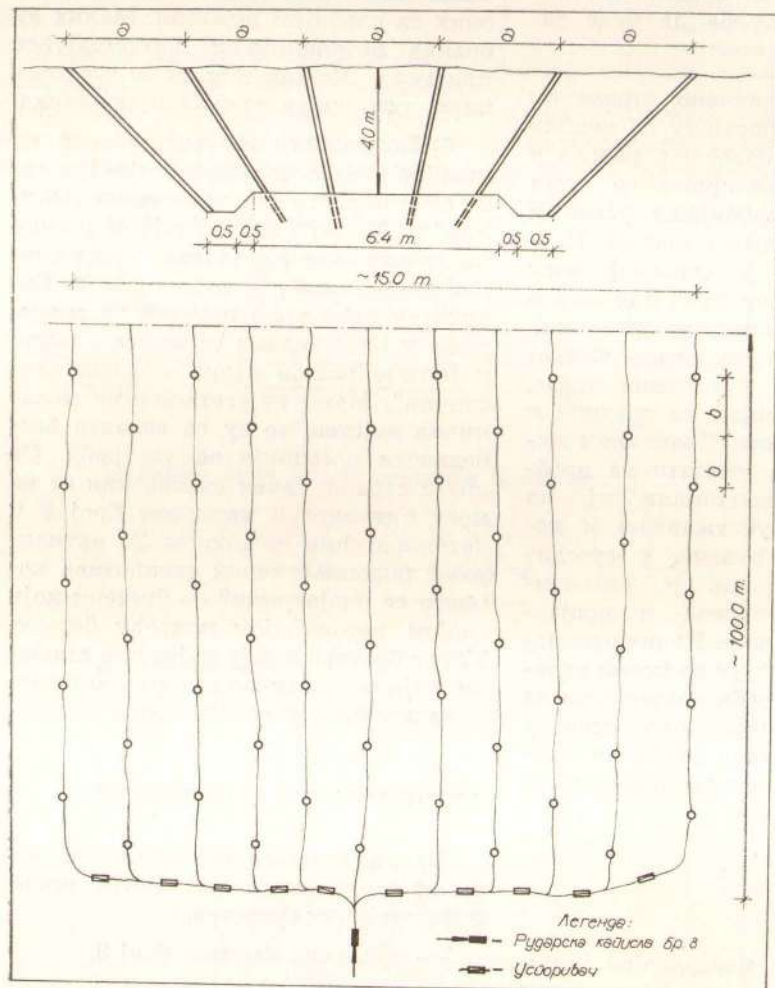
— електричне каписле.

Зависно од броја бушотина, услова на терену и средства са којима се располаже, активирање може да се изведе помоћу рударске каписле или електричних упаљача.

Уколико се користе таласне схеме минирања, примењују се милесекундни успоривачи, који имају задатак да усмере детонацију у жељеном правцу.

ПРИМЕРИ ИЗВОЂЕЊА МАСОВНОГ МИНИРАЊА ПРИ ПРОБИЈАЊУ ТРАСЕ И ПРОИЗВОДЊИ КАМЕНА

а) Радови на путу Књажевац — Сврљиг добрим делом су извођени кроз масив планине Тресибабе. На трећој пројектној деоници од 0+000 km до 4+750 km пробијено је више дугачких усека применом масовног минирања. Услови су били повољни за



Сл. 7 — Схеме и параметри минирања при пробијању усека на планини Тресибаби

коришћење лафетних бушилаца. Терен је углавном био раван па је бушилаца могла лако да оствари планирани распоред бушотина, како је у схеми минирања и било предвиђено. Стена је кречњачка, доста испуцала, са вертикалном слојевитošћу. Бушење се одвијало брзином од 10 до 12 m на час. Ценећи околност да је стена слојевита и доста распуцана, тежило се да се отпуцавањем у усеку добије што ситнији материјал и угради у суседни насип.

Према постојећим условима и теренској ситуацији, изабрана је схема минирања са клинастим заломом у средини (слика 7).

Рупе су бушене у шах-мат распореду просечне дубине 4 метра. Минске рупе пуњене су патронама амонала Φ 70/1.000. Минско поље повезано је детонирајућом штапином, а на потребним местима убачени су успоривачи од 20 милисекунди. Отпуцавање минског поља изведено је рударском капислом број 8.

Елементи минирања израчунати су према датим обрасцима:

— Линија најмањег отпора:

$$W = \frac{-3,3(0,8-0,2) + \sqrt{3,3^2(0,8-0,2)^2 + 4 \cdot 0,35 \cdot 1,0 \cdot 3,3 \cdot 4,0}}{2 \cdot 0,35 \cdot 1,0 \cdot 4,0};$$

$$W = 3,1 \text{ m}$$

— Растојање између бушотина:

$$a = W = 3,1 \text{ m.}$$

— Размак између редова:

$$b = 0,8 \cdot 3,1 = 2,48 \text{ m.}$$

— Дубина пробушења:

$$p = 0,35 \cdot 3,1 = 1,8 \text{ m.}$$

— Дубина минске бушотине:

$$L = 4,0 + 1,8 = 5,8 \text{ m.}$$

— Дужина чепа:

$$\check{c} = \mu \cdot W = 0,5 \cdot 3,1 = 1,55 \text{ m.}$$

— Оптимално време успорења минирања:

$$t_{\text{opt}} = k_t \cdot W = 6 \cdot 3,1 = 18,6 \text{ милисекунди.}$$

При отпуцавању су коришћени успоривачи од 20 милисекунди.

Ефекат снаге експлозије је изабраним распоредом рупа и редом отпуцавања усмерен ка средини усека, где је материјал сакупљен. Крупноћа добијеног материјала омогућила је да се он булдожером сакупи, а затим превезе и угради у оближњи насип.

Метода масовног минирања у усецима 1+660 km до 1+890; 2+290 km до 2+420 km; 3+500 km до 3+590 km је показала своју ефикасност. Бушење рупа лафетном бушилицом изведено је за два дана, чиме је бушење у одно-



Сл. 8 — Усек на планини Тресибаби просечен методом масовног минирања



Сл. 9 — Серпентина на планини Тресибаци просечена контурним бушењем методом масовног минирања

су на класични чекић сведено на $1/3$ трајања. Пуњење рупа и отпуцавање изведено је за један дан. Исти посао при класичној методи, због удвострученог броја рупа, трајао би два до три дана. Са друге стране, уситњеност материјала не би се остварила класичном методом. Очигледно је да масовно минирање има велике могућности и предност над класичним начином рада (слика 8).

Могућност доброг искоришћавања лафетне бушилице види се на примеру ираде серпентине на Тресибаци. По ободу усека и нагибу пројектоване косине (све у кривини) израђен је низ бушотина лафетом да би се косине и кривина извеле минирањем. Рупе су бушене са растојањем од 1 m, што је омогућило равномерно одсецање стенске масе. Пошто је материјал уклоњен, могло се закључити да је кривина добила жељени изглед без накнадне дораде (слика 9).

б) Масовно минирање доста се примењује у експлоатацији камена. Примена лафетне бушилице у каменоломима постаје незаменљива, јер доноси уштеде како у времену тако и у новцу.

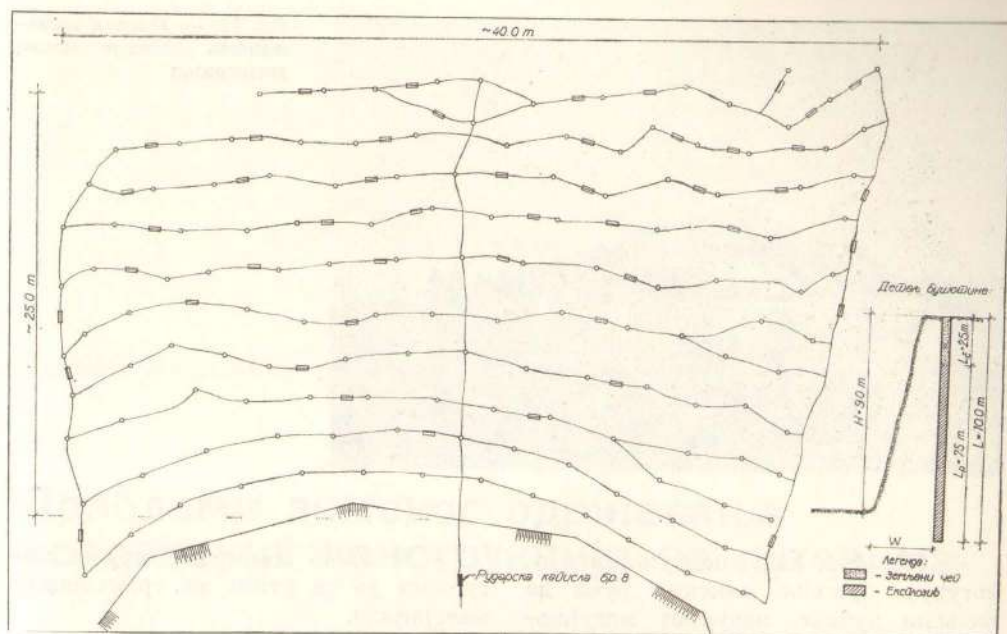
Дубина бушења се прилагођава висини потребне етаже, а распоред се

одређује карактеристикама стене и другим чиниоцима који утичу на жељени ефекат.

