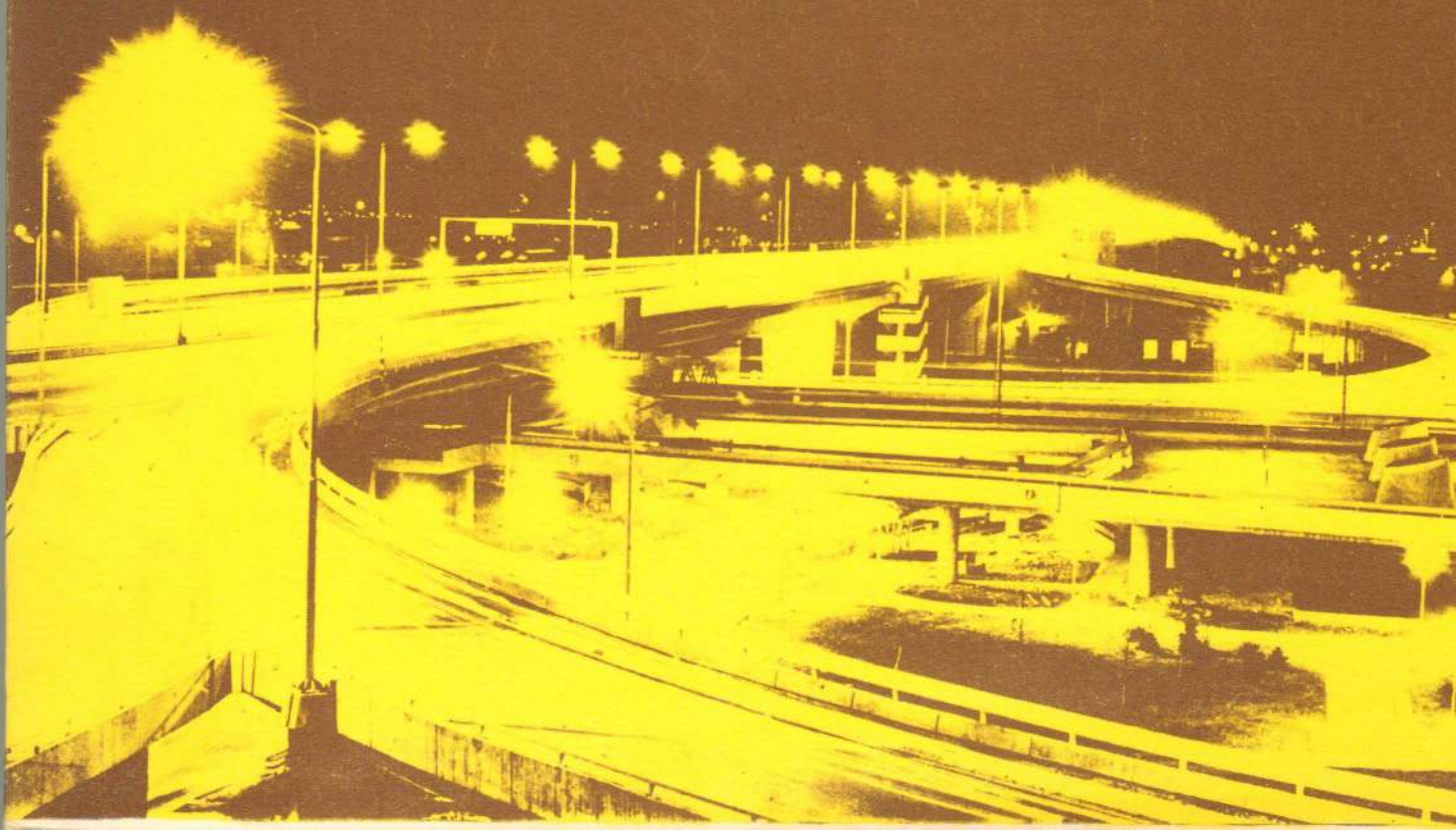


Пут и саобраћај

625.7

Бр. 7-8 1983. • Јули-август • Год. XXIX



Пут и саобраћај

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

7—8

ГОД. XXIX • ЈУЛИ—АВГУСТ 1983.



САДРЖАЈ

Др Михајло Малетин, дипл. инж.
Основе вредновања варијанти пројеката путева

Мр Александар Лепавцов, дипл. инж.
Неки аспекти експлоатације и одржавање мостова на путевима

Проф. др Момчило Ивановић, дипл. инж.
Континуирани модел прогнозе саобраћаја на путној мрежи

Др Милош Влаховић, дипл. инж.
Зоран Радић, дипл. инж.
Погодност постојећих инжењерско геолошких класификација за процену квалитета чврстих и получврстих стена при грађењу путева

Мр Душан Марушић, дипл. инж.
Прилог вредновању инвестиционих алтернатива при модернизацији и реконструкцији путне инфраструктуре

Мирослав Стефановић, инж.
Дозвољена дубина колотрага са аспекта безбедности саобраћаја

Предраг Брауновић, дипл. инж.
Електрофилтерски пепео енергане индустрије каблова
Светозарево као адитив комплексној стабилизацији локалног шљунка

Душан Богојевић, дипл. инж.
Посета деоници ауто-пута Е-70 у изградњи од аеродрома Сурчин до раскрснице Рума — Шабац

Проф. др Душан Светел, дипл. инж.
Међународни РИЛЕМ-ов симпозијум о испитивању угљоводоничних везива и материјала и активност међународне организације РИЛЕМ

Издавачки савет

Антонић Славољуб, Бајрами Шпенд, Бајевић Србољуб, Бејтула Деваја, Бурбах Герхард, Вајда Војислав, Гвозденчевић Миленко, Диманић Бранислав, Ђорђевић Михајло, Ђукић Живорал, Капларевић Вићентије, Кркић Предраг, Марковић Мирослав, Марковић Никола, Миливојевић Милан, Папо Јосиф, Радоман Радован, Раковић Златомир, Славић Грујо, Филиповић Љубомир, Шурбановић Бранко.

Уредништво и редакција

Анђус Војо, Буђевац Владимир, Ђурић Никола, Катанић Јован, Кузовић Љубиша, Мијушковић Вера, Миловановић Владета, Обрадовић Миодраг, Ристић Никола, Терзић Милорад, Петковић Срђан, Узелац Ђорђе, Шутић Јован.

Главни и одговорни уредник

Др Здравко Јоксић, дипл. инж.
Грађевински факултет у Београду
Булевар Револуције 73

Лектор: Петар Кашић

Ликовна и графичка опрема:

Тома Станковић, граф. инж.

Часопис издају:

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

Претплата за часопис:

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

Оглашавање у часопису:

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

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

Штампа:

ИШРО „Привредно финансијски водич“
Београд, Патријарха Димитрија 24

Основе вредновања варијанти пројекта путева*

Др МИХАИЛО МАЛЕТИН, дипл. инж.

Пут, као опште друштвено добро, у суштини је техничко средство за остварење најважнијих друштвених задатака као што су просторни и друштвено-економски развој. Стога је и логично да се пројектовање путева не може и не сме разматрати као уско инжењерски задатак како градити већ истовремено и где, када и зашто градити.

Иако није шире познато, ови задаци пројектовања путева јављају се већ у најранијим писаним радовима који се баве градњом путева: „Минимум трошкова изградње је наравно пожељно постићи, али пут који је стварно најјефтинији није онај пут који најмање кошта већ пут који остварује највеће добити пропорционално трошковима његове изградње“ (Gillespie, Road Making, 1853).

У самом зачетку путоградње уочен је проблем тражења најповољнијег решења, тј. оптимизације која се, када су путеви у питању, може се успешно решавати само ако се истражују варијантна решења и процесом вредновања доноси одлука о најповољнијем решењу. У складу са овим ставом, већ у предавањима проф. Јефте Стефановића (1906. године) једна петина текста чини посебно поглавље „УПОРЕЂЕЊЕ И ИЗБОР ТРАСЕ ДРУМА“, где се у уводу истиче:

„Задатак избора трасе своди се на то да се изнађе она траса за коју ће бити трошкови транспорта по тони и километру најмањи... Ови трошкови су функција годишњег интереса и амортизације капитала који је уложен у грађење друма, трошкова годишњег одржавања друма у исправном стању и годишњих трошкова око самог транспорта“, (Путеви, стр. 177).

Упоредо са тада актуелним проблемима као што су „ОТПОР ОД КОЊСКОГ ТЕРЕТА“, „ОДГОВАРАЈУЋЕ НАПРЕЗАЊЕ КОЊА“ и сл. равноправно се разрађује и „ЕКОНОМСКО УПОРЕЂЕЊЕ ТРАСА“ где се наводе следећи ставови:

„Целокупни трошкови које цело друштво подноси за транспорт... указују да је она траса боља чији су трошкови на годину мањи. Али не треба усвојити ту трасу. Уопште, код добрих пројекта-

та, скупљи пројекат даје веће користи“ (Путеви, стр. 196).

Уз ово поглавље јавља се и критички осврт аутора који несумњиво потврђује изузетну ширину његових погледа:

— Овај рачун може само да послужи као основ за рачунање када има више траса на испитивању. Он даје обавештења која могу бити корисна при претресању питања о избору али којима не треба дати апсолутну важност“ (Путеви, стр. 196).

Разлог за овакав став је чињеница да „се не зна или се тешко може да процени какав ће развој комуникација добити отварањем нове саобраћајне линије... Овај рачун се не даје применити на транспорте чија се величина и вредност не да бројевима изразити као на пример путнички саобраћај, јер се овоме не да одредити унапред величина и важност. Приближно се може узети да транспорт једне личности готово је еквивалентан транспорту једне тоне робе са гледишта трошкова... Када се резултати не слажу, онда треба критички испитати по вероватноћи и оценити основне податке који су послужили за рачуне... време путовања је вредност о којој формула не води рачуна. У другим случајевима ће се избор извршити тако да се отварањем друма подстакне каква индустрија или производња која ће учинити да се развије и већи транспорт“ (Путеви, стр. 197).

Ова скрипта писана су када се за „самокретна кола (аутомобиле“) закључује да „све три врсте (парни, бензински и електрични) имају својих добрих особина и својих недостатака. На садашњем ступњу технике, нити се могу преимућства знатно повећати нити недостаци знатно исправити“ (Путеви, стр. 148). Претходно наведени изводи потврђују да је проблем упоређења варијанти и избора најповољнијег решења старији од моторизације и пројектовања путева за њене потребе.

На жалост, развој пројектовања путева у нас дуже време је усмеравао на искључиво последичном разрешавању техничких проблема и на тај начин вештачки одвојено од целовитог планирања просторног и друштвено-економског развоја. Овај поступак је последица полазне заблуде да је саобраћај инфраструктура, а не суштински и интегрални део просторног и друштвено-економског развоја.

*) Овај чланак је приказ рада на стратешком пројекту, подпројекат V (Сигурност и удобност војње, експлоатациони ефекти, безбедност саобраћаја и еколошке последице као параметри оптимизације идејног пројекта пута) — РЗНС и Завод за саобраћајнице.

Последично вредновање варијаната, који је кључни корак у процесу пројектовања саобраћајних система, неоправдано је сужено на параметре трошкова у којима доминирају трошкови изградње, па је сагледавање других (често и важнијих) критеријума вредновања препуштено интуицији стручњака, иако су објективније методе давно зачете и развијене.

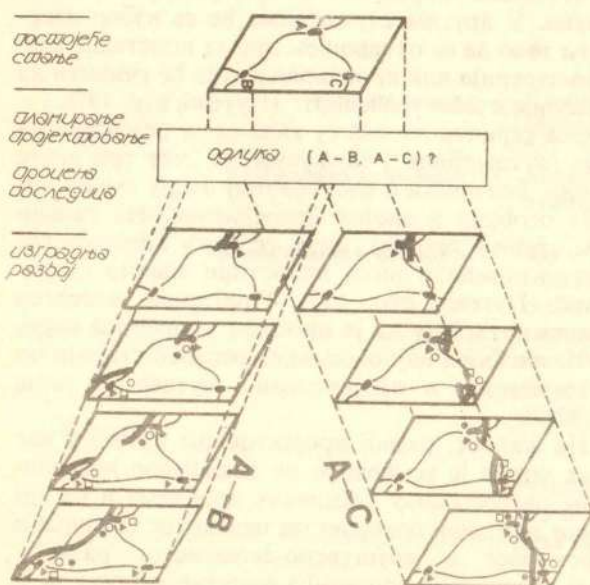
Последице затварања у уске оквире технике су вишеструке; добра па чак и изузетна техничка решења су реализована на погрешном месту (ГДЕ), сувише касно или превремено (КАДА) и, нажалост, са далеко мањим ефектима (или чак са негативним ефектима) него што је то предвиђено у тренутку доношења одлуке (ЗАШТО).

1. ПЛАНИРАЊЕ И ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПУТЕВА

Путни правац има свој животни век не само као физичка конструкција већ као правац комуницирања или пак објекти могу бити врло трајни. Међутим, најтрајнији ефекти градње пута јављају се у области просторног развоја. Многи данашњи центри развоја могу се лоцирати кроз историју до врло давних времена и увек ће се по правилу њихове локације уочити као чворне тачке мреже саобраћајних система.

С друге стране, доносећи одлуку о пружању путног правца и његовом рангу битно се обликује просторни развој (в. сл. 1). Одлучујући се за једну од варијаната (А—Б, А—Ц) пута истовремено се доноси одлука о интензитету развоја у местима Ц и Б. Проблеми развоја и неусклађеност простора и путне мреже јављају се пре свега као последица негирања међузависности путна мрежа — просторни развој.

Последице погрешне одлуке (нпр. путна мрежа А—Ц а развој у месту Б) су вишеструке:



Сл. 1 — Одлука о путном правцу — одлука о просторном развоју

— транспортни трошкови ка месту Б и из места Б су вишеструко увећани, и кроз просторни развој и кроз продужење пута и времена.

— путна мрежа не покрива центре активности па је у суштини недовољно искоришћена.

Одлука о избору варијанте пута, нарочито у хијерархијски највишим фазама, мора бити заснована на објективним разматрањима просторних и друштвено-економских последица. Будући да је највећи број учесника у одлучивању интуитивно свестан ефеката градње пута, вредновање мора до максимума бити објективно и не сме се ограничити на ужи простор (А—Б—Ц) већ мора обухватити утицаје на целу путну мрежу и индиректно на регионалне и земаљске циљеве које треба реализовати изградњом путног правца.

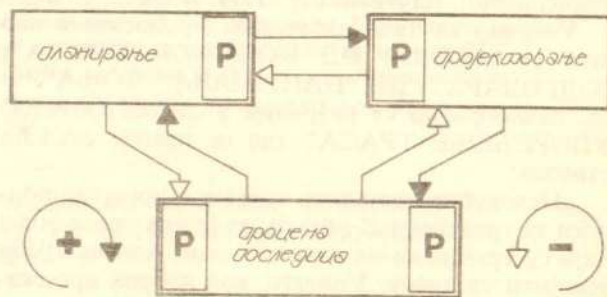
Већ из овог једноставног примера може се уочити да изградњом путна неко добија а неко губи (или не остварује значајнију добит). Не постоји ниједан пут, а то важи и за друге саобраћајне системе, који ће свим просторима, свим структурама, друштвено-политичким заједницама па и појединцима донети исте добити или обезбедити да нико не буде оштећен. Стога је неопходно да одлука буде:

— исцрпно, непристрасно и поуздано документована (задатак стручњака)

— демократски донета јавним одлучивањем уз учешће свих структура (задатак друштва).

Да би први задатак био испуњен, неопходно је најдиректније повезати процес просторног планирања са процесом пројектовања. Сваки ниво просторног планирања мора садржати поступке планирања саобраћаја, који су, опет, неопходиви од процеса пројектовања. Наиме, процес планирања саобраћаја мора се подржати пројектним решењима која одређују реалност и изводљивост варијанти како би се поуздано процениле последице планерских и пројектантских решења.