У примеру минирања у каменолому „Сиколe“ изведено је минирање у доста распуцалој кречњачкој стени.

Задатак је био да се добије камен што ситније гранулације, који би, без секундарног минирања, био уграђен у труп пута Сиколe — Дели-Јован. Усвојена је схема минирања са бушотинама у шах-мат распореду. Принцип активирања био је такође са применом клинастог заломе, јер се желело да се путем успоривача ефекат сила притисака искористи за дуже унутрашње дробљење. Због појаве воде у дну рупа и ради бољег ефекта употребљен је водопластични експлозив Борит 70/1.500, а као „бустер“ је коришћен појачани амонал, и то у количини од 350 g/m^3 стенске масе. Материјал је, изузимајући површински слој до дубине чепа, здробљен до одговарајуће крупноће. Очекивани ефекат је постигнут употребом јачег експлозива и чињеницом да је стенска маса била укљештена.

Укупна количина експлозива за ово масовно минирање износила је 2.800 kg (стављено је 22 до 28 kg у једну бушотину).



Сл. 10 — Схема и параметри минирања у каменолому Сиколу

Основни параметри минирања дати су на слици 10.

На сликама 11 и 12 приказан је изглед стенске масе пре и после минирања.

ЗАКЉУЧАК

Примена масовног минирања придобија градитеље. Зато треба насто-

јати да се принципи новог начина рада што више користе јер су предности над класичном методом очигледне:

— Машинско бушење рупа је брзо, бушотине су већег пречника и омогућују да се у њих стави више експлозива, чиме се број бушотина, потребан за исту количину стенске масе, знатно смањује.



Сл. 11 — Изглед каменолома Сиколу пре минирања



Сл. 12. — Изглед каменолома Сиколe после минирања

— Примена лафетне бушилице омогућује бушење минских рупа до жељене дубине, наспрот могућности бушења ручним чекићима, где је највећа дубина 5 до 6 m.

— Стварање минског поља и примена успоривача омогућује да се дејство експлозива усмери у жељеном правцу.

— Масовно минирање пружа могућност да се утиче на гранулацију материјала.

— Контурним минирањем лако се пробија профил пута по пројектованим косинама без накнадног поправљања.

Према томе, нова техника бушења и минирања омогућује да се радови заврше брже и са мањим улагањима.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Иван Крсмановић, дипл. инж.: Масовно минирање кречњака на површинском копу са водопластичним експлозивима типа борит производње „Милоје Закић“ Крушевац. Часопис „Минирање“ број 4/1971. године
- [2] Иван Крсмановић, дипл. инж.: Употреба водопластичног експлозива „Обилић 2“ на површинском руднику бакра Мајданпек. Часопис „Минирање“ број 2/1969. године
- [3] Петар Хелд, дипл. инж.: Упутство за употребу водопластичних експлозива. Часопис „Минирање“ број 3/1970. године
- [4] Братислав Липовић, дипл. инж. и Драган Петровић, дипл. инж.: Водопластични експлозиви. Часопис „Минирање“ број 2/1969. године.

Слободан ИВКОВИЋ, дипл. инж.

Проблеми зимског одржавања коловозних конструкција на путевима

Последњих година у нашој земљи се од предузећа за одржавање путева захтева да коловозе на путевима тако одржавају да буду способни за саобраћај у току целе године. Тешкоће у испуњавању овог захтева јављају се приликом зимског одржавања путева — у одстрањивању снега и леда са коловоза. У борби са снегом и ледом успешно се користе механичка оруђа и средства за посипање, као што су соли и абразивна средства.

Међутим, све већи број возила као део зимске опреме користи гуме са ексерима. Проблем оштећења површине коловоза услед коришћења ових гума све се више заоштрава у свету, па се иде чак тако далеко да се предлаже забрана њихове употребе.

Пошто у нашој земљи до сада нису објављени резултати испитивања у вези са зимским одржавањем и коришћењем соли и оштећењима коловозних застора изазваним дејством гума са ексерима, инострана искуства тренутно могу помоћи да се упознају ови проблеми.

У овом чланку биће приказани резултати и закључци добијени испитивањем на путевима у Финској.

1. УВОД

Зима у Финској траје од четири до шест месеци. У току овог периода просечна дневна температура углавном је испод 0°C . Земља је обично покривена снегом, време суво и хладно, а површина коловоза на путевима покривена снегом или ледом, или оголела.

Чиста со за отапање снега и леда први пут је употребљена на путевима у Финској у јесен 1967. године. Корисници путева били су дотле навикнути на „суве“ зимске услове, па су зато углавном били против употребе соли. По мишљењу многих возача, ветробрани аутомобила и предња светла упрљана отопином снега и соли већа су опасност за безбедну вожњу него клизави коловози. Истина је исто тако и кородирајући утицај соли на возила.

Због сталног противљења неких саобраћајних организација и појединаца употреби соли за отапање снега и леда са коловоза, одлучено је да се у току зиме 1970/71. године коловоз експериментално одржава без употребе соли, и то на три потеза главних путева, укупне дужине 460 km. У току ове зиме со на путевима није уопште коришћена, чак ни помешана са песком. Да би се добио материјал за упоређење, наредне зиме (1971/72. године) со је на овим путевима нормално коришћена.

На експерименталним путевима прикупљени су подаци о временским условима, стању површине коловозног застора, мерама за одржавање путева у возном стању и њиховом коштању, удесима на путу, брзинама кретања возила, интензитету саобраћаја и величини хабања површине коловоза. Сprovedена је и једна анкета да би се прикупила мишљења разних групација корисника путева о изведеном експерименту.

2. ВРЕМЕНСКИ УСЛОВИ И СТАЊЕ КОЛОВОЗНОГ ЗАСТОРА

Временски услови и стање површине коловозних застора осматрани су два пута дневно, и то ујутру и после подне, како у току експерименталне зиме, 1970/71. године, тако и наредне зиме.

Могућност упоређења две зимске сезоне била је умањена јер су се временски услови донекле разликовали. То је покушано да се поправи избацавањем материјала прикупљеног у току изузетно дугих топлих периода у току ове две зиме.

Стање површине коловозних застора осматрано је у погледу клизавости, стварања колотрага у снегу, количине меканог снега на коловозу и количине збијеног снега и леда у односу на целу површину коловоза.

Утврђено је да је стање површине коловоза на путевима посипаним сољу било слично летњим условима у току 40% времена или већег дела зимске сезоне, док је на путевима на којима со није коришћена овај период износио само 18% или 26%. Већа клизавост јављала се, сасвим оправдано, чешће на путевима непосипаним сољу него на путевима на којима је со коришћена. Вредност просечне клизавости на путевима непосипаним сољу износила је 1,37 а на посипаним путевима 0,76.

Стварање трагова возила у снегу било је знатно чешће на путевима непосипаним сољу него на оним на којима је со коришћена. На путевима на којима је коришћена со трагови се нису јављали у току 72% зимског периода, а на путевима без соли само у току 44% зимског периода.

3. МЕРЕ ЗА ОДРЖАВАЊЕ ПУТЕВА У ВОЗНОМ СТАЊУ И ЊИХОВО КОРИШЋЕЊЕ

Организацијама задуженим за одржавање путева обухваћених експериментом наложено је да цену одржавања у зимском периоду задрже на нивоу ранијих година, када је со коришћена. Другим речима, покушано је да се цена чишћења снега и посипање коловоза песком одржи на истој висини као и када је коришћена со.

Међутим, показало се да је употреба моторних грејдера за уклањање снега и леда у току експеримента порасла у односу на раније године, док је обим рада снежних плугова остао исти. Тако је, због повећане употребе моторних грејдера, цена зимског одржавања у току експерименталне зиме била у укупном износу већа него ранијих година.

4. УДЕСИ НА ПУТЕВИМА

Пет потеза главних путева, на којима су услови времена и саобраћаја најбоље одговарали онима на путевима непосипаним сољу, изабрани су за испитивање броја удеса.

Број удеса регистрован је на свим путевима у току опитне, као и у току претходне и наредне године. Утицај употребе соли на број удеса оцењиван је једино на основу укупног броја удеса у току целог периода. Није било неке веће користи да се из целокупног материјала избаце удеси који су се десили под „сувим“ временским условима.

Ако се упореди број удеса у току експерименталне зиме са бројем удеса претходне зиме, може се закључити да је релативно више удеса било на путевима посипаним сољу него на путевима на којима со није коришћена. У односу на тежину удеса ова разлика се изгледа повећава. Промене у броју удеса у којима је било повређених нису, међутим, биле статистички значајне. На путевима непосипаним сољу погинуло је у току опитне зиме 15 лица, у току претходне (1969/70.) године чак 31 лице изгубило је живот, а у току наредне зиме (1971/72. године) 30.

Као што се види, број тежих удеса био је смањен зимским одржавањем путева без употребе соли. Ово се може објаснити чињеницом да је на потезима на којима со није коришћена просечно стање површине коловоза било лошије него на путевима посипаним сољу, што је утицало на смањење просечне брзине кретања возила. Тако су и удеси на путу били мање тешки. Са друге стране, лоши услови вожње утицали су на возаче да буду пажљивији и обазривији за воланом.