Као што је приказано на сл. 2, суштински поступак је дефинисан као „4 П“ процес — ПЛАНИРАЊЕ — ПРОЈЕКТОВАЊЕ — ПРОЦЕНА ПОСЛЕДИЦА. Логичан ток је симболички приказан као „+“ смер будући да се планерске поставке тешко могу документовано оценити без одговарајућег нивоа пројектовања.



$$P + P + 2P = 4P$$

Сл. 2 — Шематски приказ процеса „4П“

Ниво	Планирање	Проектировање		
1	Земљишко планирање • програм државно-економског и просторног развоја • политика у саобраћају • земљишкни системи аранжмана	Стратује пресе		
2	Свеобухватно регионално планир. • програм државно-економског и просторног развоја • програм развоја саобраћаја			
3	Регионално планирање саобраћаја • регионални системи • регионална политика у саобраћају	Генерални пројекат		
4	Детаљно планирање саобраћаја • програмски услови • план синхронизације • план ефикасне реализације			
5	Техничко планирање • основе техничких решења • принципи експлоатације и одржавања	Цртежи пројеката		
6	Планирање изградње, експлоатације и одржавања • методи изградње • динамика изградње • регулација и одржавање • организација одржавања			
				Цртежи пројеката

Сл. 3 — Хијерархички низ планерских корака и веза са пројектантским фазама

Код саобраћајних система веза између планирања и пројектовања остварује се преко 6 нивоа планирања и 4 нивоа пројектовања. На сваком нивоу подразумева се постојање „4 П“ процеса, односно израда и вредновање варијаната. Иза сваког нивоа планирања или пројектовања неопходна је одлука која представља основу за дефинисање задатака за следећи ниво планирања и/или пројектовања (в. сл. 3).

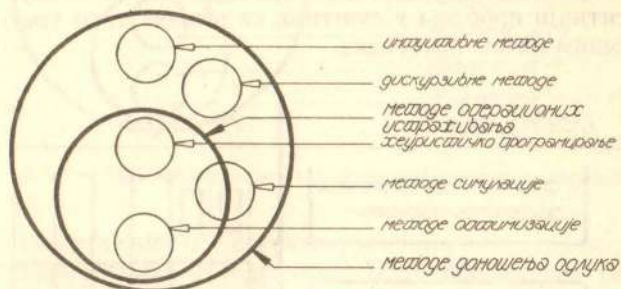
2. ЗАДАЦИ ПРОЈЕКТАНТСКИХ ФАЗА“

Планерски поступци и анализе формирају задатке за пројектовање чији резултати служе као документована основа за процену последица. Не улазећи у детаље планерских поступака, овде се разматра процес рада на пројектантском делу посла. Треба нагласити да унутар сваког пројектантског корака треба донети низ одлука које утичу на планерска одређења исте фазе, као и на планерске и пројектантске фазе нижег нивоа. Стога је неопходно поставити принципе доношења одлука и размотрити методе које објективизирају овај процес.

2.1 Савремене методе као основа за доношење одлука

Скуп метода примењивих у процесу доношења одлука при пројектовању путева у целини припадају тзв. хеуристичким методама, односно истраживачким методама. Као што је приказано на сл. 4, могу се применити следеће методе:

— Интуитивна — заснива се на систематском и рационалном структурирању проблема ослањајући се пре свега на креативност, склоност и непристрасност учесника одлучивања.



Сл. 4 — Савремене методе као основа доношења одлука у процесу пројектовања путева

— Дискурзивна — заснива се на систематизованом структурирању релативно нејасног проблема. У овом поступку од помоћи може бити хијерархијско низање уређених вишенивојских система у оквиру којих се успостављају међувезе и зависности.

Обе наведене методе су тзв. неегзактне, хеуристичке методе. Следеће три методе потпуно или делимично припадају групи метода операционих истраживања, чију основу представља полазна поставка да је квантифицирање критеријума и циљева могуће тако да се формирају математички модели проблема. Све три методе добијају свој пуни значај тек са применом рачунара.

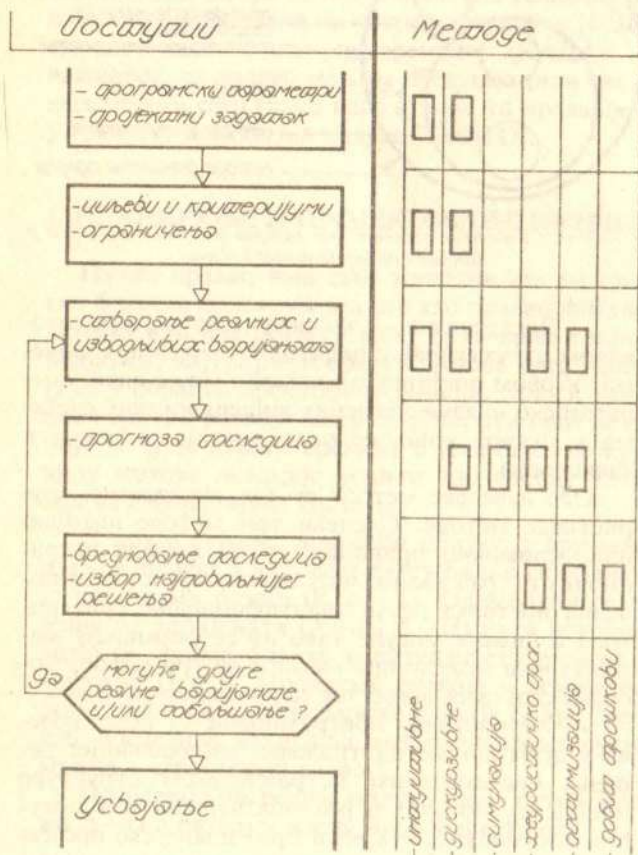
— Хеуристичко програмирање — подразумева у суштини метод тражења најповољнијег решења систематским истраживањем структуре проблема, могућих и реалних варијанти и могућих побољшања. Највећи број планерско-пројектантских проблема решава се применом ове методе, будући да остале методе ипак покривају појединачне специфичне проблеме.

— Оптимизација — укључује у себи познате методе линеарног и нелинеарног програмирања, целобројно и динамичко оптимизирање, теорију графова, мрежно планирање и сл. у којима се математички дефинишу зависности и функција циља. Посебно, за потребе пројектовања путева развијени су системи за оптимизацију траса путева који су од изузетне помоћи у фази стварања варијантних решења.

— Симулација — делимично припада егзактним и неегзактним методама. У суштини, симулација је експеримент на модулу реалног система тако да се нпр. могу испитати последице пројектних решења путног правца (или мреже) пре његове изградње. Типичан пример метода симулације је примена математичких модула за планирање саобраћаја како би се добило оптерећење путне мреже у будућности.

Наведене методе имају ширу примену, међутим, у процесу пројектовања путева основни задатак је да се применљивост ових метода повеже са поступцима у пројектовању. Свака фаза процеса, као и сваки корак унутар фазе подразуме-

вају постојање варијантних решења која су до одређеног нивоа разрађена тако да се могу сагледати и вредновати последице и на основу тога донети одлука. Велики број микро циклуса који почиње од стварања варијанти, процене последица па до избора, (в. сл. 5) у суштини је основни садржај рада пројектанта пута и сваки, па и најситнији проблем у суштини се решава тако уређеним низом поступака.



Сл. 5 — Циклус истраживања у пројекционој изуми и примени методе као основа за доношење одлуке

У извођењу процеса јављају се две латентне опасности:

— да се за одређени поступак у циклусу примени погрешан метод (нпр. интуитивна метода за вредновање последица) или се не примени прави метод услед непознавања његових могућности и начина примене.

— да се за одређени поступак у циклусу упорно сажимају и поједностављују законитости како би се применила савремена метода која, у конкретном случају, има ограничене могућности.

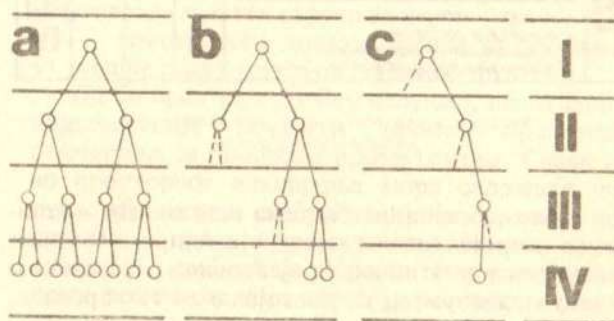
Последице су врло сличне, наиме, по правилу се као коначни резултат усвајају решења на основу једностраних, сувише уских и недовољно документованих критеријума што умањује могућности да се одреди оптимално решење те, иако је чак и усвојено решење оптимално, пројектант нема доказа ни за себе ни за друге учеснике у одлучивању да је усвојено решење најбоље.

Може се запазити да неегзактне методе (в. сл. 5) имају своје место у почетним корацима про-

јектовања, док се егзактне методе групишу у суштинским пројектантским корацима као што су стварање реалних варијанти, прогноза и вредновање последица. Очигледно да само успелом комбинацијом метода и њиховом исправном применом, уз пресудан утицај креативно-аналитичких квалитета самог пројектанта, процес пројектовања путева може дати оптимална решења.

2.2 Структура процеса пројектовања

Као што је раније поменуто, постоје четири фазе пројектовања од студије до извођачког пројекта. Пета фаза — архивски пројекат — искључена је из разматрања у оквиру овог рада будући да представља специфичан задатак оформљења документационе основе за даља планерско-пројектантска истраживања у региону и организацију саобраћаја на путној мрежи. У оквиру сваке фазе морају се разрађивати варијанте и донети одлуке о избору најповољнијег решења. Овај процес може се симболизовати структуром „дрвета“ (в. сл. 6) која је поједностављена и разматра проблем избора боље од две варијанте (алтернативе).



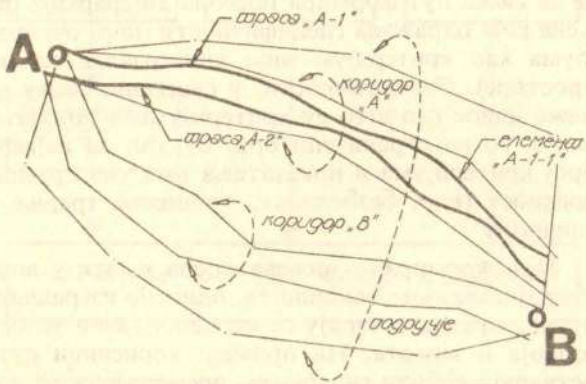
Сл. 6 — Структура процеса пројектовања (а — бинарна структура, б, в — структура по методу хеуристичког програмирања)

Бинарно „дрво“ је идеализовани случај где се све варијанте разрађују до најнижег нивоа (извођачки пројекат) када се одлуке доносе у последњој фази. Међутим, хеуристичко програмирање омогућава да се на једном нивоу пројектовања испитају варијанте, у свакој фази (I—IV) одбацују се све варијанте осим једне која постаје програмски задатак за следећу, хијерархијску нижу фазу пројектовања (сл. 6—б). Наравно, ово одбацавање спроводи се на основу документованих одлука (вредновање и избор) са пуном одговорношћу јер, по оваквој структури, врло је тешко вратити се у хијерархиски вишу фазу без, пре свега, материјалних последица.

На сл. 6—с приказана је и максимално сужена структура процеса која често може бити извор промашаја, односно пре времена се варијанте искључују из процеса будући да нису довољно детаљно разрађене и анализирани. Оваква структура може бити реална само у врло оштрим просторним и другим ограничењима где је дилема постојећи пут или новопројектовани.

2.3 Локација

Један од основних циљева пројектантских истраживања је избор локације елемената путног правца из које се дефинишу суштинске пројектантске и последично све остале карактеристике пута. Проблем локације јавља се у свим фазама пројектовања као кључно питање (ГДЕ?).



Сл. 7 — Подручје — коридор — шреса — елементи

I		Подручје — истраживање и избор подручја у коме су садржане све реалне и извођачке варијанте
II		Коридор — истраживање и избор најповољнијег коридора ширине 2-3 км.
III		Шреса — истраживање и избор најповољније шресе, шири просечно шресе до 45 км.
IV		Елемент — истраживање и избор најповољније локације елемента

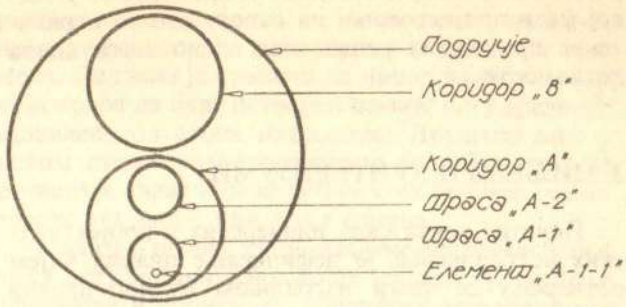
Сл. 8 — Проблем локације у оквиру фаза пројектовања

Значење ових појмова ближе је дефинисано на сл. 8 и повезано са фазама пројектовања (I—IV).

Имајући у виду да у овако хеуристички програмираном процесу нема могућности повратка у претходну фазу, вредновање варијантних решења добија изузетан значај. Наиме, овде се полази од принципа припадања (сл. 9), тј. оптимално подручје садржи оптимални коридор који садржи оптималну трасу, а она опет оптималну локацију елемента.

Другим речима, оптимална траса нађена у субоптималном коридору не може представљати стварно оптимално решење. Може се поставити питање зашто се процес не организује као бинарно или пак вишебројно „дрво“ како би се умањиле могуће последице погрешног избора у једној од пројектантских фаза.

Наиме, свака фаза пројектовања дефинисана је са два показатеља: ширина разматрања и ниво детаљности који имплицитно одређују цену и трајање пројектовања. Разрађујући све варијанте до нивоа извођачког пројекта, трошкови и време израде вишеструко расту уз опасност да се у ма-

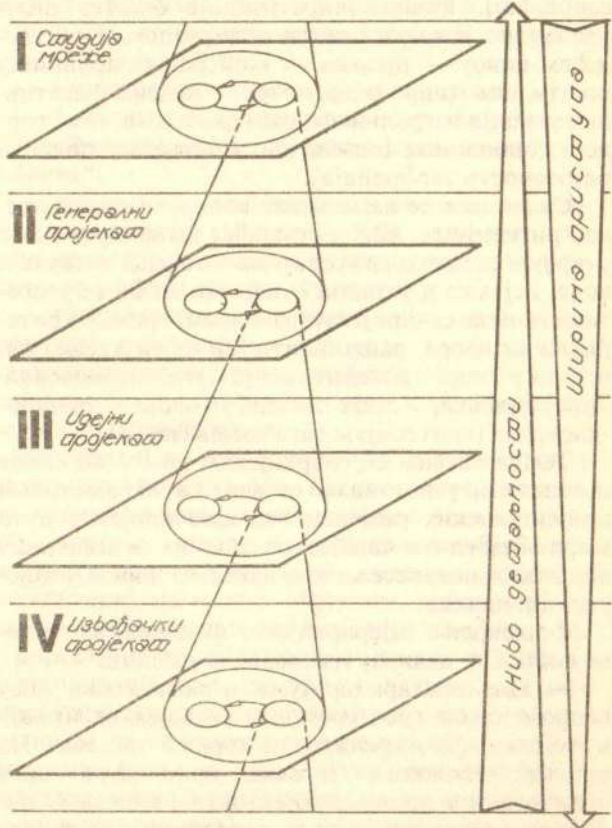


Сл. 9 — Принцип припадања оптималних решења — локација

си детаљних истраживања ширина приступа потпуно изгуби. Последично, број варијантних решења би се ограничио на мали број (пре свега због трошкова обраде) и на тај начин повећала вероватноћа да међу варијантама и нема правог оптималног решења.

С друге стране, развој рачунара отвара могућности да се велики број варијанта обради релативно брзо (али не и јефтино) до вишег нивоа детаљности. Међутим, прави ефекти примене рачунара се јављају баш у подручју ослобађања пројектанта од мукотрпне и некреативне аналитичке обраде како би се његове могућности усмериле ка ширем разматрању реалних варијаната и анализи последица, тј. вредновању.

Стога се пројектовање путева организује као хијерархијски процес који води оптималном решењу које се пре свега обезбеђује кроз ширину приступа (в. сл. 10). Вишеравански систем под-



Сл. 10 — Вишеравански процес истраживања најповољније локације

разумева процену последица и вредновање у свакој фази пројектовања на основу свесно ограничених пројектних решења са становишта нивоа детаљности.

3. ЦИЉЕВИ И КРИТЕРИЈУМИ

Почетна тачка свих планерских и пројектантских истраживања је дефинисање циљева чијем остварењу се тежи изградњом путног правца (ЗАШТО?). Дугорочни циљеви друштвено-економског развоја чине најшири оквир унутар кога се налазе и посебни циљеви развоја саобраћаја, односно путне мреже. Они истовремено представљају полазну тачку за хијерархијски низ циљева, критеријума и показатеља који се примењују у процесу вредновања варијанти путева, будући да је вредновање у суштини објективизирано одмеравање степена испуњења дугорочних циљева друштвено-економског развоја.

3.2 Основне карактеристике циљева

Битно је нагласити да општи дугорочни циљеви друштвено-економског развоја представљају трајна стратегијска одређења и да су, по правилу, уопштене формулације које се морају, за потребе вредновања, разложити у уређени низ.

При пројектовању путева, први ниво хијерархијског низа чине **општи циљеви** саобраћаја у области функције, економије, очувања животне средине и сл. Ови циљеви, по правилу, бивају општеприхваћени (нпр. брз, безбедан и поуздан саобраћај). Ради конкретизације општег циља неопходно је сваки општи циљ разложити у следећем нивоу — **циљеви** — који ближе дефинишу општи циљ (нпр. општи циљ смањења негативних утицаја изградње садржи еколошке, просторне и социолошке циљеве као и циљеве у области безбедности саобраћаја).

Сваки циљ се даље може конкретизовати преко критеријума, нпр. остварење еколошког циља утврђује се преко критеријума загађења ваздуха и вода, пејзажа и утицаја буке). Но да би се успоставила веза са пројектним параметрима, критеријум се мора рашчланити на **показатеље** као што су нпр. концентрација угљенмоноксида, угљоводоника, азот-оксида, олова сумпор-диоксида (критеријум загађење ваздуха).

Тек са таквим хијерархијским низом до нивоа показатеља успоставља се веза са параметрима пројектантских решења, односно пројекат пута мора обезбедити параметре са којих се дефинишу вредности показатеља као најнижег нивоа у хијерархији циљева.

Формирање хијерархијског низа циљева захтева подробну анализу из следећих разлога:

— Циљеви, критеријуми и показатељи нису непроменљиви кроз време, са развојем се мењају и хијерархија и релативни односи циљева. На пример: еколошки циљеви врло дуго нису укључивани у процес пројектовања путева (у нашим условима још увек су далеко од правог утицаја на пројектантске одлуке!!) и појављују се

тек са порастом нивоа друштвеног односа према животnoj средини.

— Технолошки развој може у будућности искључити поједине критеријуме (нпр. развој мотора без штетних издувних гасова).

— Сваки путни правац, па и свака деоница, представљају уникатно решење у конкретним условима ограничења. Стога се намеће задатак да се за сваки пут формира посебна хијерархија циљева која одражава специфичности (нпр. очување шума као критеријум није универзалан за све просторе). Специфичности, у суштини, утичу на ниже нивое као што су критеријуми и показатељи, и то на ограничени број будући да највећи број критеријума и показатеља има универзалну вредност (нпр. безбедност, трошкови градње и слично).

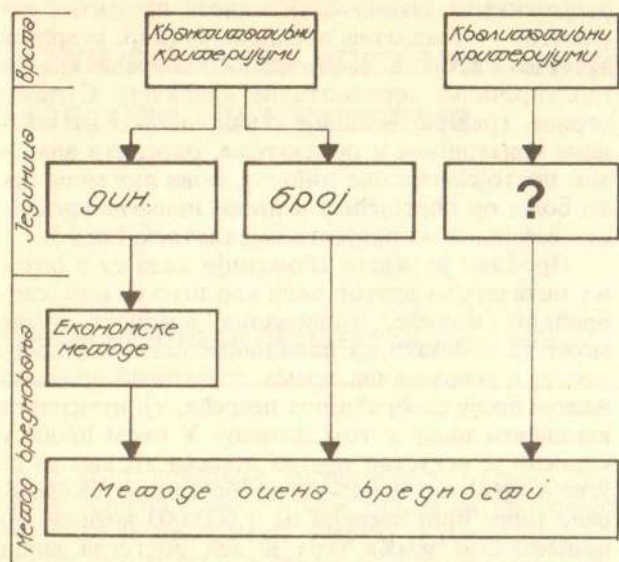
При формирању циљева треба имати у виду утицај полазног становишта, односно изградњом путног правца стварају се неравноправни услови развоја и живота. На пример: корисници пута остварују добити скраћењем времена вожње док становници дуж пута осећају негативне последице утицаја буке. Стога се у хијерархиском низу циљева морају наћи и позитивни и негативни ефекти изградње независно ко реализује те ефекте.

— Будући да се ширина приступа и ниво детаљности битно мењају по фазама пројектовања, тако исто се мења и хијерархијски низ циљева. Као последица проширења највишег нивоа циљева на подручја изван саобраћаја, у фази генералног пројекта губе се критеријуми битни за идејни пројекат.

— По начину описивања, критеријуми који се примењују у пројектовању путева деле се на квантитативне и квалитативне. Квалитативни критеријуми представљају посебан проблем пошто захтевају примену специфичних метода за нумеричко дефинисање. Квантитативним критеријумима увек је могуће придружити нумерички показатељ (нпр. број, концентрација гасова, ниво буке у dBA и сл.) иако није могуће све критеријуме изразити новчаним јединицама. Посебну групу квантитативних критеријума чине критеријуми којима се придружују показатељи изражени новчаним јединицама. Посебну групу квалитативних критеријума чине критеријуми којима се придружују показатељи изражени новчаним јединицама (нпр. трошкови градње, одржавања, корисника и сл.).

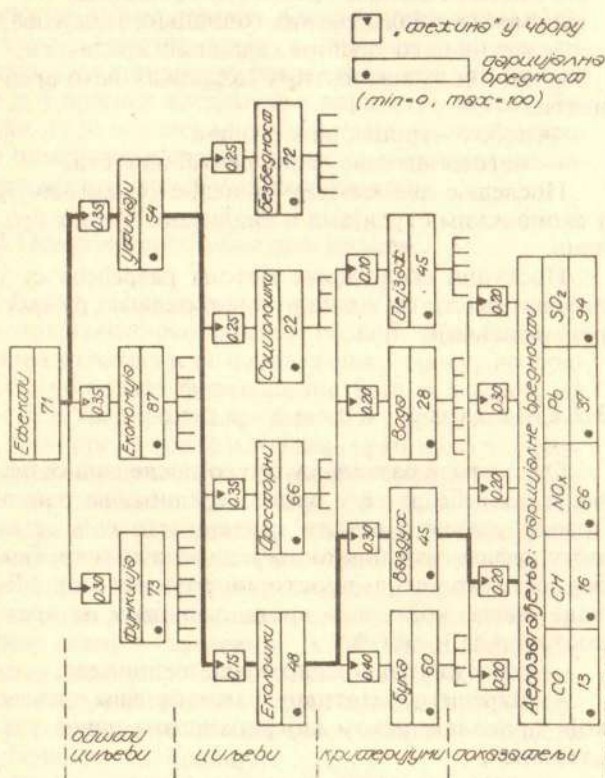
Ове карактеристике критеријума условљавају и примену различитих метода вредновања (сл. 11); економске методе вредновања применљиве су само на низ критеријума који се изражавају новчаним јединицама (обухватају само ограничени број критеријума), док су методе оцена вредности покушај да се у процес вредновања укључе и квантитативни и квалитативни критеријуми.

Неопходно је истаћи да посебан проблем представљају квалитативни критеријуми где се објективно сагледавање последица може успешно обезбедити применом метода симулације уз помоћ рачунара или пак других техника. На при-



јанта није варијанта која је најбоља по једном критеријуму (нпр. трошкови градње) иако тај критеријум може имати највећу тежину.

Може се закључити да методе оцена вредности имају значајну предност над економским методама, будући да укључују све битне циљеве изградње пута који утичу на одлуку у складу са придруженим нумеричким показатељима, релативним тежинама и хијерархијском структуром постављених циљева. Једна грана хипотетичког хијерархијског низа циљева, заједно са парцијалним оценама и „тежинама“ у чвору приказана је на сл. 12.



Сл. 12 — Приказ хијерархијског низа циљева као постројку дефинисања збирне вредности варијанте пута

Стварни параметри пројекта изражавају се парцијалном оценом која се дефинише путем граничне вредности и функционалну зависност. На пример, ако се измењу брзине и оцена успостави линеарна зависност:

$$y = aV + b$$

при чему је:

у оцена вредности по параметру брзине
 V брзина као пројектни параметар истовремено се морају одредити гранични услови, нпр. за $V = 60 \text{ km/čas}$ следи $y = 0$, а за $V = 120 \text{ km/čas}$ следи $y = 100$, коефицијенти a и b би добили следеће вредности:

$$y = 1,66V - 100$$

Наравно, законитост функције оцена не мора бити линеарна већ се одређује на основу закључка

истраживања законитости односа пројектни параметар — показатељ вредновања (нпр. утврђена законитост броја саобраћајних несрећа као Φ (полупречника хоризонталне кривине)). С друге стране, границе функције оцена могу се за поједине критеријуме и показатеље, одредити анализом постојећег стања (min. тј. нови пут мора бити бољи од постојећег) и преко примене вредности дефинисаних пројектним задатком (max.).

Проблем је нешто сложенији када су у питању показатељи другог типа као што су нпр. саобраћајне несреће, минимална вредност оцене може се повезати са данашњим нивоом безбедности, а максимална према друштвено прихватљивом броју саобраћајних несрећа, тј. нумерички исказаном циљу у том домену. У овом процесу корисно је искуство других земаља тј. као да се усваја друштвени циљ да се по показатељу несрећа (нпр. број несрећа на 1.000.000 возила-km) приближимо земљи која је већ достигла виши ниво безбедности саобраћаја.

Неизвесности и дилеме које се могу јавити приликом успостављања законитости оцена — пројектни параметар не умањују суштинске предности ове методе. У сваком случају, повољна околност је да се ради о упоређењу и вредновању варијаната те треба тежити поузданости у релативним односима, иако апсолутне вредности нису потпуно егзактно доказане.

4. ЗАКЉУЧАК

Коначна оцена вредности пројектантског процеса одређује се тек у стварним условима експлоатације изграђеног пута. „Изненађења“, „стицај објективних околности“, и сл. у највећем броју случајева су директна последица пропуста у планирању и пројектовању, и то, пре свега, у процесу вредновања варијанти и доношења одлука. У нашим условима, битан узрок је одсуство прописа који би дефинисали одговарајућу методологију и технологију пројектовања за сваки путни правац у зависности од његових функционалних задатака у оквиру целовите путне мреже.

Примена савремених метода пројектовања, а посебно метода доношења стручних одлука, препуштена је личном избору пројектанта уместо да се, путем јединствено прописане методологије, обезбеди потребан ниво поузданости и квалитета који одговара значају путоградње за целокупни развој. Другим речима, неопходно је изменити полазни однос: пројектовањем се МАТЕРИЈАЛИЗУЈУ ЦИЉЕВИ РАЗВОЈА И ДОКУМЕНТОВАНО ДЕФИНИШУ ОПТИМАЛНА РЕШЕЊА а не решава само геометрија и/или техничка страна проблема.

Практично, процес пројектовања повезан са процесом планирања мора да обезбеди низ параметара за вредновање и поуздане одговоре на питање ГДЕ, КАДА, ЗАШТО и КАКО градити пут. Само при таквим условима са поуздањем се може дочекати будући развој саобраћаја као неодојивог и битног елемента друштвено-економског и просторног развоја.

Неки аспекти експлоатације и одржавање мостова на путевима

Мр АЛЕКСАНДАР ЛЕПАВЦОВ, дипл. инж.

Нагло повећање интензитета путног саобраћаја у последњим годинама пропраћено је повећањем учешћа и носивости теретних аутомобила у укупном саобраћајном протоку, што се приметно одразило на стање мостовских конструкција. У томе, особито на главним магистралним правцима, добар део имају страна теретна возила, која су често контејнеризирана јер је географско-геополитички положај СФРЈ такав да се у великој мери експонира као давалац путне саобраћајне услуге за робне токове: Европа — Азија — Африка.

Све чешће је потребно да се преко мостова превезу ванредно тешки терети, који нису третирани приликом статичког рачуна. Ова појава је озбиљна и штетна по дуговечност мостова. У вези с тим они су поддимензионирани још у фази пројектовања. Ако се овоме додају у неким случајевима и слабо конципирана техничко-саобраћајна решења, недостаци при изградњи и слаба контрола стања објеката у току експлоатације, онда се догађају ствари које су неизбежне, а то су углавном појава већих напона и деформација од пројектом предвиђених те долази до тешких оштећења на неким конструктивним елементима мостова: појава већег броја пукотина, повећање величине трајних деформација, осцилација па и ломова неких делова конструкције. Овакви дефекти се не могу отклонити мерама одржавања, тако да је потребна санација што захтева знатнија финансијска средства.

На бази дугогодишњег рада на одржавању путева и мостова, овде ћемо истаћи нека наша запажања са надом да ће корисно послужити конструкторима и свим онима који су на разним нивоима одлучивања надлежни у вези са планирањем, одржавањем и експлоатацијом путних мостова.

Још у фази планирања треба истаћи агресивни однос трасе према топографији терена што се испољава у чињеници да се природне препреке, а понекад и густо насељени рејони градова, савлађују великим објектима а све ређе заобилазе (сем градова) ради скраћивања саобраћајног пута. То је добрим делом изазвано развојем технике и технологије ради уштеде времена; девиза: „време је новац“, данас се трансформисала у „време је скупље од новца“. Мостовске конструк-

ције су инструмент којим могу да се регулишу конфликтне ситуације на отвореном путу, на петљама, терминалима, на градским улицама итд, и да у највећој мери одговоре критеријуму штетне времена.

При пројектовању реконструкције често се налаже потреба за променом структуре мостова, диктирана променом геометрије пута која даје нови, виши квалитет саобраћајне услуге, односно којом се постиже нова, економичнија експлоатација, пропраћена додатним квантумом саобраћајног оптерећења а и за просечно већа осовинска оптерећења у кумулираном протоку. Ово тражи одређен третман у вези са анализом покретних терета, која се статистички често појављује у виду ванредних превоза за које су, разумљиво, потребни подаци узети из банке података за путеве или прогнозе које се за сада, на жалост, још не воде. Овакав третман тражи комплексно сагледавање постојеће структуре објеката, усвајање стратегије реконструкције путева која глобално може да има разне форме: очување постојећих објеката уз контролу „резерве“ како након релативно кратког времена не би наступила застарелост која тражи реконструкцију са ојачањем, па до изградње новог моста. То су дилеме које се морају разрешити и усвојити једно решење за сваки случај, а за мостове посебно; уз нужност да се на целом потезу или деоници пута обезбеди континуитет, (уједначење носивост, односно брзине јер неуједначено стање појединих објеката тражи смањење брзине или оптерећења на целој деоници). Како су мостови на једном путу које треба реконструисати у већини случајева грађени у разним временима, према важећим прописима и различитим квалитетима пројектовања односно извођења, а налазе се под истим режимом експлоатације, требало би објективно условити свођење носивости свих мостова на деоници (путног правца или према рангу пута), на једну нормативну носивост (према данас важећим прописима). Ово тражи претходна испитивања носивости и других битних параметара у вези са експлоатацијом и обезбеђење адекватне саобраћајне услуге. Друго важно питање је да ли треба мостове на локалној мрежи димензионирати на сва оптерећења која важе за магистралне и регионалне путеве, како се сада ради.

При пројектовању се понекад заборављају и основне ствари у вези са избором локације, геометричким и хидрауличким испитивањима а резултати тога су трагични по мостове након већих поплава. Ту су могућа велика оштећења, рушења не само оних мостова релативно старијих датума, него и сасвим нових. Ове чињенице су неугодне и наводе на одређена размишљања.