5. БРЗИНЕ КРЕТАЊА ВОЗИЛА

Брзине возила мерене су на опитним путевима помоћу радара да би се

прибавили подаци о утицају начина одржавања на брзине кретања возила. Брзине кретања возила регистроване су за четири категорије стања површине коловозних застора:

- чисте и суве површине застора,
- чисте и влажне површине застора,
- површине застора покривене ледом и
- површине застора покривене снегом и ледом.

У току ових испитивања је запажено да је стање површине коловоза посебно утицало на брзине путничких возила. Тако је, на пример, брзина путничких аутомобила на путевима са застором покривеним снегом и ледом износила у просеку 12 km на час или 12% од брзине кретања аутомобила на путевима са чистом и сувом површином застора (100 km на час). Са друге стране, стање површине коловоза знатно је мање утицало на брзину кретања камиона, делимично и због чињенице да је у Финској брзина камиона ограничена на 80 km на час.

6. МЕРЕЊЕ ТРЕЊА И ХАБАЊА ПОВРШИНЕ ЗАСТОРА

Величина трења мерена је помоћу опитног возила (Му-метар) које се користи у Финској а региструје величину бочног трења при брзини кретања од 65 km на час. Мерења су обављена на сваком опитном путу, на по четири потеза дужине по 8,5 km, и то тринаестог дана трајања појединих зимских услова. Поред мерења трења, регистроване су и температуре површине коловоза, дубина колотрага и количина меканог и збијеног материјала на коловозу.

На путевима непосипаним сољу просечне вредности трења биле су за 0,2 јединице ниже од оних које су добијене на путевима на којима је коришћена со. Вредности трења повр-

шине коловоза на којима со није коришћена износиле су од 0,2 до 0,6 (просечно 0,39), а на путевима посипаним сољу од 0,3 до 0,8 (просечно 0,58).

Хабање површине коловозних застора мерено је помоћу профилометра, радне ширине 3,1 m. Такође је обављено и нивелманско снимање попречних профила пута.

Поред мерења хабања, испитиване су и карактеристике битумена издвојеног из хабајућег слоја застора како на потезима путева на којима је со коришћена тако и на оним на којима со није коришћена. Карактеристике битумена (вискозност, тачка размекшавања и врсте битумена) разликовале су се код једних и других узорака битумена, мада је битумен у време уграђивања у застор на свим потезима био идентичан.

7. АНКЕТА КОРИСНИКА ПУТЕВА

У току опитне зиме спроведена је и анкета тако што су возачи путничких аутомобила „интервјуисани“ на лицу места, а професионални возачи камиона и аутобуса анкетирани преко поште. Анкетом је обухваћено укупно 2.400 возача. Од анкетираних 56% били су возачи путничких аутомобила, 29% возачи камиона, 7% такси-возачи и 8% возачи аутобуса. Гуме са ексерима користили су анкетирани возачи 88% путничких аутомобила, 95% такси-возила, 22% возача камиона и 57% аутобуса.

На основу ове анкете закључено је следеће:

— Највећи број возача аутобуса (87%) и возача путничких аутомобила (51%) сматра да употреба соли на путевима повећава безбедност вожње. Мишљења такси-возача била су подељено подељена за и против.

— Прљање ветробранског стакла 60% учесника анкете оценило је као

највећи недостатак употребе соли, повећану корозију 20% а прљање возила 10% анкетираних возача.

— Најважније питање у анкети односило се на мишљење возача о томе колико со доприноси смањењу клизавости коловоза. Од возача тешких возила 87% сматра употребу соли потребном, а исто тако и 67% возача путничких аутомобила, мада 88% њих користи гуме са ексерима. Са друге стране, 56% такси-возача сматра употребу соли непотребном.

8. ГУМЕ СА ЕКСЕРИМА И ХАБАЊЕ ПОВРШИНЕ ЗАСТОРА

У Финској тренутно више од 90% возача путничких аутомобила и 30% до 50% возача камиона и аутобуса користи гуме са ексерима. Израчунато је да су оправке оштећења коловозних застора изазваних гумама са ексерима у Финској, у зимској сезони 1973/74. године, коштале више од 100 милиона финских марака*.

Због значаја овог проблема у Финској се последњих година улажу велики напори да се створи коловозни застор који ће што је могуће више бити отпоран на хабање услед дејства гума са ексерима. Чине се и напори да се производи нова врста гума са ексерима, која ће изазвати мање хабање површине застора, али без смањења трења, чак и на залеђеним површинама застора.

8.1. Асфалтни коловозни застори отпорни на хабање услед дејства гума са ексерима

На основу вишегодишњих испитивања у лабораторији и на терену, у Финској је одређен састав асфалтних мешавина за коловозне засторе које су знатно отпорније на хабање услед

* 1 финска фунта = 4,68 динара

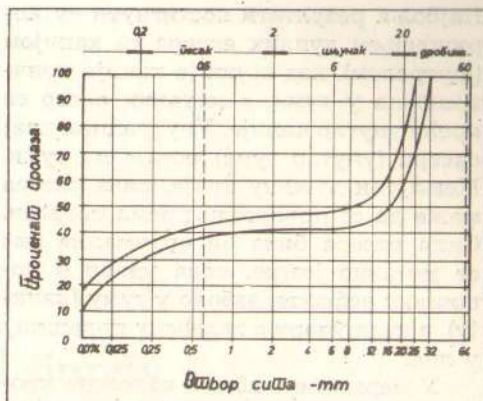
дејства гума са ексерима од застора израђених на класичан начин. Закључено је да се најбољи резултати постижу ако се при изради асфалтних мешавина за хабајући слој застора узму у обзир следећи елементи:

- Гранулометријска крива агрегата треба да буде дисконтинуална да би се обезбедила довољна количина везива у мешавини.
- Мешавина треба да садржи довољну количину крупнозрног песка.
- Количина ризли (зрна крупнијих од 6 mm) треба да износи 50 до 60%.
- Максимална величина зрна агрегата не треба да буде већа од 25 до 32 mm.
- Количина битумена у мешавини мора да се одреди на основу количине шупљина у агрегату, тако да садржина шупљина збијеног слоја износи 1 до 3% запремине.
- Као везиво могу да се користе све врсте битумена од В 80 до В 200. Што је слој испод хабајућег слоја мање носивости, треба употребити мекше везиво јер мекши битумен боље спречава оштећења.

На слици 1 приказана је зона омеђена кривим линијама, у којој треба да леже гранулометријске криве агрегата за израду хабајућег слоја застора који се показао, на основу резултата истраживања изведених у Финској, као најотпорнији на хабање услед дејства гума са ексерима. Количина и грубозрност ризли и крупнозрног песка ограничени су могућношћу мешања и уграђивања мешавине.

8.2. Гуме са ексерима

У току последњих неколико година у Финској се много радило на изналажењу начина смањења ефекта хабања површине застора услед дејства гума са ексерима. Према резул-



Сл. 1 — Граничне гранулометријске криве агрегата за израду хабајућег застора који се показао отпорним на хабање услед дејства гума са ексерима

татима испитивања, хабање се може смањити ако се предузму следеће мере:

- скрати време коришћења гума са ексерима (у Финској се коришћење ових гума дозвољава од 16. октобра до 15. априла);

- ограничи број ексера по гуми; максимални број ексера по гуми за путничке аутомобиле и комби-возила износи 150, а за тежа возила 250 ексера по гуми;

- смањи дужина продирања ексера; за путничке аутомобиле и комби-возила сада је 1,5 mm, а за тежа возила 2 mm за нове гуме, а 3 mm, односно 4 mm за старе гуме;

- ограничи сила ексера, тј. сила потребна да се крај ексера утисне у газипште гуме (у Финској је 15 kp за путничке аутомобиле и комби-возила и 40 kp за тежа возила;

- пропише да се ексери могу поставити само у гумама са дијагоналним шарама;

- ограничи брзина возила која имају гуме са ексерима.

У Финској је учињен посебан напор да се направе гуме са ексерима са најмањом могућом силом ексера.

Најбољи резултати постигнути су коришћењем дуплих ексера са канијом (футролом), код којих је канија причвршћена у гуми, а метални ексер се креће унутар каније. Унутрашњи крај ексера (унутар гуме) остаје на гуми. Мењајући дужину краја, сила ексера може да се прилагоди према потреби. Сила ексера била би оптимална ако се метално језгро, када удари о површину асфалта, заболо у гуму (канију), а када удари о залеђену површину у лед.

У мерењима хабања коловоза проузрокованог дејством различитих гума и ексера дошло се до следећих релативних резултата у односу на стандардну гуму:

— гума без ексера	0,00,
— дупли ексер са канијом	0,14,
— ексер са пластичном кошуљицом	0,43,
— ексер са кошуљицом од лаког метала	0,61,
— стандардна гума (150 ексера)	1,00,
— гума са 225 ексера	1,17.

При испитивању гума са ексерима, уз кочење и заустављање возила на одређеним растојањима, ефекат дуплог ексера са канијом био је задовољавајући. Ако се употреба гума са ексерима сматра потребном ради безбедности саобраћаја, изгледа да дупли ексер са канијом пружа могућност знатног смањења хабања површине коловозних застора.

9. ЗАКЉУЧЦИ

Зимско одржавање коловозних застора без коришћења соли одржава

се нижим нивоом стања пута, повећаном клизавошћу и мањим брзинама кретања возила.

Изгледа да употреба соли нема неког значајнијег утицаја на укупан број удеса. Међутим, може се закључити да је релативно више удеса било на путевима посипаним сољу него на путевима на којима со није коришћена — због већих брзина које је било могуће постићи захваљујући посипању. У односу на тежину удеса ова разлика знатно се повећава. На основу резултата експеримената не може се ништа рећи шта би се десило ако би у целој земљи прекинули употребу соли, наравно, уз претходно обавештавање корисника путева преко средстава јавног информисања и путних знакова обавештења.

Према анкети спроведеној у Финској, већина возача сматра употребу соли потребном, мада 88% возача путничких аутомобила користи гуме са ексерима.

10. БИБЛИОГРАФИЈА

— Jorma Hintikka, грађевински инжењер, Финска. Експерименти зимског одржавања без соли у Финској; коришћење гума са ексерима; оштећења коловоза и недавно направљене гуме са ексерима које мање оштећују коловозне засторе. Реферат на регионалној конференцији међународне путне федерације, одржаној у Будимпешти у септембру 1974. године.

Сигнални уређаји за борбу против поледице

Вожња у зимским условима може да буде знатно отежана појавом магле, снега или поледице. Поледица је најопаснија; најчешће се јавља само на веома кратким потезима пута, тешко се уочава и због тога изазива изненађење, тако да возач не може благовремено да реагује.

У Француској, СР Немачкој и Швајцарској заједнички су испитивани уређаји за утврђивање појаве поледице на коловозу. Извештај стручне комисије штампан је у часопису „Bulletin de liaison“ [1] и интересантан је не само због описа апарата и начина њихове употребе већ и због општег прилаза проблему поледице на путевима са савременим коловозима.

1. НАСТАЈАЊЕ РАЗЛИЧИТИХ ВРСТА ПОЛЕДИЦЕ И УТВРЂИВАЊЕ ЊИХОВЕ ПОЈАВЕ НА КОЛОВОЗУ

Поледицом се сматра слој леда формиран на површини коловоза.

Осим оне која настаје збијањем снега под утицајем кретања возила,

разликују се још четири врсте поледице:

— Поледица настала смрзавањем влаге при наглом паду температуре испод тачке мржњења. При том узроци појаве влаге могу да буду киша, делимично топљење снега, кондензација атмосферске влаге, падање водених капљица са околног дрвећа, капиларно пењање или дотицање воде из банкина и околног терена. Ова врста поледице углавном има малу дебљину, тако да верно прати неравнине коловоза и јавља се, најчешће, само на врло кратким деоницама пута.

— Иње настало кристализацијом атмосферске влаге при додиру са хладним и сувим коловозом.

— Поледица која настаје задржавањем воде на коловозу чија је температура испод тачке мржњења.

— Поледица која настаје „надградњом“, тј. постепеним накупљањем воде, тј. леда при чему температура коловоза нема пресудну улогу. Назива се још и „метеоролошком поледицом“, има дебљину до 1 cm и врло је опасна за учеснике у саобраћају.

Борба против поледице до сада се састојала у опремању возила додат-

ном опремом ради повећања трења између точкова и коловоза и примени хемијских средстава за уклањање леда са коловоза. Да би се ове мере предузеле на време, неопходно је да постоји систем обавештавања о појави поледице на коловозу — организовањем специјалних патрола, везом са патролама милиције, анкетирањем возача и сл.

Знатно савршенији и ефикаснији систем обавештавања добија се увођењем сигналних уређаја за борбу против поледице. При том се избором апарата и подешавањем њиховог рада може створити систем који даје упозорење у тренутку када почне смрзавање воде на коловозу, или систем који даје упозорење у случају када постоје одређени претходно дефинисани услови за стварање поледице — тј. омогућује предвиђање њене појаве на коловозу.

На жалост, на појаву поледице утиче веома велики број фактора. При данашњем степену развоја технике постојећи уређаји се могу користити само као помоћна средства која ће омогућити одговорном лицу да донесе коначну одлуку о потреби ступања у акцију против поледице. Никако се не сме дозволити да ови уређаји дају директно упозорење учесницима у саобраћају.

2. ПАРАМЕТРИ ЗА ПРЕДВИЂАЊЕ ПОЛЕДИЦЕ

Навешћемо неколико основних параметара које је неопходно одредити да би било могуће предвидети појаву поледице.

2.1. Параметри који се мере у функцији од врсте поледице

— Поледица настаје на влажном путу при температури нижој од тачке смрзавања. Најчешћа је у току

ноћи или при наиласку хладног ваздуха. Потребно је мерити влажност и температуру површине коловоза.

— Иње се јавља обично када после хладног и сувог периода наиђе топао влажан ветар. Потребно је мерити температуру површине коловоза, температуру ваздуха и релативну влажност ваздуха. Два последња податка служе да се одреди „тачка стварања иње“ и обично се могу добити у локалним метеоролошким станицама.

— Постоје још две могућности за настајање поледице: надградња нових слојева леда на релативно топлом коловозном застору и задржавање падавина на коловозном застору чија је температура испод тачке смрзавања.

За оба ова случаја карактеристично је да се не може предвидети појава поледице на основу физичких мерења у непосредној околини пута већ се морају познавати метеоролошке особине подручја и досадашње појаве поледице. Важне индикације могу се добити анализом и екстраполацијом случајева при којима се до тада интервенисало.

— Клизавост која се јавља када пада снег не може се предвидети на основу локалног мерења. Само локални и општи метеоролошки подаци, повезани са анализом досадашњих појава снега, могу омогућити предвиђање. Клизавост настала услед снега (збијеног или не) може се установити само директним прегледом — увидом на лицу места.

Из досадашњег разматрања произилази да се фактори који утичу на појаву поледице, односно параметри на основу којих се може предвидети појава поледице могу поделити на три групе:

— мерљиви параметри,

- изведени параметри и
- параметри који се не могу егзактно квантитативно одредити.

2.2. Мерљиви параметри

— Мерење и континуално записивање температуре ваздуха и коловозног застора са прецизношћу 0,1 до 0,2°C данас не представља технички проблем.

— Релативна влажност је неопходна за одређивање тачака росе и иња.

2.3. Изведени параметри

— За мерење температуре површине коловозног застора не постоје одговарајући инструменти довољне прецизности већ се до података долази екстраполацијом, на основу температуре ваздуха и температуре измерене у унутрашњости коловозне конструкције — колико је могуће ближе површини.

— Тачке росе и иња добијају се из таблица или графикона на основу релативне влажности ваздуха и његове температуре.

— Влажност површине коловоза може се добити индиректно, на основу мерења електричног отпора (исти уређај даје и податке о развоју процеса смрзавања).

2.4. Параметри који не могу егзактно да се одреде у квантитативном смислу

— Снижење температуре смрзавања изазвано остацима соли преосталих од ранијих посипања коловоза.

— снижење температуре смрзавања воде изазвано нечистоћом на путу;

— убрзавање сушења застора изазвано кретањем возила;

— утицај кретања возила на стварање ваздушних вртлога и струја;

— загревање ваздуха и површине коловоза кретањем возила и сунчевим зрачењем.

У принципу, сви наведени фактори утичу на смањење могућности појаве поледице, тако да њихово неузимање у рачун у ствари иде у прилог сигурности при предвиђању појаве поледице.

Заостала количина соли на коловозу веома је значајна за службу одржавања и условљава избор система за предвиђање појаве поледице, односно упозорење о постојању услова за њено стварање. Апарати који су данас у употреби (и само индиректно дају резултате) показују пад температуре на одређену величину (на пример 3 или 5°C), а тада се електрични отпор измерен на површини коловоза контролише помоћу линија које дају зависност температуре мржњења од врсте и концентрације хемијских средстава и на основу тога се доноси реална оцена могућности појаве поледице.

Зависност електричног отпора, концентрације соли (g/m^2) и температуре мржњења мора да се установи пре уграђивања уређаја за сваки поједини случај (узимајући у обзир и врсту соли).

2.5. Важност континуалног праћења величине различитих параметара

Тренутне величине параметара указују на могућност појаве поледице. Да би се таква могућност могла предвидети на време, веома је важно да се кретање величина параметара континуално прати. На тај начин је могуће да се, уз извесно искуство и познавање статистичких података, дође до реалне прогнозе појаве поледице.

На основу свега овога јасно се може закључити да се појава поледице не може сигурно предвидети чак ни уз помоћ специјализованих станица са комплетном до данас познатом опремом за борбу против поледице.

Неопходна је сарадња са метеоролошким станицама и познавање статистичких података за актуелно подручје.

3. СИГНАЛНИ УРЕЂАЈИ ЗА РЕГИСТРОВАЊЕ ПОЈАВЕ ПОЛЕДИЦЕ

Постоји више врста уређаја за мерење параметара неопходних за одређивање опасности од појаве поледице. Сви дају аутоматски сигнал када параметри достигну одређене вредности. Овде ће бити наведено неколико карактеристичних уређаја који се примењују у Француској, СР Немачкој и Швајцарској.