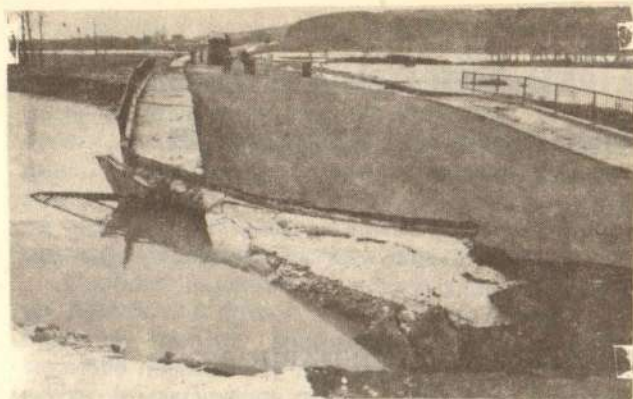


Сл. 1 — Санирање оштећења моста изазваног недисциплином возача који је превезао ванредни терет велике тежине

На слици 1 приказан је случај санације оштећења моста изазваног недисциплином возача који је превезао ванредни терет велике тежине. Два часа након тога констатован је потпуни прекид стуба на споју са луком. Код сваког наредног пролаза тешког возила, стуб се померао а цео мост осцилирао подужно и попречно.

У току експлоатације путних мостова, на њих делују саобраћајни проток (саобраћајно покретно нормативно оптерећење) и природни комплекс (климатска деловања, поплава, земљотреси итд.) чије дејство се акумулира временом и до те мере утичу на носивост или стабилност објеката да је често потребно накнадно регулисати саобраћајни режим или њихову заштиту саобраћајним знацима. Значи, услов за нормалну експлоатацију мостова је да се чувају њихова својства, што се постиже квалитетним пројектовањем, изградњом, правилним одржавањем и благовременим ремонтом.

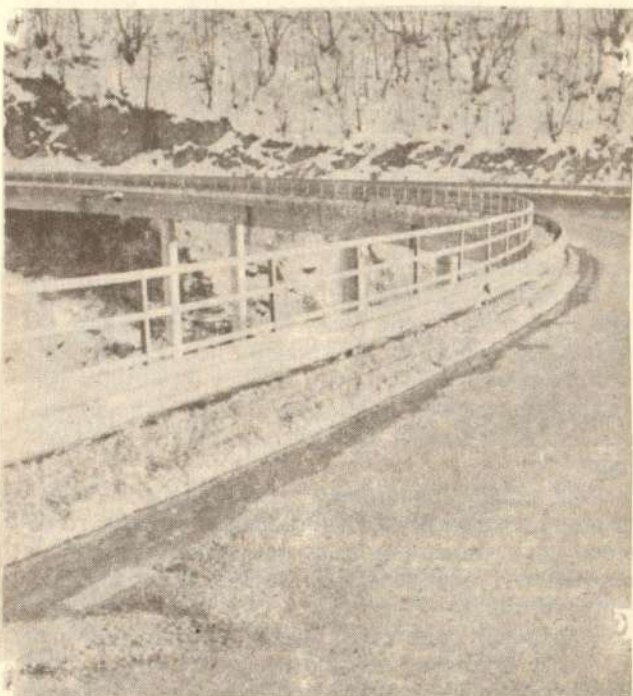
На слици 2 је приказан срушен тек саграђени јако закошени мост над каналом бр. 5, на новој деоници пута Прилеп — Битољ. Рушење је изазвано ударом и интерференцијом воденог флуида (поплава октобра 1979. године).



Сл. 2 — Мост срушен ударом и интерференцијом воденог флуида

Недостатак прописа и стандарда за одржавање путева очито је и у сфери објеката. На грађевинским факултетима присутан је недопустљиви однос у вези са проблематиком одржавања путева и мостова. Предају се само основи пројектовања и изградње, док се питање експлоатације и одржавања третирају маргинално или се уопште не третирају. И у стручној литератури, тематска истраживања и саопштавања резултата о проблемима експлоатације и одржавања путних мостова су ретка те би овим проблемима требало посветити већу пажњу и публицитет ради размене искустава.

Трагови кристалисане соли којом је коловоз моста неконтролисано посипан, видљиви су на слици 3. Овај вијадукт на путу Гостивар — Кичево саниран је инјектирањем епоксидних смола на главним и попречним носачима, а једно поље крстато армиране плоче је замењено (између по-



Сл. 3 — Трагови кристалисане соли којом је коловоз неконтролисано посипан

пречног и главних носача). Значи, наставља се и са „хемијским малтретирањем“ моста.

Предузећа за путеве највише пажње обраћају стању коловоза а ређе и стању основне конструкције мостова тако да се често једва видљиви дефекти, током времена трансформишу у велика оштећења, и тиме смањује носивост моста. У саставу предузећа за путеве треба оформити секторе за одржавање путних мостова и објеката. Они треба да уђу у састав посебног система за експлоатацију и одржавање мостова и објеката на путевима. При томе треба решити питање да ли систем треба поставити на републичком или на савезном нивоу или на оба нивоа са различитим компетенцијама: на републичком у вези са оперативним задацима, а на савезном и у информативном облику.

Пошто се број новосаграђених мостова непрекидно повећава а реконструкција истих је континуиран задатак с обзиром на бојазан од сма-

потребних финансијских средстава. Годишње или оперативно програмирање темељи се на средњорочном планирању, уз већ израђени пројекат санације или реконструкције, са прорачуном коштања радова. При томе приоритет имају радови на објектима који су уска грла или нови проблеми који се сваки пут јављају у току године а треба их брзо решити.

Преглед у оквиру одржавања путних мостова своди се текући, периодични и специјални надзор. Текући и периодични надзор над стањем мостова треба да обавља предузеће за путеве. Специјални надзор мора се обавити сваки пут после великих поплава, земљотреса, појава клизања, пожара. Исто тако и након пријаве сумњивих случајева или видних дефеката на конструктивним деловима мостова. Специјални надзор (преглед) могу успешно да обављају институти или пројектантске организације.

У комплексу одржавања путних мостова улази и **превентива**, а посебно преглед попречних профила корита реке у близини моста да ли постоји опасност од запречавања отовра разним предметима, наносима, ледом и другим узроцима.

Одржавању коловозне конструкције на мостовима треба да се посвети посебна пажња, јер су ти мостови често положени у кривинама са великим подужним (и попречним) падом тако да се саобраћајни режим на њима одвија у тежим условима, па су коловози подвргнути већим динамичким ударима, силама кочења, вибрацијама и температурним шокovima него ли на отвореном путу. Уз то су слојеви коловозне конструкције тањи него на делу ван моста, а све ово погодује појави различитих деформација на коловозу.

На челичним мостовима великих распона, да би се могла вршити периодична контрола стања конструкција, у развијеним земљама се често предвиђа и покретна конструкција одоздо, јер су ти објекти веома скупи и не могу се излагати ризику.

Резимирајући наведена размишљања која су резултат праксе на одржавању и експлоатацији путева предлаже се:

— ригорозна контрола и статистичко евидирање ванредних терета на нашим путевима и увођење банке података за све мостове;

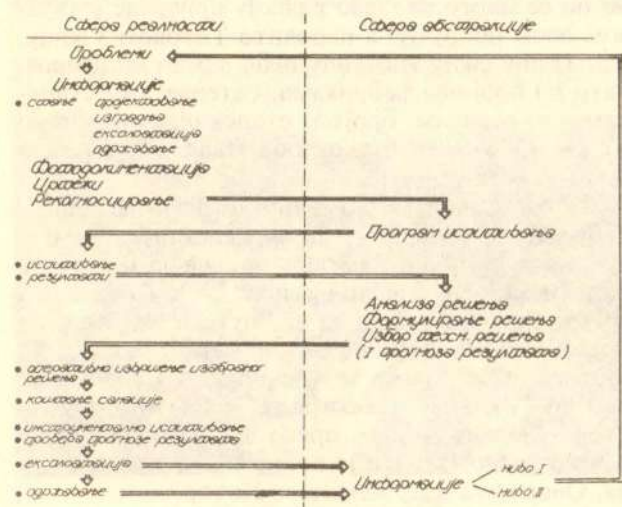
— снимање носивости већих мостова или оних са извесним оштећењима. Усаглашавање носивости и обележавање одговарајућим знацима,

— настојати при свакој реконструкцији деонице или путног правца да се униформише носивост мостова сагласно важећим или перспективним прописима,

— прописима утврдити нормативе за текући, периодични и специјални надзор над стањем мостова и објеката на путевима,

— заштити критеријуме при ревизији пројеката при реконструкцијама или новоградњама,

— спречавати прекомерно посипање мостова сољу у току зиме, особито челичних и неадекватне мере одржавања (импровизације) оформљењем одељења за одржавање мостова и објеката у саставу предузећа за путеве.



Сл. 4 — Предлог система контролних испитивања у циљу експлоатације путних мостова

њења експлоатационе сигурности са временом, услед круте примене прописа, слабе процене кукулирајућег дејства саобраћајних оптерећења, а посебно дејством ванредних оптерећења и њиховог интензитета у дужим временским роковима као и неадекватно одржавање и експлоатација, систем за експлоатацију и одржавање путних мостова и објеката треба институционално уквирити техничким упутствима за проверу и испитивање мостова и осталих путних објеката. Процену носивости мостова треба дефинисати јединственим методама и критеријумима за целу путну мрежу СФРЈ, потујући принцип јединства путног саобраћајног система земље и Европе.

На бази таквог јединственог система, надлежни стручњаци, поштујући одређене критеријуме приоритета појединих путних праваца у оквиру републичке или југословенске путне мреже, моћи ће правилно да утврде и програмирају поправке мостова. Петогодишње (тактичко) програмирање санације или реконструкције путних мостова треба да се базира на инструменталним мерењима и на пројектном задатку из кога ће верзирани стручњак моћи да предвиди глобални износ

Проф. Кирило Савић — О саобраћајним приликама ужичког краја

Проф. ЖИВОРАД БУКИЋ, дипл. инж.

Проф. Кирило Савић написао је 1925. год. тј. пре 58 година, књижицу под горњим насловом, коју је издало Удружење Ужичана у Београду. У уводу изнео је нерасположење што је 1880. год. Моравички срез (Ивањица) додељен Чачанском округу. „То цепање било је изведено искључиво из политичких побуда, без обзира на географски положај, саобраћајне везе и пословне односе. С овим цепањем нису се, како ми изгледа, саживели ни млађи нараштаји, а ми старији, још једнако и упорно урачунавамо Моравички срез у Ужички крај и његове становнике у Ужичане“. Напомињем да је после ослобођења Моравички срез припојен тадашњем округу Титово Ужице.

Проф. Кирило Савић, редовни професор Грађевинског факултета у Београду, рођен је 1870. год. у Ивањици, а преминуо је 1957. године. Технички факултет завршио је у Београду, а по завршеним студијама одлази у Русију, где је учествовао у грађењу железничке пруге на Кавказу и био проф. Више техничке школе у Москви. Затим, 1899. год. борави у Србији, а од 1902. до 1906. поново је у Русији у Министарству грађевина. Учествовао је у Србији у Балканском и I светском рату, а такође и у руским револуцијама 1905. и 1917. У 1921. год. је по трећи пут у Совјетском савезу где ради у Москви, а од 1922. год. професор је Грађевинског факултета у Београду. После I светског рата био је први председник Народног одбора Београда, савезни посланик и министар у Влади ФНРЈ. Дао је велики допринос у изградњи железница у Југославији. Написао је 4 књиге о пројектовању и грађењу железница, а код њега су дипломирали бројни, данас врло познати, инжењери у области железница.

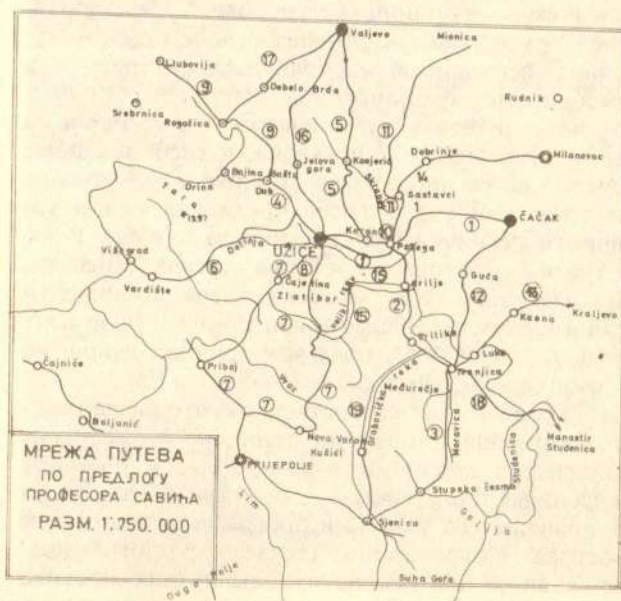
Проф. Савић наводи да је 1925. године Ужичка област са Моравичким срезом имала 180.000 становника и каже: „Велика средња надморска висина, а још више испресецаност земљишта и каменито тле, чине овај крај мало подесним за пољску привреду, те се због тога у њему нису могли развијати ни већа насељеност, ни интензивнији привредни живот. Земљиште у овом крају је већином испреламано и усечено дубоким и уским долинама, а на њиховим стрмим странама су растурина села. У тим тесним гудурама све је

тако близу, и тако далеко, да му се не може лако ни брзо прићи“.

Да је данас покојни Проф. Савић жив, сигурно би се много радовао развоју привреде у читавом овом подручју, а нарочито Титовом Ужицу, (сл. 1) док своју Ивањицу неби могао ни препознати по бројним фабрикама, сателитским станицама и великим бројем становника — преко 10.000. (У његово ђачко доба Ивањица је имала свега 800 становника).

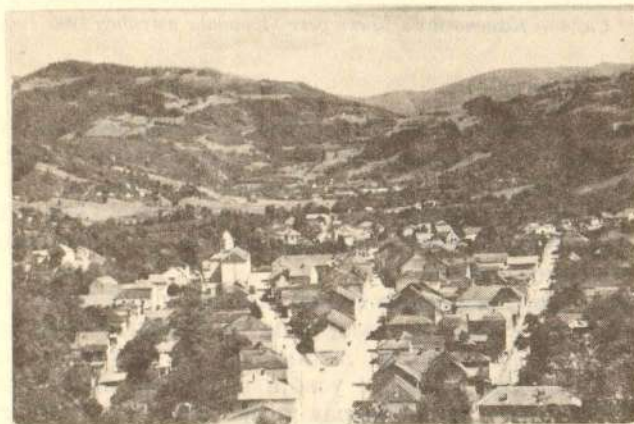
Проф. Савићу, иако је био познати научник и стручњак из области грађења железничких пруга, су блиски били и путеви. Он истиче да је Пожега била центар путева и цитира: „Од Пожеге, за време Римљана, водили су путеви уз Бетину, преко Ужица на Вишеград и Бајину Башту, уз Моравицу на Ариље за Сјеницу, уз Скрапеж ка Ваљеву, Руднику и Београду, а низ Мораву до утока Бјелице и даље преко Јелице ка Чачку и Краљеву. Од Пожеге је водио и пут преко Ужица, Оногоста и Дробњака за Котор“.

Проф. Савић је нагласио да је грађењем неких железничких пруга у Србији Ужички крај још више био одсечен од саобраћајних токова, а срећна



Сл. 1 — Мрежа путева по предлогу у Проф. К. Савића

је била околност што је била изграђена железничка пруга узаног колосека на делу Ужице—Пожега—Чачак—Горњи Милановац—Обреновац (Забрежје). Он истиче да је неопходно нужно да се заврши започета железничка пруга узаног колосека преко Шаргана за везу Ужичког краја са босанском мрежом железничких пруга. Сем тога, инсистирао је да се изгради железница од Пожеге уз Моравицу за Ивањицу и даље преко Ступске Чесме за Сјеницу. У образложењу Проф. Савић је истицао да би ова железничка пруга пружила могућност, да се висока и сунчана места од Голије преко Јавора и Мучња искористе као климатска лечилишта и опоравилишта, јер су у том погледу веома погодна. Колика је то била далековидост у потреби развоја туризма! Напомињем да су детаљније анализе показале да би ова железничка пруга узаног колосека била неекономична и да би њено грађење било веома скупо. Такође се залагао и за грађење железничке пруге



Сл. 2 — Панорама Ивањице

од Пожеге преко Букова за Ваљево и Мионицу. Но и ова идеја није остварена због неекономичности.

Међутим, Проф. Савић је изнео да се поред предлаганих железничких веза морају у Ужичком крају исправити и доградити стари путеви и изградити нови јер је читава постојећа мрежа пу-



Сл. 3 — Моштанска Голује

тева у тако лошем стању да многи уопште не могу да послуже за запрежни саобраћај а нарочито у јесен. Често су ти путеви пресецани кулуком, са лошим елементима, без мостова и икаквог коловоза. Неки од тих просечних путева се напуштају и под утицајем других „упливних лица“ граде се нови, који се започињу и опет остављају недовршени.

После Првог светског рата израђен је програм за реконструкцију постојећих и израду нових путева у целој земљи. По том програму ужички крај био је заступљен са доста нових путева. Но, како истиче Проф. Савић, пало се у грешку, јер су напуштени готови путеви, и место њихових исправки, започело је грађење нових са техничким условима, који далеко премашују и нашу потребу и нашу финансијску и економску снагу, па је извршење тога програма остало да виси у ваздуху, односно грађење врло важних путева одложено је на неодређено време“.

Међутим, каже Проф. Савић, „Најбитнији интереси овог запуштеног и много нападеног краја, чији становници живе благодарећи само својој жилавости и скромности, захтевају да се што пре изведе мрежа најпотребнијих путева са техничким условима који би одговарали његовим потребама“.

Та мрежа се, по предлогу Проф. Савића, састоји из следећих 19 путева (сл. 1).

1. Ужице—Пожега—Чачак. Овај пут је готов и врло добар; потребне су само мале поправке у долини Ђетиње и савремени коловоз“.

2. „Пожега—Ариље—Ивањица. Овај пут је доста добар осим на прелазу водоплавног терена у долини Скрапежа и Ђетиње и мањих места са jakim успонима код Ариља и у Клисурској испод Маглића.“

реконструкције пута у долини Скрапежа и Ђетиње, у подручју Ариља као и у Клисурској делимично су извршене и цео пут је проширен на ширину коловоза 6,0 m, асфалтиран је пре 20 година, а израђен је и тротоар од фабрике тепиха у Буковици до Ивањице (сл. 2).

3. „Ивањица—Међуречје—Голија—Ступска чесма—Сјеница. Овај пут је само пројектован и имао би да замени стари пут Ивањица—Јавор, који је само просечен, но без коловоза“.

За овај пут (сл. 3) су израђени нови пројекти све до Сјенице, при чему је изграђен и асфалтиран до села Куманице, а до Шумско-индустријског комбината израђени су и тротоари. Пут Ивањица—Јавор реконструисан је и асфалтиран до испред села Кушића, у коме селу је израђен и motel.

4. „Ужице—Кадинача—Бајина Башта, који би преко Дрине прешао у Босну за Сребреницу. Овај пут је давно просечен, али је са великим успонима и без коловоза, а за мост преко Дрине изграђени су стубови“.

И овај пут местимично реконструисан односно израђене су нове деонице, а мост преко Дрине већ је годинама у саобраћају.

5. „Ужице—Каран—Косјерићи—Ваљево. То је стари пут са лошим елементима, врло великим успонима и бројним серпентинама“.

Сада се саобраћај са Косјерићем обавља углавном савременим путем преко Пожеге.

6. „Ужице—Мокра Гора—Вардиште. Ово је стари пут чији је дао од Биоске до Кремана и преко Шаргана на великим успонима и серпентинама. Отпочело је грађење новог пута са добрим елементима, али његова израда споро напредује.“

Данас је стање тог пута највећим делом врло добро, а испод Шаргана израђен је тунел дужине 780 m, који је знатно скратио дужину пута и елиминисао неке серпентине.

7. „Ужице—Чајетина—Краљеве воде (сада Партизанске воде)—Прибој. Овај пут био је изграђен само до Чајетине, но са оштрим кривинама и великим успонима. Наставља се грађење новог пута до Златибора са знатно бољим елементима. Неопходно је потребно да се од Златибора продужи грађење пута преко Нове Вароши до Прибоја“.

Знатан део овог пута сада је са добрим елементима све до Т. Ужица до села Кнежевићи, а ове године се наставља његово грађење преко Чајетине до Златибора, где ће бити и два тунела. Деоница од Златибора до Јокине Ћуприје изграђена је пре неколико година, док су за потез од Јокине Ћуприје до Нове Вароши, где су елементи постојећег пута врло лоши, израђени пројекти за савремени пут. Од Нове Вароши до Прибоја такође је изграђен нови пут.

8. „Место старог пута Ужице—село Љубиш—Кокин Брод, који је прелазио преко дубоко усечених река и високих вододелница, по новом пројекту од Златибора (Краљевих вода) до Прибоја, грађење није ни почело“. (Вид. пут под бр. 7.).

9. „Дуб—Рогачица—Љубовија. Овај пут одваја се од Дуба на путу Ужице—Бајина Башта и служи за везу Ужица са Подрињем. И он има све недостатке старих путева.“

И овај пут је данас знатним делом реконструисан и асфалтиран на целој дужини.

10. „Пожега—Здравчићи—Каран везује Пожегу са путем Ужице—Ваљево, иде долином Скрапежа и његове притоке Лужнице“.

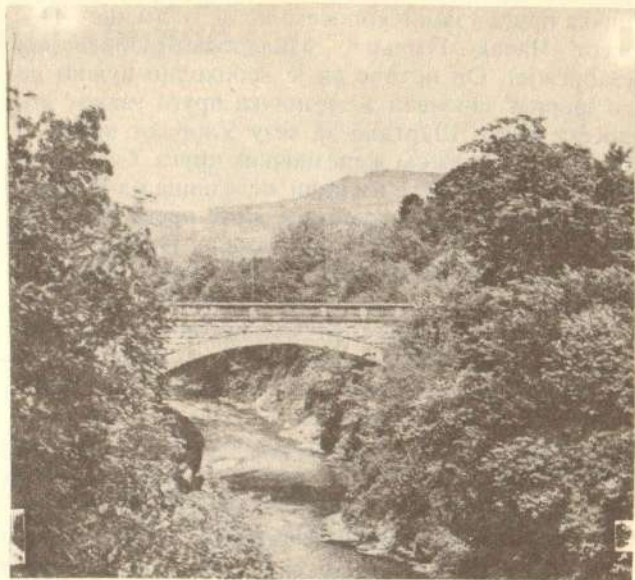
Сада је тај пут асфалтиран, но лоши елементи пута су остали у целини.

11. „Пожега—Саставци—Душковци—Маљен за везу са путем Маљен—Мионица—Дивци. Од Пожеге иде уз Скрапеж а затим уз његову притоку Добрињску реку и излази на Мљенску висораван, изграђен је само до Душковца.

Овом централном путу, који би најкраће повезивао путни чвор у Пожеги са Јавором (Сјеница), Колубаром и Посавином, придавала се велика стратегијска и економска важност“.

Грађење овог пута завршено је пре неколико година до Дивчибара као и од Дивчибара преко Мионице до Диваца. Правац тог пута делимично се поклапа са најкраћом варијантом ауто-пута Београд—Јужни Јадран према саобраћајно-економској студији из 1983. године.

12. „Ивањица—Гуча—Чачак. Овај стари и врло рђав пут прелази две вододелнице: Лису и Јелицу, има јако успоне, оштре кривине и без мостова је



Сл. 4 — Камени мост преко реке Моравице израђен 1906. год.

Данас овај пут (сл. 4) има делимично нову трасу (од Ивањице до Гуче) изузев преко Јелице, при чему је асфалтиран на целој дужини.

13. Ивањица—Луке—Каона—Краљево. Овај пут је трасиран по разним правцима, но ни данас није изграђен“

Од Ивањице до Каоне постоји стари пут који тешко служи и за запрежни саобраћај, док је од Каоне до Краљева делимично реконструисан и асфалтиран. Ако се усвоји варијанта ауто-пута Београд—Јужни Јадран преко Ивањице, он би био изванредна веза Краљева, Трстеника и Крушевца на петљу ауто-пута у Ивањици.

14. „Пожега—Саставци—Добриње—Горњи Милановац. Постојећи пут прелази преко неколико река и вододелница, има јаке успоне и кривине, те се мора темељно реконструисати“.

15. „Пут Ариље—Бијела Ријека уз Велики Рзав, који не постоји, но он је неопходан јер би повезивао широко подручје између Златибора и реке Моравице“.

16. „Ужице—Јелова Гора—Ваљево, којим би се активирало прилично заостало подручје“.

Овај пут није ни до данас изграђен.

17. „Пут Рогачица—Дебело Брдо—Ваљево, који представља најкраћу везу Београда са Бајином Баштом и Таром.“

Овај пут изграђен је пре неколико година са добрим елементима и савременим коловозом. Изградила га је Југословенска народна армија заједно са Предузећем за путеве Титово Ужице.

18. „Ивањица—Манастир Студеница—Ушће, за везу долине Моравице са горњим током Ибра“.

Од Ивањице до Студенице и данас тај пут није изграђен док је од Студенице до Ушћа постојећи пут асфалтиран но он је врло узан и са лошим осталим елементима.

19. „Пут уз реку Грабовицу (испред Ивањице) за Јавор и Сјеницу, којим би се и то подручје везало за железницу Пожега—Ивањица“.

Раније је истакнуто да железница Пожега-Ивањица не би била економична, док би та путна веза била врло погодна са евентуалним ауто-путем ако би ишао преко Ивањице.

Приказујући ову мрежу путева, Проф. Савић на крају каже: „Ето, то би било оно најмање, што би требало учинити у погледу изградње путева ради економског и културног подизања Ужичког краја. Не тражи се да се то изradi одједном, али је веома важно да се на томе ради плански и постојано“.

Сматрали смо да треба приказати идеју Проф. Савића о потреби грађења мреже путева у Ужичком крају, који би био срећан да види да су многи од тих путева делимично или у целини већ изграђени.

Ово је у исто време сећање на дивног и напредног човека, професора и великог научника из области саобраћајница на стотринаесту годишницу његовог рођења.



ГРАБЕВИНСКО ПРЕДУЗЕЋЕ

СА СОЛИДАРНОМ ОДГОВОРНОШЋУ

ЗЕМУН, 22. октобар 15. СРС:

Телефон 607-071 — Телекс 11136 YU ПЛАНУМ.

жри 60805-601-13789

ген. дир. инж. грађ. Милан Миливојевић,

тел. 607-671

ИЗВОДИ У ЗЕМЉИ И ИНОСТРАНСТВУ

аеродроме, ауто-путеве, савремене саобраћајнице, подземне објекте специјалних врста, железничке, путне и хидротехничке тунеле, железничке пруге, земљане и бетонске бране и сл.

ДО САДА ЈЕ ИЗВЕЛО

више модерних аеродрома у земљи и иностранству са бетонским и асфалтним пистама (аеродроми: „Београд“, „Скопје“, „Титоград“, „Мостар“, „Пула“, „Ријека“, „Иванград“, „Приштина“, као и аеродроми у Либану, Сирији, Јордану и Замбији). Изграђено је више стотина километара савремених путева у земљи као и 365 км путева у Замбији и 127 км у Сирији. Изграђено је око 70 км нормалних железничких пруга, нарочито деонице пруге Београд—Бар, затим железничких тунела укупне дужине 31 км и најтежи тунел „Мила“ на прузи Београд—Бар. Такође и доводни тунел водостан и машинска зграда ХЕ „Глобочица“ као и неколико подземних хаза посебне намене са попречним профилима до 16 м² укупне дужине око 5 км. Саграђено је више тунела у експлоатацији на прузи Никшић—Титоград—Бар и то прсканим бетоном и инјектирањем, као и хидроизолација на разним објектима површине око 90.000 м². Овде спада и изградња вертикалних шахтова и окана, пресека 2,5—20,0 м² укупне висине око 3000 м као и низ других подземних објеката.

САДА ИЗВОДИ У ЗЕМЉИ

Деоницу аутопута Мали Пожаревац—Умчари—Нипш, реконструкцију и проширење аеродрома „Београд“ као и реконструкцију старих и изградњу нових саобраћајница на територији Београда. Такође изводи тунел „Деонице“ у оквиру Железничког чвора Београд, колектор за атмосферску воду у Земуну и подземни објекти посебне намене.

У ИНОСТРАНСТВУ ИЗВОДИ

Брану на реци Зарка у Јордану као и путеве и аеродроме у Замбији и Кувајту.

Континуирани модел прогнозе саобраћаја на путној мрежи

Проф. др МОМЧИЛО ИВАНОВИЋ, дипл. инж.

1. УВОД

Циљ овог прилога је да пружи информацију о основним карактеристикама једне методе континуиране трансформације података од снимка до прогнозе, која је послужила за оцену исплативости инвестирања унапред задатих десет деоница путне мреже СР БиХ. Поред тога што пружа мноштво узгредних резултата, спремних за оцену и анализе, она је занимљива за становиште vlastите оптимализације и провере егзистенције утицајних параметара.

Као основне истраживачке јединице су узете:

- општина као зона,
- деоница као међучворни елеменат мреже,
- возило као елеменат кретања.

Да би се задатак извршио истраживањем су обухваћени:

- целокупна територија БиХ непосредно, а Европа посредно,
- мрежа магистралних путева непосредно, а регионалних посредно и
- временски пресеци од 1980. до 2000. године по петогодишњима.

2. ДЕФИНИСАЊЕ РЕЛЕВАНТНИХ ПАРАМЕТАРА

Од бројних параметара третирају се само они који се неизбежно укључују у математички модел. По својим природним карактеристикама групишу се у:

- просторне параметре који дефинишу подручје, односно општину,
- мрежне параметре који присиљавају на тачност диференцирања разнородних елемената деонице и
- саобраћајне параметре којима се једнозначно третирају кретања појединих категорија возила.

2.1 Просторни параметри

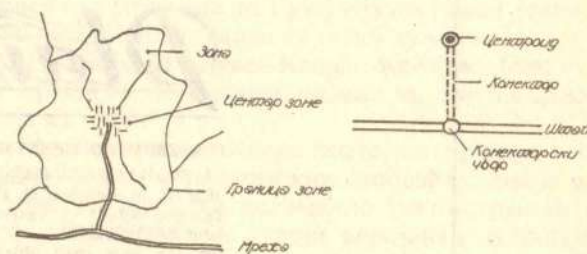
Најнеопходније просторне параметре одређују:

- врсте и положај зоне у односу на саобраћајну мрежу и
- број регистрованих возила.

2.1.1 Врсте и положај зона

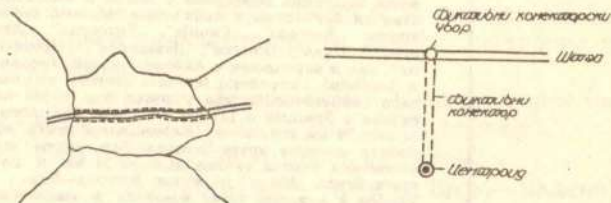
При формирању саобраћајних зона запажају се разлике:

- према положају у односу на просторни оквир истраживања, и то: унутрашње и спољашње;
- према хијерархији припадности, и то: републичке, регионалне и градске и
- према начину повезивања са мрежом, и то:

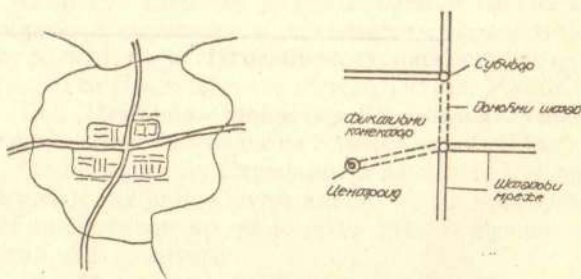


Сл. 1 — Чиста веза

— чиста веза (сл. 1) која настаје код зона формираних изван проучаване мреже где саобраћајница која повезује центар зоне са мрежом уједно представља конектор а сам спој конекторски чвор,



Сл. 2 — Лонгитудинална веза



Сл. 3 — Чворна веза

— лонгитудинална веза (сл. 2) која настаје код зона формираних дуж саобраћајница где се конектор и његов чвор поистоветио са самом саобраћајницом,

— чворна веза (сл. 3) настала код зона формираних око чвора на мрежи где се конектор и његов чвор свео на један локалитет.