3.1. Врсте сигналних уређаја

3.1.1. Апарат „Mourgeon В 1000“

Овим апаратом могу да се мере температура површине коловоза, температура ваздуха и електрични отпор на површини коловоза. Сигнал за опасност од поледице уређај даје при следећој комбинацији измерених елемената:

— температура коловоза или ваздуха мања од 0°C ;

— површински електрични отпор мањи од вредности R_1 која означава

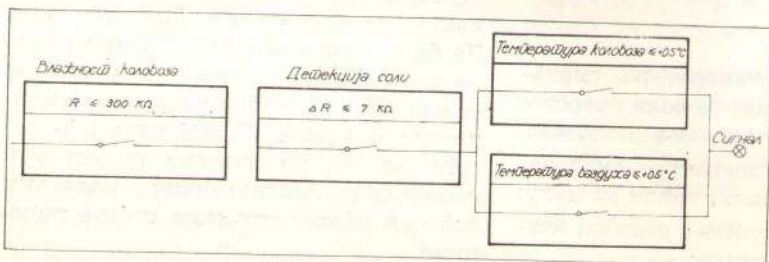
постојање једног воденог филма (или леда), са хемијским додацима или без њих (када је пут сув, електрични отпор је врло висок, а умањује се са повећањем влажности);

— површински отпор већи од вредности R_2 која одговара почетној кристализацији мешавине воде и хемијских додатака (ова мешавина има врло мали електрични отпор, много нижи од R_1 , који се нешто мало повећа када почне кристализација услед смрзавања — та појава омогућује да се одреди моменат прелаза мешавине воде и соли из течног у чврсто стање).

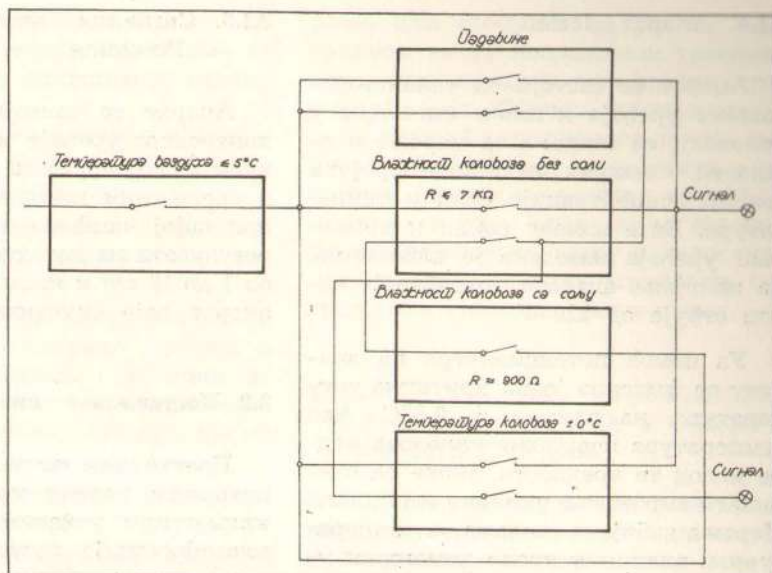
Између тренутка када почиње кристализација и тренутка у коме се ствара хомоген лед, протиче извесно време, чија дужина зависи од евентуалних варијација температуре ваздуха, топлоте ослобођене приликом проеса смрзавања, термичке проводљивости материјала уграђеног у коловозну конструкцију и још неких мање утицајних фактора. Према томе, у извесном броју случајева (20 до 30% од укупног броја) после почетка кристализације неће доћи до стварања хомогеног леда и апарат тада даје некорисне сигнале.

3.1.2. Детектор поледице „Asega type GW 66“

Рад апарата базира се на мерење пет параметара и при том температура ваздуха има другоразредну улогу:



Сл. 1



Сл. 2

— Температура и влажност површине коловоза мере се сондом која се уграђује у коловоз и садржи уређај за мерење температуре (са тачношћу $\pm 0,1^\circ\text{C}$) и један детектор за мерење влажности, који ради на принципу мерења електричне проводљивости). Све је обавијено синтетичком смолом.

— Падавине се региструју посебним индикатором који такође ради на основу мерења проводљивости.

— Мери се и концентрација соли. Ако је већа од дате вредности, алармни сигнал се не укључује.

— Сви параметри се уводе у један електронски апарат који даје сигнал за опасност од поледице ако за њено стварање постоје сви потребни предуслови. Сам алармни сигнал може да се пренесе до одређеног центра телефонском линијом, радио-везом или на неки други начин.

Једна од главних предности овог апарата је што сонде могу лако да се уграде и у врло танке коловозне конструкције — на мостовима, вијадуктима и сл.

3.1.3. Детектор поледице „Asega type FW 70“

Овај апарат мери само температуру и влажност коловоза. Оба параметра мере се сондом у коју су смештени контактни термометар (обично се температура мања од $+0,5^\circ\text{C}$ региструје као опасна) и уређај за мерење влажности на основу мерења електричне проводљивости. Одвојени контролни апарат даје посебне сигнале за сваку тачку мерења преко сигналних лампица.

Када наступе услови повољни за стварање поледице, укључује се алармни сигнал.

Са овим уређајем једна деоница пута дужине до 10 km може се опремити инсталацијом која садржи и до 22 сонде. Снабдевање струјом и преношење сигнала могуће је са само два пара телефонских каблова. Инсталација садржи аутоматску интерну контролу и све функције могу се проверити само притискивањем одговарајућих дугмади.

3.1.4. Апарат „Icelert“

Апарат се састоји од танзисторизованог уређаја и плоче смештене у коловозу, са сондама за мерење влажности, снежних падавина (грејућа сонда), концентрације соли и температуре. Веза између сонди и командног уређаја изведена је кабловима. За напајање апарата потребан је напон струје од 220 V.

Уз помоћ потенциометра на апарату се фиксира једна критична температура, на пример $+ 0,5^{\circ}\text{C}$. Ако температура површине коловоза падне испод те вредности, може се очекивати смрзавање уколико има влаге. Мерења добијена сондама за температуру и влажност преко командног уређаја дају заједнички оптички аларм у случају влажног и хладног коловоза. Ако пада снег при температури мањој од 0°C , коловоз је релативно сув и сонда за влажност не реагује. Тада сонда за снег својим грејањем отапа снег и тако се укључује аларм. Грејање сонде има две могуће снаге: 5 и 10 W, које се контролишу помоћу контролне лампе на командном апарату.

После аларма који упозорава о појави снега или леда, служба одржавања посипа со, тако да се температура мржњења воде на коловозу снижава за неколико степени. Тај ефекат се уводи у рачун преко сонде за мерење концентрације соли и лампа „аларм“ се гаси, а пали се „контрола концентрације соли“. Ако се касније концентрација соли смањи, тј. електрични отпор пређе одређену вредност, апарат поново даје аларм.

Сигнали дати апаратом „Icelert“ могу се пренети у централну станицу телефоном или неком другом везом посредством релеја са протоком од највише 5 ампера.

3.1.5. Сигнални детектор за снег „Boschung“

Апарат се састоји из два дела: контролног уређаја који се налази у кући и спољног дела са фото-ћелијом и светлосним извором. Висина снега при којој чишћење почиње може се регулисати на детектору у границама од 1 до 10 cm и када се она достигне, апарат даје акустички аларм.

3.2. Постављање сигналних уређаја

Претходним истраживањима треба извршити поделу на зоне са истим климатским условима, независно од класификације путева. При том се статистичком обрадом постојећих метеоролошких података, анкетирањем особља које ради на одржавању путева и сл. одреде деонице пута на којима се најчешће јавља поледица. Касније ће, када се инсталира станица за откривање и сигнализирање појаве леда на најопаснијим местима, њени аларми важити и за околна опасна места и моћи ће да се на време покрене зимска служба.

За постављање ових апарата треба обезбедити извор електричне струје (220 V, 50 Hz) и неко од средстава комуникације (најчешће телефон или радио). Препоручљиво је да се електронски апарати сместе у затворени и загрејани простор како би се смањила могућност евентуалних кварова.

Уграђивање сонди у застор захтева доста пажње:

— треба да буду постављене у колотразима, у нивоу коловоза или да буду упуштене највише 1 до 2 mm;

— вода која се топи или цеди из банкина ни у ком случају не треба да је у додиру са сондом;

— мора се избегавати близина укрштања са путевима на којима су услови зимског одржавања различити;

— треба водити рачуна о изложениости коловоза ветру, његовој осунчаности и вегетацији;

— врста коловозне конструкције и варијације нивоа подземне воде врло су значајне;

— мостови представљају посебан проблем при постављању уређаја и спречавања поледице, с обзиром на изузетну угроженост и специфичне структуре коловозне конструкције на њима.

Постоје две могућности упозорења о настајању поледице:

— **Метода констатовања** састоји се у настојању да се са што већом прецизношћу установи моменат настајања поледице. Довољно је да се постави један апарат на најопасније место и његов аларм ће важити и за околна опасна места на деоници пута (или на више деоница) са сличним условима. При том треба водити рачуна о томе да је време између аларма и појаве леда веома кратко.