2.1.2 Број регистрованих возила

Досадашња властита истраживања (2) утицаја регионалноурбаних фактора на појаву кретања, помоћу мултиваријантне регресионе анализе су показала да највећи утицај на кретање возилом има број истородних возила регистрованих у зони, и то са готово функционалном јакешћу. Стога је овај параметар довољан и доступан.

2.2 САОБРАЋАЈНИ ПАРАМЕТРИ

Континуирани модел укључује у прорачун податке од мануелног и механичког бројања возила до снимка анкетом.

2.2 Саобраћајни параметри

2.2.1 Мануелно бројање

Овај вид бројања возила, путем узорка од двадесет дана и устаљеним методом даје податке о:

- структури саобраћајног тока, тако да се могу пратити поједине категорије возила и
- променама обима кретања, тако да се могу добити фактори промене везано за одређени локалитет.

2.2.2 Механичко бројање

Резултате континуалног механичког бројања са 20 бројачких пунктова модел користи за прорачун фактора временске неравномерности, и то за:

- дан у недељи (среду),
- недеља у месецу (четврта) и
- месец у години (мај).

2.2.3 Снимак анкетом

У среду, 24. маја 1978. године, снимљено је кретање свих возила у СР БиХ путем дописне анкете на адресу власника возила регистрованих у БиХ и контакт анкете возача на 15 прелаза спољашњег коридора, тј. граница Републике (3).

Од 234.060 пописаних власника, на анкету се одазвало 56.609 власника или 24%.

Од одазваних:

- 41.884 или 74% на употребљив начин описали вожње;
- 1.227 или 2% су обавили вожње али су их описали неупотребљиво и
- 13.518 или 24% су изјавили да на дан анкете нису учествовали возилом у саобраћају.

На 15 спољашњих пунктова избројана су 37.583 прелаза од којих је 66% анкетирано.

Резултат снимања уобличен је у посебној књизи са:

— једном матрицом кретања УНУТАР границе СР БиХ димензије 107×107;

— шеснаест матрица кретања из СР БиХ димензије 107×35;

— шеснаест матрица кретања ка СР БиХ димензија 35×107 и

— шеснаест матрица кретања КРОЗ СР БиХ димензија 35×35.

Број кретања између две зоне („i“ и „j“) добијен је по изразу:

$$PGDS_{ij} = \sum_{a=1}^{Q_a} a_{nij} \cdot aF_1 \cdot aF_2 \dots \dots \dots / 1/$$

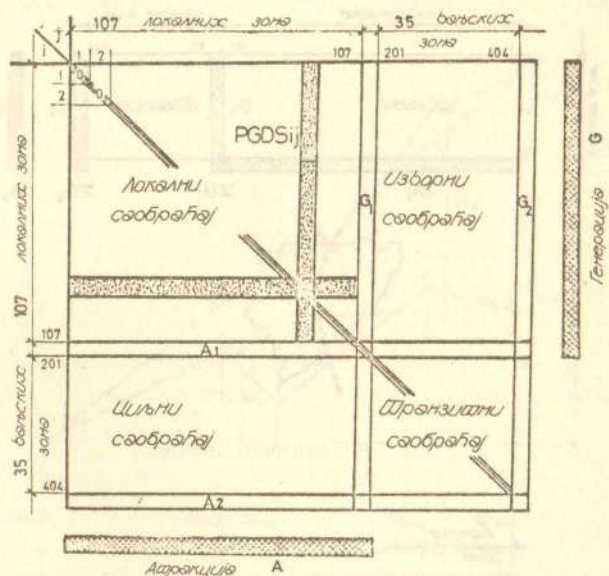
при чему је:

a_{nij} — број кретања посматраног анкетираног возила између зона „i“ и „j“

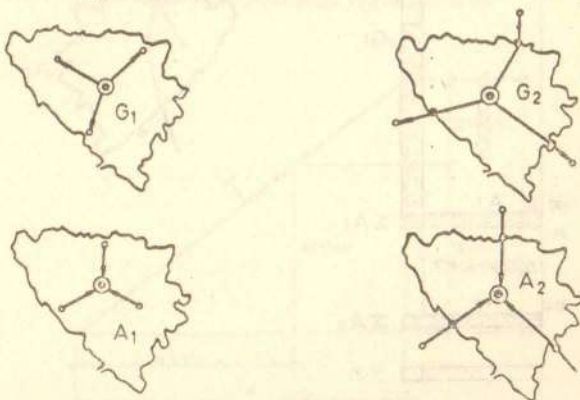
Q_a — укупан број возила у узорку,

aF_1 — експанзиони фактор домицилног скупа посматраног возила

aF_2 — експанзиони фактор домицилне временске неравномерности посматраног возила.



Легенда:



Сл. 4 — Матрица укупног кретања (за једну категорију возила)

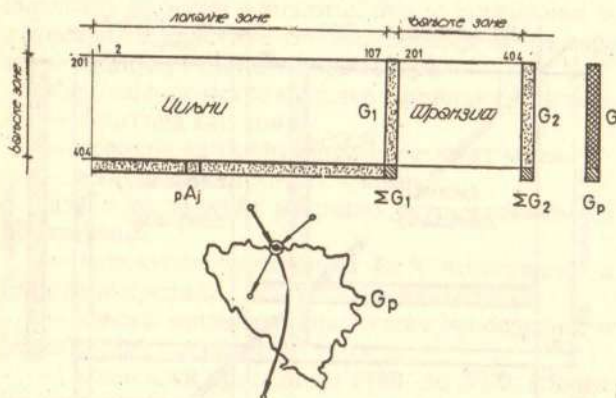
а — редни број возила у узорку.

Од ових базних матрица, као субматрица, формира се матрица укупног кретања сваке категорије возила димензија 142×142 у којој после 107 унутрашњих следи 35 спољашњих зона (сл. 4). Да се избегне директни третман спољашњих зона, отежан због необухваћености мреже, спољашњи пунктови репрезентују њима гравитирајуће спољашње зоне. Сва кретања на посматраном пункту из спољашњих зона представљају његову генерацију (сл. 5) а из унутрашњих атракција (сл. 6). Коначно матрица укупног кретања формира се (сл. 7) од матрица:

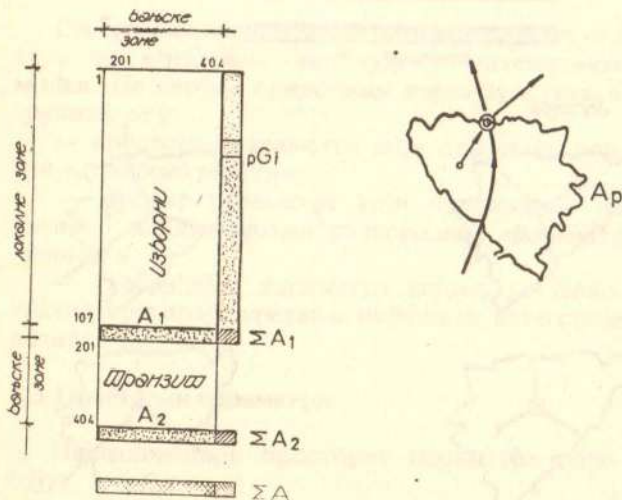
$$G_i = \sum_{j=201}^{404} PGDS_{ij} \dots\dots\dots /2/$$

— локалних кретања чији су чланови „PGDS_{ij}“,
— изворних кретања насталих од вектора колоне појединих пунктова са члановима:

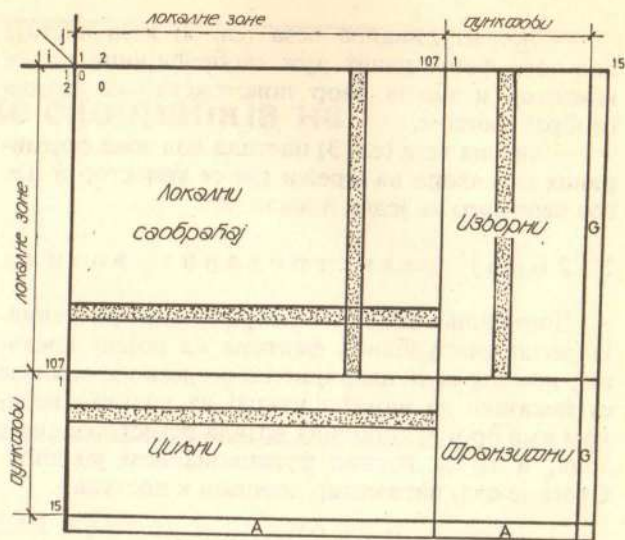
$$A_j = \sum_{i=201}^{404} PGDS_{ij} \dots\dots\dots /3/$$



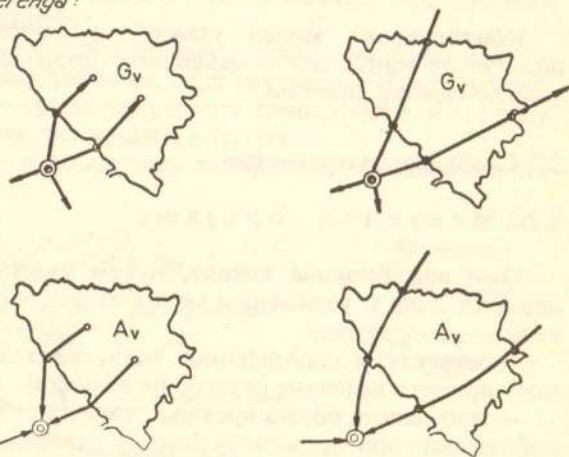
Сл. 5 — Генерација пункта



Сл. 6 — Атракција пункта



Легенда:



Сл. 7 — Основна матрица укупног кретања

— и транзитних кретања која је формирана из базних података.

2.3 Мрежни параметри

Према начину настајања и битним особинама разликују се:

— путно-грађевински параметри који у себе укључују теренске и грађевинске карактеристике пута и

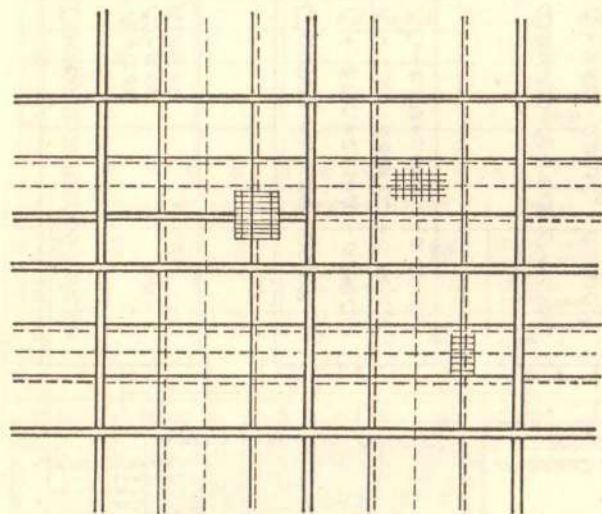
— путно-експлоатациони параметри који произилазе из претходних, а представљају експлоатационе услове на мрежи.

2.3.1 Путно-грађевински параметри

За овај ниво истраживања обухваћени су: дужина деонице, значај пута, разред пута, клима околине, категорија терена, просечни нагиб, заступљеност успона, заступљености прегледности, удаљеност бочних сметњи, врста застора и ширина траке. Највећи број података црпи се из топографских карата размере 1:25000, затим из података из катастра (4) и од других истраживања (5). Ради недвосмисленог дефинисања мреже нужно је претходно:

- идентификовати путне правце и чворове,
- формирати самосталне деонице као штапове мреже и
- нанети властиту стационажу у смеру нумерација.

На данашњем степену развоја запажају се три категорије путних мрежа (сл. 8):



Легенда:

- == Аутопутеви
- - - Ванградски путеви
- Градске саобраћајнице
- ... Мешовите саобраћајнице

Сл. 8 — Категорије путних мрежа

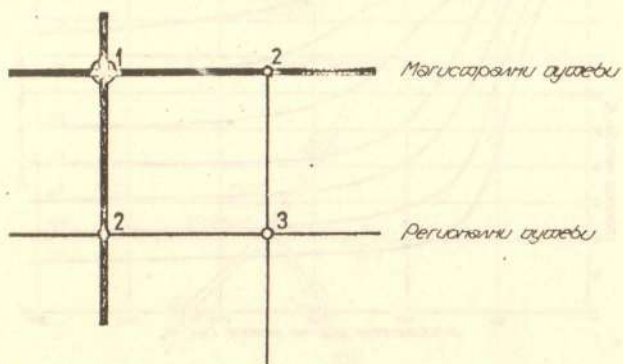
— ауто-путева, резервисаних за врло густ и брз моторни саобраћај без уплитања са стране те забраном мирујућег и пешачког саобраћаја;

— ванградских путева, намењених мешовитом саобраћају, на којима се одвија брз и релативно густ саобраћај са уплитањем са стране и недозвољеним паркирањем и

— градских саобраћајница, намењених врло интензивном мешовитом саобраћају малих брзина, честих бочних уплитања и толеранције паркирања са разнородним решењима профила, чворова и регулације.

Један геопрометни правац може припадати различитим категоријама мрежа.

При обради мреже ванградских путева штапове дефинишу три категорије чворова (сл. 9):



Сл. 9 — Категорије чворова

1. спој два магистрална пута,
2. спој магистралног и регионалног пута и
3. спој два регионална пута.

Као посебно утицајни параметри издвајају се:

— просечни уздужни нагиб дефинисан као апсолутни по изразу

$$I = \frac{\sum_i (I_i) \cdot L_i}{\sum_i L_i} = \frac{\sum_i (\Delta h_i)}{L_d} \dots \dots \dots /4/$$

где се са L_i означава припадајућа дужина са висинска разлика (сл. 10);

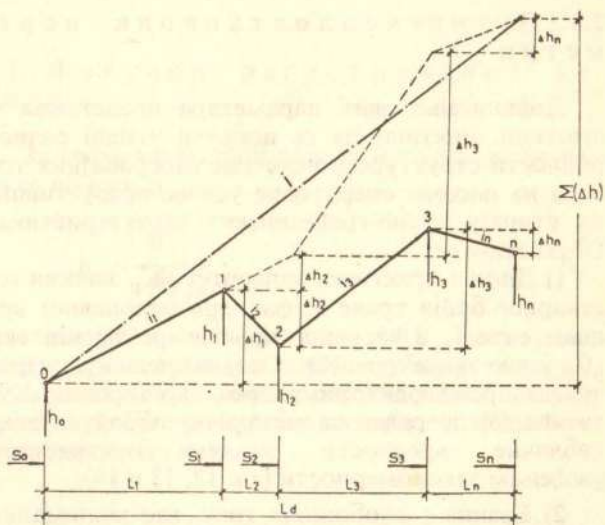
— заступљеност успона у целокупном нагибу који је једнак:

$$U_z = \frac{\sum_i U_i \cdot L_i}{\sum_i (I_i) \cdot L_i} = \frac{\sum_i (+) \Delta h_i}{\sum_i (\Delta h_i)} \dots \dots \dots /5/$$

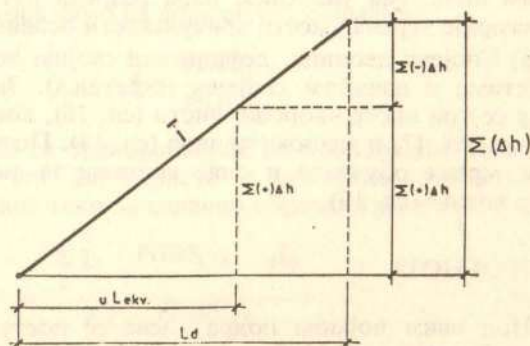
при чему је u_{L_i} припадајућа дужина са успоном u_i (сл. 11) и

— еквивалентна дужина успона при датом просечном апсолутном нагибу:

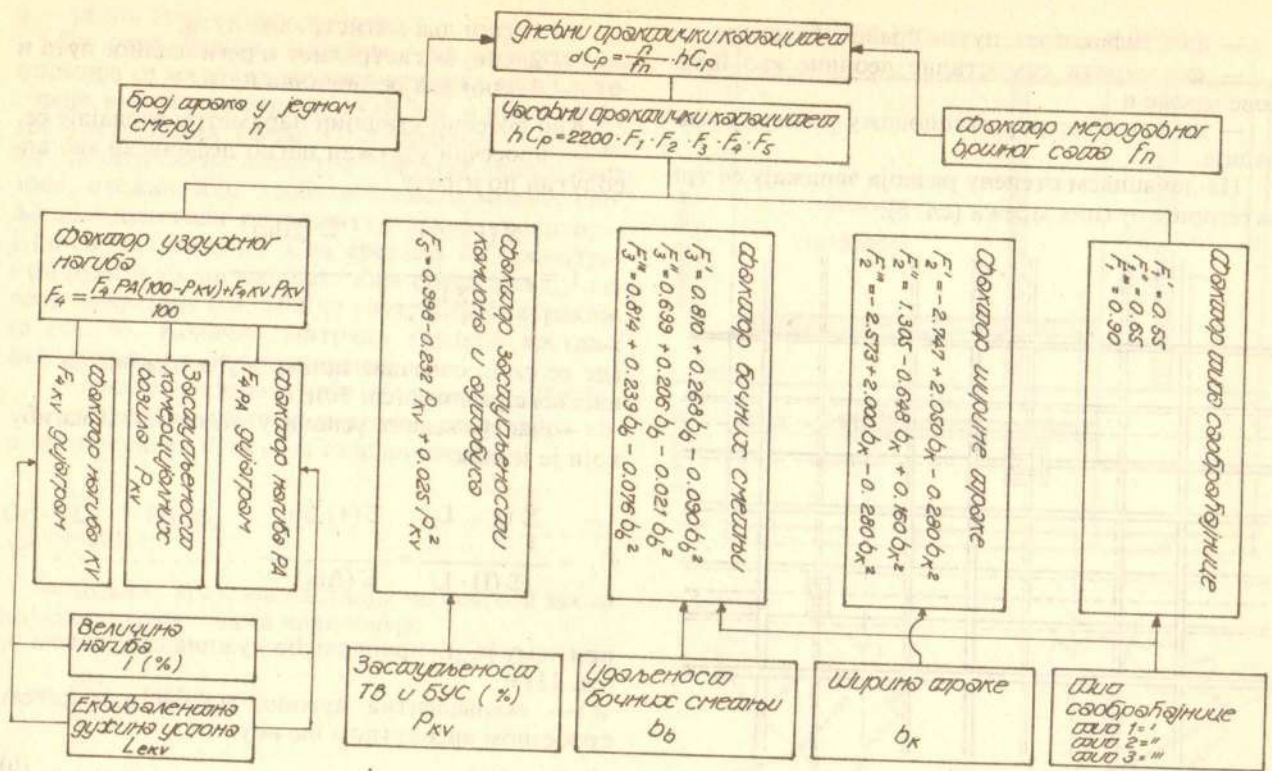
$$u_{L_{ekv}} = u_z L \dots \dots \dots (6)$$



Сл. 10 — Просечни уздужни нагиб



Сл. 11 — Заступљеност успона



Сл. 12 — Шема израчуна капацитета

2.3.2 Путно-експлоатациони параметри

Дефинисање ових параметара представља у суштини, покушај да се искључи утицај разнородности структуре и величине саобраћајних токова на њихове оперативне услове препустивши их утицају путно-грађевинских карактеристика. Обухватају се:

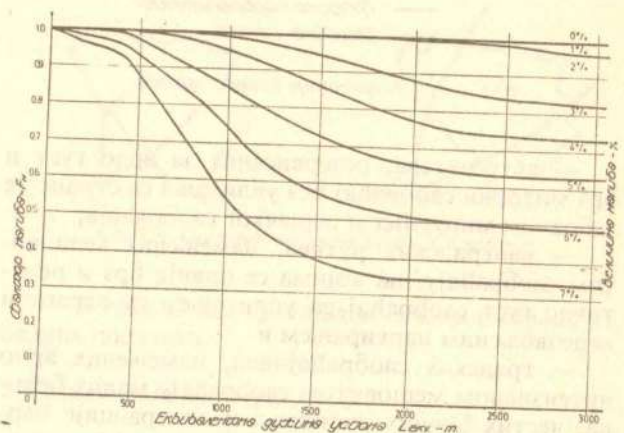
1) Дневни практички капацитет dC_p зависан од стварног броја траке n , фактора меродавног вршног сата f_n и часовног практичког капацитета h_{C_p} једне траке (сл. 12). Овај последњи се израчунава према факторима проф. др Љубише Кузовића (6) прерађен за механичку обраду и вантабилне вредности улазних параметара увођењем закономерности (сл. 12, 13 и 14);

2) Брзина у слободном току, као минимална вредност, читана са слике 15 која потиче из докторске дисертације др Драгората Дамјановића (7). На њој је извршено прилагођавање постојећим подацима увођењем пара разреда пута и категорије терена уместо кривудавости осовине;

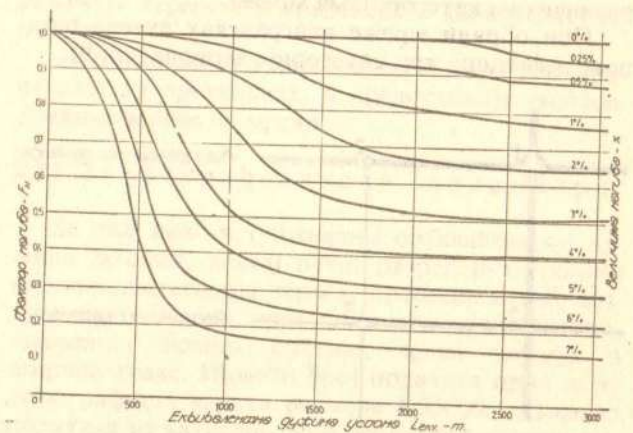
3) Спојеви деоница, дефинисани својим локалитетима и начином спајања (скретања). Запажају се три врсте чворова: чисти (сл. 16), конекторски (сл. 17) и мешовити чвор (сл. 18). Потпун опис мреже обухвата и опис кретања за сваки смер вожње (сл. 19).

3. ПРОГНОЗА

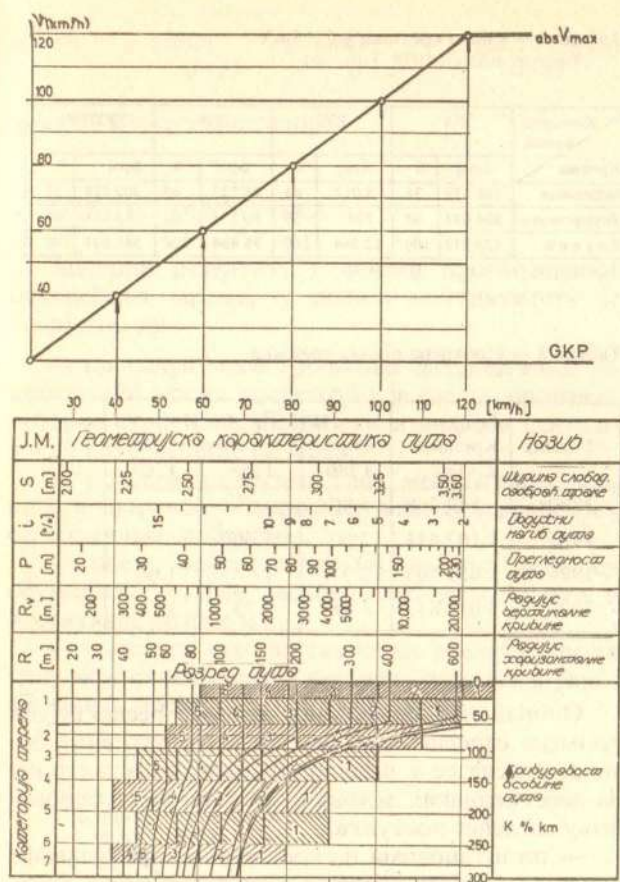
Под овим појмом подразумева се поступак оцене будуће саобраћајне слике и промене оперативних услова на мрежи, односно поступак



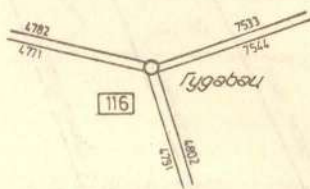
Сл. 13 — Дијаграм за одређивање фактора највише путничких возила



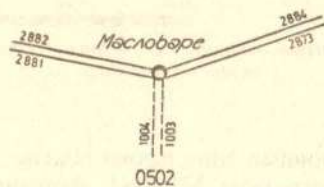
Сл. 14 — Дијаграм за одређивање фактора највише теретних возила и аутобуса



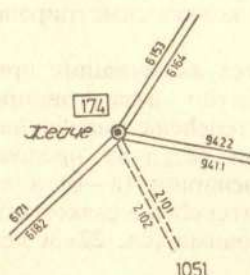
Сл. 15 — Дијаграм за одређивање минималне брзине у слободном појасу



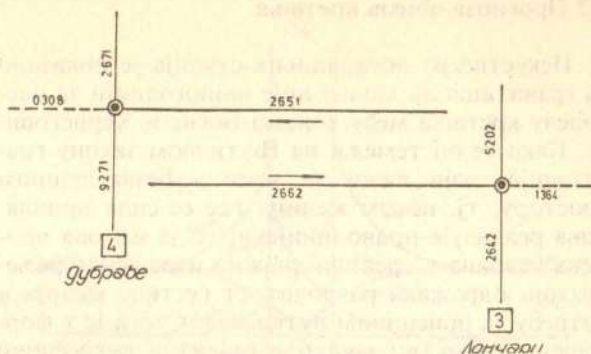
Сл. 16 — Чисти чвор



Сл. 17 — Конекторски чвор



Сл. 18 — Мешовити чвор



Сл. 19 — Кодни обис скрејпања

трансформације података са базне на прогнозну годину.

3.1 Прогноза просторних параметара

Како се, у суштини, ради о прогнози обима кретања возила, која су у директној зависности од његовог одраза на мрежу и возни парк, минималан број параметара могу задовољити: регистрована (r) и мануелно (s) снимљена возила на територији зоне, и то:

$$f_j = 0,50 (rf_j + sf_j) \quad \dots\dots\dots (7)$$

3.1.1 Фактори регистрованих возила

За сваку категорију возила и тотал израчунава се по изразу:

$$rf_j = \frac{RV_j}{RV_{78}} \quad \dots\dots\dots [8/]$$

при чему је j прогнозна година а RV_j прогнозиран број регистрованих возила добијен трендом. Показало се да најбоље апроксимирају: линеарни тренд аутобусе и теретна возила, а квадратни тренд путничка возила.

3.1.2 Фактори снимљених возила

Исти поступак спроведен за мануелно снимљени број возила (PGDS_j) даје вредности фактора само на локалитету снимања:

$$sf_j = \frac{PGDS_j}{PGDS_{78}} \quad \dots\dots\dots [9/]$$

Да се трансформише на припадајућу територију (сл. 20) користе се тежинске аритметичке средине тако да коначни образац гласи:

$$sf'_j = \frac{\sum L_i \cdot PGDS_{i78} \cdot sf_{ij}}{\sum L_i \cdot PGDS_{i78}} \quad \dots\dots\dots [10/]$$

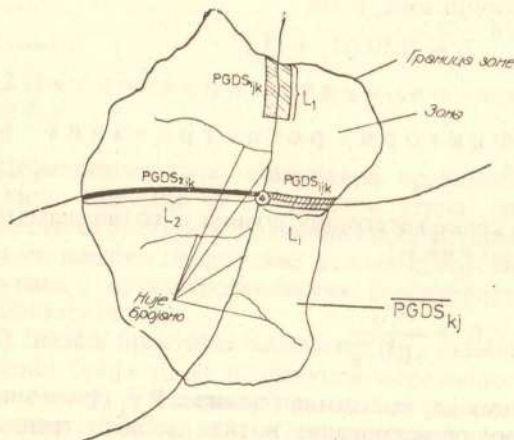
при чему је:
и број L_i дужина бројачке деонице.

3.2 Прогноза обима кретања

Искуство из досадашњих студија је показало да гравитациони модел није најпогоднији за расподелу кретања међу зонама Босне и Херцеговине. Како се он темељи на Њутновом закону гравитације, који важи за масе у безваздушном простору, тј. истом медију, где се сила привлачења реализује праволинијски, то је његова примена условна у средини снажно израженог рељефа који одражава различитост густине медија и потребу за присилним путањама. Стога је у формирању директни мулти варијантни регресиони модел помоћу којег ће се директно из једначина добијених мулти варијантном регресионом анализом формирати матрица будућих кретања. У недостатку таков модела послужио је „Фратаров модел“:

$$T_{ij} = 0,50 \cdot PGDS_{ij} \cdot f_i \cdot f_j$$

$$\left(\frac{\sum_j PGDS_{ij}}{\sum_j PGDS_{ij} \cdot f_j} + \frac{\sum_i PGDS_{ij}}{\sum_i PGDS_{ij} \cdot f_i} \right) \dots \dots \dots /11/$$



Сл. 20 — Трансформација фактора привлачења возила са локалитетима на хијерархију

који даје број будућих кретања T_{ij} у несиметричној форми. Коначни облик изворно-циљне матрице кретања је симетриран по изразу:

$$sT_{ij} = sT_{ji} = 0,50 (T_{ij} + T_{ji}) \dots \dots \dots (12)$$

Занимљиво је да, према анкети, међузонаска кретања представљају само 37% укупних кретања (табела 1) и да би тотални број кретања по природном тренду порастао до 2000. године за 5,50 пута (табела 2).

3.3 Прогноза оптерећења мреже

Непосредни циљ овог дела рада је прогноза будућег оптерећења сваког штапа и чвора мреже путем преламања симетрираних матрица помоћу математичког симуирања властитим програмима (8) WEGEN, ZMOD и BROUT тако да се опонашају услови вожње.

Табела 1 — Обим кретања у СР БиХ (према анкети 1978. године)

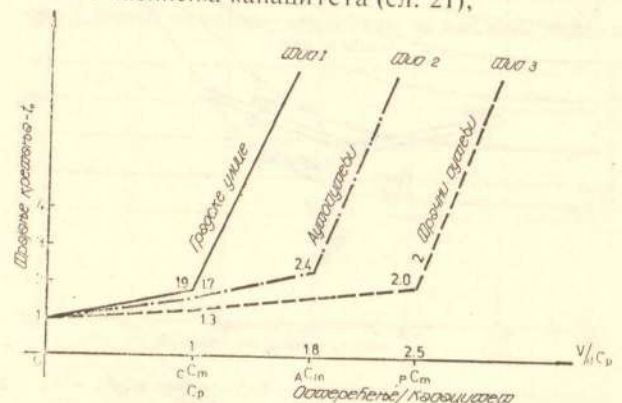
Категорија возила	ПА		БУС		ТВ		УКУПНО	
	Број	%	Број	%	Број	%	Број	%
Међузонаска	168 579	36	5 017	41	28 723	48	202 319	37
Унутар зонаска	304 694	64	7247	59	30 771	52	342 712	63
Укупно	473 273	100	12 264	100	59 494	100	545 021	100

Табела 2 — Промјена обима кретања

Година Г	Број Кретања $\sum T_{ij}$	ИНДЕКСИ		
		Г/80	Г/85	Г/90
1980	549 308	1.00		
1985	1 102 644	2.00	1.00	
1990	1 631 503	2.97	1.48	1.00
2000	3 012 683	5.48	2.73	1.85

Опонашање природних услова, респектујући промене степена засићености и оперативних брзина, огледа се у подели симетрираних матрица на десет једнаких делова и за сваки део и спровођењу следећег поступка:

— по штаповима и скретањима израчунавање основног отпора кретања у зависности од претходног засићења капацитета (сл. 21),



Сл. 21 — Дијаграм унашања засићености капацитета на прагама кретања

— по паровима зона проналажење минималне стазе подпрограмом MOORE формирањем тзв. „дрвета отпора“,

— по пронађеним итинерерима преписивања вредности једног корака симетриране матрице.