— **Метода предвиђања** састоји се у томе да апарат даје сигнал у тренутку мање или више временски удаљеном од почетка стварања леда, па се на тај начин постиже да служба одржавања добија довољно времена за покретање акције. Међутим, овде је врло велики утицај промене атмосферских услова те, у ствари, правог аларма и нема. Препоручљиво је да се угради више апарата, тако да сваки покрива једну деоницу са сличним условима за стварање поледице.

3.3. Пренос података

Описани апарати у принципу дају сигнале у виду електричних импулса. Ти импулси се могу пренети на одређено место у близини и интерпрети-

рати, или сабирати на једном централном месту посредством телефонских линија, радија или административних веза. Обично је најзгодније да се употреби телефонска линија, нарочито када поред пута таква веза постоји (телефони за прву помоћ). У центру, сигнали могу да се снимају на магнетофонску траку и даље преносе заинтересованим службама посредством средстава јавних веза.

4. АПАРАТИ ЗА УТВРЂИВАЊЕ ПОЈАВЕ ПОЛЕДИЦЕ У ОКВИРУ ЗИМСКЕ СЛУЖБЕ

Уколико немају апарате за предвиђање поледице, службе одговорне за одржавање путева у току зиме о појави поледице или снега сазнају тек када је она већ на коловозу. Информацију добијају од возача, милиције, контролних служби и сл. Време које протекне од настанка поледице до завршетка акције зимске службе ради њеног отклањања може се рашчланити на следећи начин:

t_1 = време утврђивања: време протекло од појаве поледице до момента када је центар за интервенције о њој обавештен;

t_2 = време узбуне од аларма до поласка возила за интервенцију;

t_3 = време вожње од поласка возила за борбу против поледице до почетка интервенције;

t_4 = време интервенције од њеног почетка до краја (посипање средстава против поледице);

t_5 = време потребно да би употребљена средства почела да делују.

Када се за предвиђање поледице употребљавају апарати, може да се уведе и:

t_0 = време претходног упозорења, односно време које протекне између упозорења које даје аутоматски апарат и тренутка стварања поледице.

Када се не користе уређаји за детекцију поледице, време присутности поледице на путу биће:

$$t_u = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \quad (1).$$

Употребом апарата, односно система за утврђивање појаве поледице постиже се да време утврђивања буде $t_1 = 0$, па је тада:

$$t_u = t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \quad (2).$$

Када се користе апарати, односно систем за предвиђање појаве поледице, време за најповољнији случај употребе система биће:

$$t_o = t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \quad (3),$$

што значи да поледице уопште неће бити и да ће дејство службе имати превентивни карактер. Ако је време t_o краће, поледица ће се извесно време задржати на путу.

Општим разматрањем једначине (3) може се доћи до закључка да употреба алармних система за предвиђање појаве поледице има сврхе само у случајевима када је служба за интервенције веома добро организована: особље увек спремно за брз покрет, транспорт обезбеђен, опремљеност машинама и средствима која брзо и ефикасно делују против поледице. Да би се ефикасност службе повећала, аларм се може сместити у домаћинства људи који раде на спречавању поледице.

Да би уграђивање апарата било оправдано, зимска служба мора да буде добро организована: од упозорења до завршетка акције на посипању не сме да протекне много времена.

Уколико се појава поледице утврђује за кратко време и без апарата (на пример, честе патроле милиције), уграђивање система за утврђивање присуства поледице на коловозу без

претходног аларма нема сврхе јер би у том случају корист била релативно мала.

При „економском“ разматрању треба имати у виду и оштрину климе, важност пута, саобраћајно оптерећење итд.

5. ГРАНИЦЕ УПОТРЕБЕ СИГНАЛНИХ УРЕЂАЈА ЗА УТВРЂИВАЊЕ ПОЈАВЕ ПОЛЕДИЦЕ

Према садашњем стању технике, практично би било изводљиво постављање уређаја који би потпуно аутоматски дао аларм у случају појаве поледице или чак пре него што се она појави, зависно од примењеног система. При том би учешће човека било искључено. Овакав систем би био прилично скуп, а ипак би се морало рачунати са око 20 до 30% „лажних“ аларма, што би, временом, сигурно довело до негативних последица. Коначну одлуку о почетку акције треба свакако препустити човеку који ће узети у обзир микроклиматске услове и општу метеоролошку ситуацију, располагајући и подацима о претходним акцијама и водећи рачуна о свим осталим елементима који могу да утичу на појаву поледице. Аутоматски сигнали могу да служе само као помоћ одговорном лицу да донесе коначну одлуку.

6. ПРАКТИЧНИ САВЕТИ

Апарати за предвиђање појаве поледице за сада су релативно несавршени. Да би се употребили, потребно је да стварно имају корисну улогу у организацији зимске службе и не треба их уграђивати као технички куриозитет.

Ако се после детаљне анализе установи да су апарати потребни, треба установити какво се обавештавање жели — утврђивање појаве поледице

или предвиђање поледице. У овом другом случају треба одредити жељено време предвиђања. Уопште, треба се одредити најпре за методу утврђивања поледице да би се формирао персонал и могле да се процене могуће предности.

Пре употребе је неопходно регулисати сигнал аларма у односу на локалне услове и локалну организацију зимске службе и установити дали се жели посебан сигнал за мерење сваког параметра или само један којим ће апарат упозорити на могућност појаве леда.

У прво време треба надгледати једно место и рад једног апарата, а затим следи опремање по етапама.

Испитивање начина снабдевања струјом, трансмисије података до центра и избора места уграђивања уређаја је врло значајан проблем. Најбоље је да су уређаји уграђени што ближе центру, са сталним дежурством, или да се сигнал преноси телефонском линијом до куће неког од одговорних за зимску службу.

Кад се жели покривање мреже путева апаратима за утврђивање поледице, треба водити рачуна о микроклиматским условима појединих секција, одредити секције које су независне једна од друге и тек на основу тога може се ограничити број апарата. Један апарат може да буде спојен и са више сонди.

7. ЗАКЉУЧЦИ

— Учињен је велики напредак у односу на време када су мерење са-

мо температуре и влажност ваздуха. Одређеним мерењима описаним апаратима може се предвидети појава поледице. Наравно, не може се очекивати стопостотна тачност у току зиме јер се неки случајеви појаве поледице не могу предвидети.

— Мерени и интерпретирани параметри нису исти за све типове поледице. Да би се детектори ефикасно употребили, потребно је стога познавати учесталост појаве различитих типова поледице у посматраном географском сектору.

— Избор и уграђивање апарата зависе од економских разматрања и организације зимских служби. Пре одлуке о уграђивању апарата треба размотрити могућност за унапређење организација и тек када су све те могућности искоришћене вреди набавити апарате.

— Теоријски је могуће аутоматски покренути интервенцију зимске службе. Ипак, људска одлука остаје као главна полуга за покретање акције.

— Потребно је снимати све податке добијене помоћу детектора и све акције зимске службе да би се могле спроводити економске анализе и усавршио систем.

— Неефикасно је, чак и опасно давати возачима директан сигнал упозорења апаратом за детекцију поледице. Такво решење није могуће при данашњем степену развитка технике.

Превео и припремио
Ђорђе Узелац, дипл. инж.

[1] Association de la route (A.T.R.)
Forschungsgesellschaft für das strassenwesen (F.G.)
Union suisse des professionnels de la route (V.S.S.):
LES AVERTISSEURS DE VERGLAS
Bulletin de liaison N° 56, décembre 1971.

Школа за путаре — да или не

Једна новинска вест узбудила је пре неколико година готово све Југословене: „Европа нас обилази путевима. Тада, а и касније, новине су доносиле бројне чланке о узроцима тог „обиласка“, о томе ко је за то крив, ко стоји иза тога и какве су му побуде и шта предузети да до тога не дође. У помоћ су позвани многи стручњаци који се овом проблематиком баве. Било је много питања, али се чуло и доста одговора. Све се, углавном, сводило на констатације да су наши путеви испод европског нивоа, да немамо ауто-путева, да мало улажемо у путеве. Да бисмо привукли саобраћај и да нас не би обилазили, морамо се приближити нивоу садашње путне мреже у Европи.

Готово сви су се сложили да се морају повећати садашња улагања у изградњу нових путева и ауто-путева и да је то једини начин да се саобраћај одвија преко наше земље. Међутим, то није и једини услов. Да бисмо се приближили Европи, потребно је и одржавање путева подићи на европски ниво. Колико се овом проблему поклања пажње у нашој земљи, колико се издваја средстава, какво је

знање наших стручњака из ове области и како пратимо остале у свету процењују и други, па нас зависно од тога посећују или обилазе.

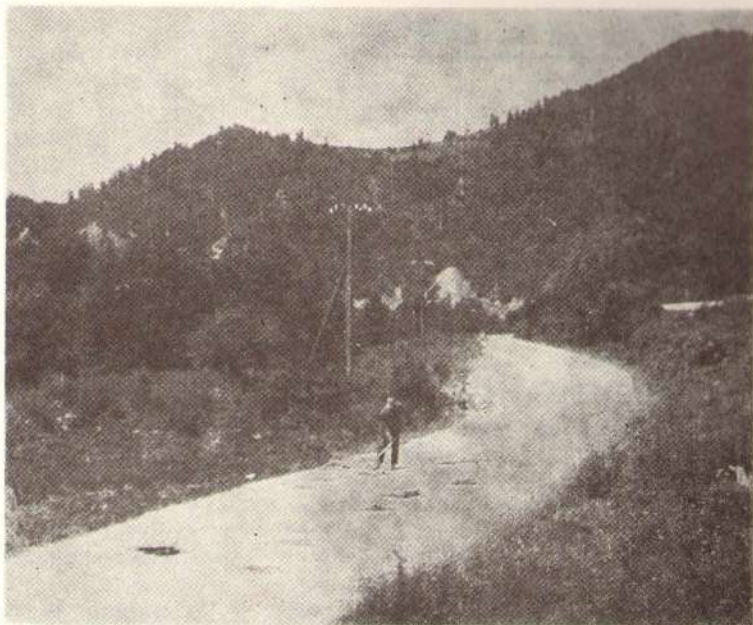
Са аспекта привредног развоја наше земље нарочито је значајно колико путеви убрзавају или успоравају њен општи напредак.

Број моторних возила нагло се повећава, тако да данас путевима, више него икада, треба поклонити много пажње и знања. Нису увек пресудна средства која се издвајају за њихово одржавање (мада је и то битно) већ, пре свега, прилаз проблему.

Неопходно је прећи зато на интензивно одржавање путева, за разлику од досадашњег стихијног, неорганизованог и недовољно проученог начина њиховог одржавања. Без савременог одржавања путева неће се развијати ни друмски саобраћај, јер ако се оно не унапреди, неће моћи да се обезбеде основни услови које пут треба да пружи за непрекидан, брз и безбедан саобраћај, са што мање експлоатационих трошкова.

Да би се то постигло, потребно је, поред осталог, имати и профил радника — путара који би имали много више знања и били оспособљени да

Сл. 1 — Класичан
начин одржава-
ња путева



квалификовано доносе одлуке, обављају послове, прате саобраћај и благовремено предузимају мере како би пут најбоље могао да служи својој намени.

Овакве раднике може дати само школа посебно задужена да оспособи младе људе за овакво занимање. Каква би била ова школа и о свему осталом у вези с њом није тема овог написа. Одговор на то да ли ће до оснивања школе уопште доћи и на сва остала питања у вези с њеним профилем и радом треба да да анкета која ће се ускоро спровести међу путарима и осталим заинтересованима.

Треба ипак рећи да је опште мишљење да се формирањем школе касни. Ове године почиње изградња другог коловоза ауто-пута према Нишу. Изграђено је или се тек гради више нових магистралних путева, а све њих треба савременије одржавати. Потребе за новим кадровима очигледне су, па се проблем запослења будућих школованих радника — путара уопште не може узимати као изговор.

Друштво за путеве СР Србије је покретач и носилац акције формирања школе за путаре. Све сугестије у вези с тим биће драгоцене, а помоћ у овој акцији је обавеза и чланова Друштва и свих оних који живе од путева и за путеве.

Припремио

Владета Миловановић, дипл. инж.

Успела акција друштва за путеве СР Србије

Професор Живорад Ђукић, дипл. инж., председник Друштва за путеве СР Србије, отворио је 24. новембра прошле године на Грађевинском факултету у Београду први семинар о примени електронских рачунара у пројектовању и грађењу путева.

Семинар је трајао четири месеца, а похађало га је 30 учесника из седам предузећа Београда и Новог Сада.

Овај семинар почео је са радом у време када је Друштво за путеве СР Србије уочило да југословенско путарство у примени рачунара видно заостаје за технички развијенијим земљама. Зато је формиран Одбор за развој примене електронских рачунара који треба да организује семинаре о примени рачунара у грађевинарству и геодезији, издаје одговарајућу литературу за семинаре и уводи нове програмске системе. Чланови одбора су Љубиша Миловановић, дипл. инж.; Брана Златановић, дипл. инж.; Бранко Момчиловић, дипл. инж.; др Душко Игњатић, дипл. инж.; маг. Александар Цветановић, дипл. инж.; Милан Акшановић, дипл. инж. и Никола Клем, дипл. инж.

Семинар је подељен на четири дела:

- примена електронских рачунара у грађевинарству;
- примена електронских рачунара у инжењерској геодезији,
- примена електронских рачунара у пројектовању саобраћајница,
- примена електронских рачунара при обрачунању радова на пројектованим саобраћајницама.

Наставу и вежбе организовао је Инжењерски рачунски центар Грађевинског факултета у Београду. Потребне уџбенике припремили су: Душко Игњатић, Милан Акшановић, Александар Цветановић и Никола Клем.

ПРИКАЗ СЕМИНАРА

У првом делу семинара учесници су стекли неопходна предзнања о рачунарима, њиховим могућностима, програмском језику (FORTRAN) и проблемски оријентисаном језику (COGO).

У другом делу семинара детаљно је обрађен програм COGO — за при-

мену рачунара у решавању свих врста геометријских задатака који се јављају приликом пројектовања и грађења путева и градских саобраћајница. Учесници су упознати и са програмским системом GEOPS — за примену рачунара у нижој и вишој геодезији.

У трећем делу семинара изложен је програмски систем HIDES — за пројектовање путева. Објашњен је начин рада пројектаната при коришћењу тог програмског система, приказан рад рачунара при решавању проблема везаних за трасу саобраћајнице и детаљно описана четири програма:

— AXIS — за пројектовање осовина пута и одређивање елементарних тачака,

— INCH — за пројектовање петљи ауто-путева,

— NAXES — за одређивање односа двају осовина и

— SETOF — за одређивање елемената за обележавање.

У четвртном, последњем делу семинара обухваћена су још четири програма:

— GRADI — за пројектовање нивелета пута,

— ELEV — за одређивање кота горње површине коловоза и профила пута,

— TRRN — за одређивање кота попречног профила терена и

— CUFIL — за одређивање површина попречног профила пута и кубатура земљаних маса.

Организатори семинара били су изненађени очигледним интересовањем слушаца и њиховим успехом — да сами непогрешиво решавају своје проблеме из праксе.

Семинар се завршио у априлу, али то неће бити крај акције. Сада је оформљена база па би требало кренути даље — на увођење нових савремених програмских система. Једино сталним тимским радом, под покровитељством Друштва за путеве СР Србије, може се постићи потпуни успех.

Припремили

Маг. Александар Цветановић, дипл. инж.
Др Душан Игњатић, дипл. инж.

Заслужни чланови Друштва

Успеси и достигнућа у нашој путоградњи дело су бројних трудбеника и стручњака који су стални мањак у финансијским средствима и опреми надокнађивали ентузијазмом, снажљивошћу, прегалаштвом и љубављу не тражећи за то посебне награде и признања.

Издвајајући најзаслужније прегаоце као пример онима који данас раде и који ће тек доћи, редакција часописа истовремено одаје признање и захвалност свима онима који су у наше путеве уградили део себе — своје знање, младост и своју љубав према домовини, а који данас скромно проводе своје дане у заслуженом одмору трудећи се да своје богато искуство и знање пренесу на млађе.



Милутин — Мика Максимовић,
дипл. инж.

Инжењер Милутин Максимовић рођен је 1904. године у Србобрану, у породици професора др Јована Максимовића, нашег угледног књижевника, преводиоца, педагога и јавног радника.

Милутин Максимовић познат је нашој јавности не само као инжењер и руководилац, и не само по својој дугогодишњој и успешној дру-

штвеној делатности, већ и као аутор многих чланака објављених у нашим стручним часописима и реферата поднетих на скупштини и конгресима, али и као преводилац многих кључних дела научне и техничке литературе из области архитектуре и грађевинарства (са руског, енглеског и француског језика).

Данас је већ проређен број оних наших колега који знају колики је он допринос дао нашим путевима у једном одсудном, преломном периоду нашег времена, иако по својој ужој специјалности није био путар.

Првих послератних година, као помоћник министра грађевина Србије, много је допринео обнови наших путева и мостова. Требало је много радити: путеви су били толико запуштени и разровани да су били једва проходни. Највећи број мостова непријатељ је минирао приликом повлачења, те су мостовске конструкције махом лежале у речним коритима. Главни задатак био је у том тренутку — подићи мостовске конструкције из река, поставити их на привремене ослонце и покрпити њихове коловозне табле и оспособити нашу путну мрежу уређењем путева. Рат је почетком 1945. године још трајао,

Сл. 2 — На траси „Партизанског пута“. Инж. Максимовић (лево), Др Благоје Нешковић, председник владе Србије (у средини) и инж. Алекса Драговић, руководилац радова (десно)



па је одговорност Министарства грађевина, а и тадашњих техничких одељака и секција на терену за реализацију овог задатка била утолико већа.

Сећајући се тог времена, инжењер Максимовић истиче да је тада радило много веома способних и вредних инжењера и техничара, а помиње само неколицину који су тада носили сву одговорност у Министарству: доајена, пок. Добру Стевановића, тадашњег начелника Одељења за путеве и мостове; пок. Вељу Драговића, шефа Одсека за путеве. Но, сви су радили подједнако, уједињени на заједничким задацима.

Присећајући се тог доба, Милутин Максимовић каже: „Било је то на неки начин својеврсно херојско доба“, истичући да не мисли посебно на инжењере и техничаре нити на Министарство у целини. Има при том у виду све наше људе, цео народ који је једнодушно био прегео на посао да земљу извуче из рушевина и што пре обнови. Мада се оскудевало у свему, почев од хлеба до цемента (о механизацији није било ни помена!), радило се предано и одушевљено. Прековремени рад, разуме се неплаћени, био је правило. О годишњим одморима није

се још ни сањало, а плате су биле више него скромне — уз додатак „купона“ за хлеб, шећер и уље, као и „тачкица“ за оно мало текстила и обуће који су се у радњама могли наћи.

Из тог „херојског доба“ сећа се и „недеља путева“ које је организовао Народни фронт, уз техничку сарадњу Министарства грађевина и теренских секција. Људи су масовно излазили да поправљају путеве. Долазило се са заставама и песмом. Ко је имао запрегу, долазио је на воловским колима, ко није — само са лопатом на рамену. И сви су радили, утркујући се ко ће пре завршити свој део пута. То је већ далека прошлост, али је ипак значајно сетити се таквих и сличних акција.

У то време саграђен је и први нови пут у Србији после ослобођења — од Партизанских Вода на Златибору до Нове Вароши, назван „Партизански пут“. Тим именом назваће се ускоро и наше прво предузеће за грађење путева, на чијем је челу био пок. инжењер Веља Драговић. Он је руководио и групом која је тај наш први пут трасирала и изградила.

*

**

Милутин Максимовић определио се за техничку струку још много пре уписа на Факултет. Када се 1919. уписао у средњу школу, није отишао у неку од београдских гимназија већ у Реалку, у којој се учила и нацртна геометрија и техничко цртање (поред доста обимног програма из математике, физике и хемије). После матуре уписао се на Грађевински одсек Техничког факултета где је 1929. године и дипломирао.

Као млад инжењер запослио се одмах чим му се случајно указала прилика: у барутани „Обилићево“, у близини Крушевца, где је пројектовао више индустријских хала и водио надзор над њиховом изградњом. После одслужења војног рока у морнарици, обрео се у Колашину, на трасирању Јадранске пруге. Касније је прешао у Санитетско-техничко одељење Централног хигијенског завода, где је радио интересантан и користан посао — снабдевање водом, изградњу хигијенских и здравствених објеката и сл.

Одмах после ослобођења, почетком 1945. године, именован је за помоћника министра грађевина НР Србије, а после три године, када се већ могло помишљати и на оснивање Грађевинског института Србије, поверено му је да га организује и води. После три-четири године рада тај институт спојио се са Савезним институтом за грађевинарство. Прикључиле су се још неке сродне организације и тако је настао Институт за испитивање материјала Србије, у коме је инжењер Максимовић провео свој радни век до одласка у пензију почетком 1968. године, уз три „ескурзије“. Прва таква екскурзија је била када је на Оснивачкој скупштини Удружења грађевинских предузећа, касније Југословенске грађевинске коморе, изабран за генералног секретара. Друга је била када је именован за подсекретара Извршног већа СР Србије — руководиоца сектора грађевинарства, а тре-

ћа када је упућен у Етиопију, на тражење етиопске владе преко техничке помоћи, где је остао две године као саветник министра јавних радова.

Осим тога, неколико година је предводио нашу делегацију у Комитету за становање, архитектуру и урбанизам Уједињених нација у Женеви, која је била веома активна и доносила у земљу мноштво драгоцених информација и искустава других земаља баш у оно време (од 1954. до 1961. године) када се о стамбеној изградњи у нашој земљи почело не само размишљати већ и активно радити.

Годинама друштвени радник, инжењер Максимовић има данас малу збирку повеља која говори о његовом раду. Био је заслужни и почасни члан наших стручних организација: Савеза грађевинских инжењера и техничара Југославије, Друштва инжењера и техничара, Општег савеза инжењера и техничара Југославије и Савеза југословенских лабораторија. Има и златну плакету Савеза грађевинских инжењера и техничара Југославије, као и плакету Савеза грађевинаца „Народне технике“, два златна сата...

Био је оснивач и први председник Савеза југословенских лабораторија, оснивач и први председник Друштва инжењера и техничара Србије, а касније и Савеза грађевинских инжењера и техничара Југославије, потпредседник у „Народној техници“, главни уредник „Нашег грађевинарства“ (18 година), организатор и уредник издања Савеза грађевинских инжењера и техничара Југославије: „Адресара“, „Алманаха“, „Грађевинског календара“ и др. Сви који су са њим сарађивали у тим организацијама и на тим пословима знају га као радног а не почасног председника.

У ономе што је годинама писао могу се уочити два дела. Први чине оригинални научни и стручни радови — око 70 чланака и расправа, објављених у нашим стручним часописима

и периодичним публикацијама. Ту спада и „Приручник за испитивање грађевинског материјала (са пок. инжењером Савом Атанацковићем), али и „Грађевинске приче“, рађене за „Народну технику“, намењене првенствено популарисању грађевинске струке међу омладином, али и очувању спомена на рад наших стручњака — грађевинаца у периоду обнове.

Он спада и међу најугледније (и најплодније) преводиоце наше стручне литературе. То је онај други, не мање значајан део његовог рада. За последњих тридесетак година (од 1948. до 1975. године) превео је 27 књига из области грађевинарства и архитектуре (са руског, енглеског и француског језика), на укупно око 12.000 штампаних страница. Његов преводилачки рад обухвата теорију конструкција и отпорност материјала, армирани и преднапрегнути бетон, мостове, асеизмичко грађење, архитектуру и урбанизам, па и историју уметности. Тренутно су у штампи два његова превода: „Армиранобетонске конструкције“ (Улицког, Ривкина и др.) и „Својства бетона“ (проф. А. М. Невила), за које он сматра да ће бити међу бестселерима наше стручне литературе.

И на крају — још један леп детаљ. Када је Савез грађевинских инжењера и техничара Југославије издавањем „Алманаха“ — који је он замислио организовао рад на њему и био главни уредник едиције — остварио неочекивано лепе приходе, сви сарадници на том послу били су награђени према свом доприносу, сви — изузев

главног уредника, инжењера Максимовића, који није могао да замисли да он као тадашњи председник Савеза прими од тог истог Савеза хонорар. Одбио га је, а другови из тадашњег Одбора су решили да се из те суме која му је била намењена формира „Фонд првог председника“. Сада се тај Фонд налази при београдском Грађевинском факултету, а намењен је награђивању најбољих дипломских радова.

*
* *

Наш друг и колега Милутин — Мика Максимовић је и у 72. години живота још активан. Хоџа још исто онако брзо као што је увек чинио. Ради и даље неуморно. Као своје пратило понашања цитира ону изреку Наполеоновог генерала и команданта Старе гарде Комбрана који је на Ватерлоу (када је битка већ била изгубљена), на предлог енглеског команданта да се преда, одговорио: „Гарда гине, али се не предаје.“

Не предаје се ни он. На питање чиме се сада бави, одговара да је „аванзовао за професора“. Предаје, наиме, на течају Удружења научних и стручних преводилаца — на курсу енглеског језика (у ствари енглеске научне и стручне терминологије). На питање шта после тога — одговара да намерава да првим возом отпутује у Сутоморе да би се посветио својим летњим пословима: раду у башти и резбарењу у руменом крушковом дрвету шкриње намењене његовој тромесечној унуци Аси.

Милутин Ј. Татић, дипл. инж.

Издавачки савет

Аскалић Зувдија, Бољевић Љубомир, Бурбах Герхард, Веселиновић Здравко, Гаврилов Никола, Даниловић Михајло, Дервишкадић Менсур, Диманић Бранислав, Ђорђевић Михаило, Ђорђевић Миодраг, Ђукић Живорад, Ђурић Николас, Ивановић Момчило, Јовановић Миодраг, Караџова Биљана, Миладиновић Радмир, Миливојевић Милан, Радоман Радован, Раковић Златомир, Светел Душан, Тасић Драгутин, Филиповић Љубомир, Шевчик Владан, Шурбановић Бранимир

Уредништво—редакција

Вајда Војислав, Кузовић Љубиша, Мацура Драгољуб, Миловановић Владет, Наумовић Радослав, Ристић Никола, Терзић Милорад, Шутић Јован.

Главни и одговорни уредник:

Др Здравко Јоксић, дипл. инж. Београд, Бул. Војводе Мишића 43, тел. 650-33

Лектор:

Зринка Ландекић, проф. књиж.

Технички уредник и коректор:

Тома Станковић, граф. инж.

Часопис издају:

Друштва за путеве Србије, Црне Горе и Македоније

Претплата за часопис:

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

Оглашавање у часопису:

800 и 1600 дин. у једном броју, односно 5000 и 10000 дин. годишње, зависно од величине огласа (половина или цела страна) и његовог положаја у часопису. Претплату за часопис слати на текући рачун Друштва за путеве СРС код Народне Банке — 60816-678-4223, а огласе и остало на Друштво за путеве СРС Србије, поштански фах 452, Кумодрашка нова 257.