У току процеса акумулације приписаних оптерећења првобитно атрактивнији итинерери привлаче веће оптерећење смањујући своју атрактивност. Излазни резултат предочен је редом бројева најпре непарног (а—б) а затим парног штапа (б—а). Оптерећење сваког штапа рашчлањено је по смеровима (сл. 22) и лево (I), право (II) и десно (III).

Сваки излазни штап (б—а) мора задовољити релацију (сл. 23):

$$b-aM_i = a-bM_{i+1}^{(i-3)} + a-bM_{i+2}^{(i-2)} + a-bM_{i+3}^{(i-1)} \dots (13)$$

чиме се контролише чвор.

4. УМЕСТО ЗАКЉУЧКА

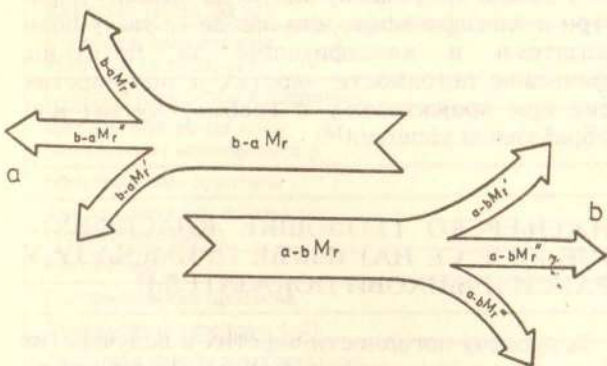
Завршни резултат, у форми прогнозираног оптерећења мреже, у даљем континуитету је послужио за:

— прорачун масе трошкова експлоатације на целокупној мрежи после којих је следио прорачун интерне стопе рентабилности и анализа осетљивости интервенције на мрежу;

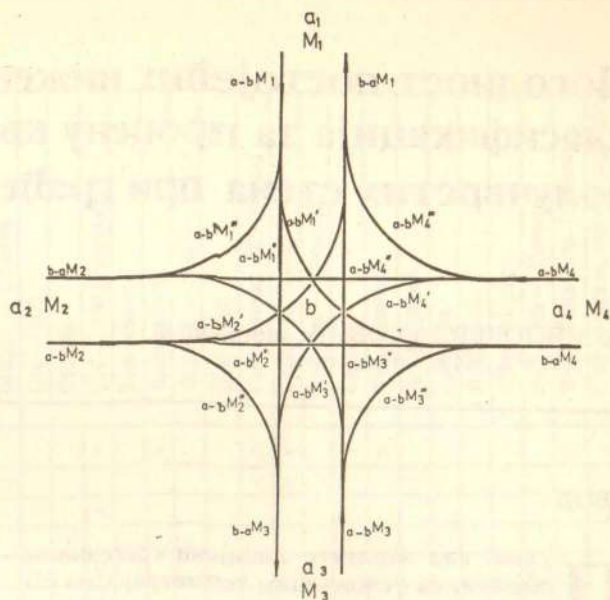
— провера димензија свих међучворних деоница и чворова с обзиром на њихову усклађеност са захтевима саобраћаја,

— оцену оперативних услова при чему су обухваћени: степен zasiћености, ниво услуге и оперативне брзине и

— прорачун експлоатационих ефеката мреже међу које спадају: маса времена кретања и укупни учинак мреже.



Сл. 22 — Шема скретања деонице



Сл. 23 — Шема скретања на чвору

ЛИТЕРАТУРА

- [1] М. Ивановић и сар.: „Научне основе планова развоја путне мреже СР БиХ“, Завод за саобраћај Грађевинског факултета Сарајево, 1982.
- [2] М. Ивановић и сар.: „Студија изводљивости ауто-путева Сарајево“, Завод за саобраћај Грађевинског факултета Сарајево, 1977.
- [3] М. Ивановић и сар.: „Извештај о анкетама“, Завод за саобраћај Грађевинског факултета Сарајево 1979.
- [4] „Катастар магистралних и регионалних путева БиХ“, ПП „Трасер“ и Завод за саобраћај Грађевинског факултета Сарајево, 1978.
- [5] М. Ивановић и И. Папо: „Испитивање продирања мраза на територији СР БиХ с обзиром на димензионирање коловоза“, Завод за саобраћај Грађевинског факултета Сарајево, 1977.
- [6] Љ. Кузовић: „Методски поступак прорачуна могућих уштеда у трошковима експлоатације друмских возила“, Институт за путеве, Београд.
- [7] Д. Дамјановић: „Утицај елемената пута на брзину у слободном току“, Грађевински факултет Ниш, 1980.
- [8] Ј. Браун: „Programmsystem VP53/SJ“, Технички универзитет, München, 1978.

Погодност постојећих инжењерско геолошких класификација за процену квалитета чврстих и получврстих стена при грађењу путева

Др МИЛОШ ВЛАХОВИЋ, дипл. инж.
ЗОРАН РАДИЋ, дипл. инж.

УВОД

Путеви као изразито линијски грађевински објекти, са условљеним геометријским облицима у плану и вертикалном профилу, изложени су честим променама инжењерско геолошких карактеристика терена на појединим потезима. Њихова нивелета се местимично усеца у терен, издиже изнад њега, или се поклапа са површином терена. Због тога при пројектовању и грађењу путева све стене, а међу њима чврсте и получврсте (камените и полукамените) имају тројаку улогу. Оне су подлога, средина и основни материјали за грађење. При томе се под подлогом условно подразумевају потези у подлози насипа (подтло), као и са постељицом у нивоу терена, док средину представљају делови терена на потезима у засецима, усецима, подсецима и подземним просторијама (тунелима). У вези са тим, у пројектантској и извођачкој пракси често се формира мишљење да потези путева кроз чврсте и получврсте стене представљају, по правилу, одличне подлоге и средине, а при томе и да су ове стене врло повољни материјали за грађење путева. Међутим, тако мишљење демантује више примера из праксе. Подсетимо се неких међу њима. Пут Чачак — Титово Ужице више пута је затваран за саобраћај по неколико дана због одроњавања кречњачких маса на потезу кроз Овчарско-кабларску клисуру. Ауто-пут Београд — Ниш у близини Београда био је по изградњи више дана затворен због одроњавања и затрпавања усека у серпентинама код Бубањ Потока. Носивост постељице у коју је уграђена дробина флиша, глинца, лапора или шкриљца несумњиво је мања од носивости постељице у коју је уграђена кречњачка дробина или дробина било које свежје магматске стене. У сличној пропорцији стоје и стабилности насипа изграђених од ових материјала.

Разлике у физичко техничким карактеристикама појединих чврстих и получврстих стена, или чак и у оквиру једне исте стене (на пример гранит од једног стања до груса) условљавају да се изврши њихова класификација у погледу погодности за оградње путева.

У области инжењерске геологије постоји више различитих класификација помоћу којих се

дефинише погодност чврстих и получврстих стена за грађење. Међутим, највећи број ових класификација односи се на услове грађења тунела и хидротехничких објеката, док се мањи број може применити за процену опште погодности чврстих и получврстих стена при грађењу путева. Због тога се ових радом покушало да се прикажу постојеће класификације које се најчешће примењују у инжењерској геологији, како би се на основу њих у даљем проучавању могли да одаберу параметри и класификације, или пак да се уведу нови показатељи и класификације за потпуније дефинисање погодности чврстих и получврстих стена при пројектовању и грађењу путева или саобраћајница уопште.⁽¹⁴⁾

ИНЖЕЊЕРСКО ГЕОЛОШКЕ КЛАСИФИКАЦИЈЕ КОЈЕ СЕ НАЈЧЕШЋЕ ПРИМЕЊУЈУ У ПРАКСИ И ЊИХОВИ ПОКАЗАТЕЉИ

За процену погодности чврстих и получврстих стена при пројектовању и грађењу путева користи се више различитих инжењерско геолошких класификација које су до сада предложене код нас и у свету. Међу њима најчешће се примењују класификације:

— Протођаконова, југословенске грађевинске норме (GN—200 и GN—206), Stinia, Brauns—Stinia, Tercagia, Bienavskog⁽³⁾ Barton — Lin — Lunda⁽¹⁾, Геотехничка (Сутићева)⁽⁵⁾, Около Кулакова, Кутузов—Рупцова, Dirmana, Рабчевић—Пакхела, W.S. Chuna, Zang Ke Čenga i Li Song Ronga (кинеска)⁽⁴⁾⁽¹⁵⁾, већи број стандарда за камене агрегате.

Инжењерско геолошки показатељи на којима се заснивају ове класификације су бројни и по природи разноврсни, као што је показано на табели I.

У табели I се уочавају три основне карактеристике, и то:

— постоје класификације које се заснивају на само једном показатељу и класификације са два и више показатеља,

— по својој природи једна група показатеља изражава се описно, а друга група нумеричким вредностима и

Табела 1

Основни показатељи	Класификација													
	Протођаконова	Браунс — Стини	GN — 200	Стини	GN — 206 (тунелска)	Терцагјева	Бијенавског	Бартон — Лин — Лунда	Дон Дира	Геотехничка (Шугићева)	Около Кулакова	Кутузов — Рупцова	Барова	Франклинова
Чврстоћа под притиском (σ)	×				×	×				×	×		×	
Алат и количина експлозива		×								×	×			
Растраситост			×	×										
Описна процена вредности				×										
Тврдоћа					×									
Жилавост (абразивност)					×								×	
Хигроскопност											×			
Постојаност на мразу														
Хабање (Девал)														
Дробљивост (Третон)														
Квалитет језгра (RQD)							×	×	×	×				×
Густина и оријентација пукотина (испуцалост) — Iv							×			×		×		×
Својства пукотинских површина							×	×						
Дотицај подземних вода (коэффициент водопропуст.)							×	×		×				×
Број фамилија пукотина								×						
Фактор редукције напона од стенске масе (SRF)								×						×
Врста стене						×				×				×
Пиезометријски притисак										×				
Дозвољено оптерећење (σ_d)											×			
Растојање између пукотина (зев)													×	
Дебљина слојева													×	
Отпор минирању													×	
Време без подграде														×
Величина неподграђеног распона (m)														×
Коефицијент оштећености (ξ)														×

— класификације нису свеобухватне, поједине међу њима могу се употребити за процену погодности чврстих и получврстих стена или као подлоге, или као средине, или као материјала, док само неке од њих могу дефинисати општу погодност чврстих и получврстих стена за грађење.

Само на једном показатељу засновано је 8 класификација, при чему се свака од њих базира на другачијем показатељу. Међу њима релативно најпоузданији (али непотпун) је чврстоћа на притисак (Протођаконов). Мање поуздани показатељи су врста стене (Терцаги), алат и количина експлозива потребни за рад (Браунс-Стини), жилавост—абразивност (Бар) и отпор минирању (Демјуников). Најмање поуздани показатељи су: квалитет језгра (Дон Гир), испуцалост — Ив (Кутузов—Рупцов и Дирман) и дебљина слојева (Демјуников). Још већа разноврсност међу пока-

затељима постоји код класификација заснованих на два и више показатеља.

При примени класификација заснованих на описним показатељима (Stini, Brauns—Stini, Terzaghi, GN—200, GN—206, Laüfer i Rabčević—Pahel) не може се избећи уношење веће или мање дозе субјективизма. То, даље, по правилу, проузрокује различите процене погодности једне исте стене од стране различитих интерпретатора. Ови показатељи могу једино да послуже за грубу, оријентациону процену погодности чврстих и получврстих стена за градњу. Знатно прецизнији су показатељи који се изражавају нумеричким вредностима. Њиховом применом елиминише се субјективизам у процени, а велика им је предност што се могу уводити у прорачуне (стабилности, димензионирања и др.). Ове чињенице условљавају да се за процену погодности стена за градњу

примењују класификације заснована на нумеричким показатељима.

Највећи број класификација приказаних у табели I предодређен је за процену погодности стена као средине за грађење. Само се класификације Протођаконова и Терцегиа могу применити за процену опште погодности стена за грађење. Прецизнија процена погодности чврстих и получврстих стена као подлоге грађевинских објеката не може се успешно извести на основу ових класификација.

За одређивање погодности чврстих и получврстих стена као материјала за грађење постоје бројне класификације које су готово по правилу обухваћене стандардима које је развило више научних и стручних институција широм света. Ова група класификација најпрецизније дефинише квалитет чврстих и получврстих стена у односу на остале класификације. Све те класификације заснивају се углавном на најновијим достигнућима геотехнике, практично их непрекидно допуњују, усавршавају и релативно често замењују новим, потпунијим класификацијама.

ДЕФИНИСАЊЕ КВАЛИТЕТА ЧВРСТИХ И ПОЛУЧВРСТИХ СТЕНА КАО ПОДЛОГЕ, СРЕДИНЕ И МАТЕРИЈАЛА ЗА ГРАЂЕЊЕ ПУТЕВА

Наведене инжењерско геолошке класификације могу се са различитим успехом применити за процену погодности чврстих и получврстих стена као подлоге, средине и материјала за грађење путева с обзиром на њихове недостатке и предности. Процена квалитета најпрецизније се може извести при разматрању чврстих и получврстих стена као материјала за грађење путева, а нешто мања прецизност се постиже применом инжењерско геолошких класификација при процени њихове погодности као средине за грађење путева. Међутим, недостатак класификација за процену погодности чврстих и получврстих стена као подлоге путева условљава да се овом проблему у будућности посвети посебна пажња. Чињеница је да у области инжењерске геологије и геотехнике уопште постоје показатељи којима може да се прикаже квалитет чврстих и получврстих стена као подлоге путева као што су они који служе за дефинисање континуалности односно дисконтинуалности, а и они који проистичу из брзина раста еластичних таласа кроз стену и монолит (коэффициент оштећености, динамички модул еластичности и др.).

ЗАКЉУЧЦИ

Чврсте и получврсте (камените и полукамените) стенске масе својим минералним саставима, склопом, физичким, структурним и механичким својствима, старошћу и степеном распа-

дања представљају веома неуједначене подлоге, средине и материјале за грађење путева.

Међу класификацијама чврстих и получврстих стена које су до сада објављене ни једна није специјално прилагођена потребама изградње путева.

Постојећим класификацијама најуспешнија процена квалитета може се спровести при разматрању чврстих и получврстих стена као материјала за грађење путева. Нешто мању прецизност пружају постојеће инжењерско геолошке класификације које се примењују за процену чврстих и получврстих стена као средине за изградњу путева, док за процену ових стена као подлоге путевима практично не постоји класификација која се може успешно применити.

Недостатак класификација за процену погодности чврстих и получврстих стена као подлоге путева условљава да се у будућности учине напори за разраду таквих класификација.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Barton N. Lien R. Lund J.: Engineering classification of rockmass for the design of tunnel support, „Rock Mechanics“, Vol. 6, No. 4, 1974.
- [2] Barton N.: Unsupported ground openings, In Rock Mechanics Meeting, Swedish Rock Mechanics Research Foundation, Stockholm, 1976.
- [3] Bienawski Z. T.: Predicting rock behaviour by geomechanics classification method, Second Australia — New Zealand Conference on Geomechanics, 1975.
- [4] Chen Wei — Hui: Classification of soft rock of the Xia — Keng tunnel on the Anhui — Jiangxi railway, IV Congress international Association of Engineering Geology, Volume IV, Theme 2, New Delhi, 1982.
- [5] Група аутора: Принципи инжењерске геологије, извод из предавања, Рударско геолошки факултет, Београд, 1972.
- [6] Guan Bao — Shu: Railway Tunnels surrounding rock classification, 1978.
- [7] Gu De — Zhen, Huang Ding — Cheng: Determination of rockmass quality coefficient, Hydrological and Geological Engineering, No 2, 1979.
- [8] Јањић М.: Инжењерска геологија са основама геологије, Научна књига, Београд, 1982.
- [9] Локин П. Инжењерска геологија. Извод из предавања на последипломским студијама. Рударско геолошки факултет, Београд, 1981.
- [10] Локин П., Васић М., Мијаиловић Р., Петричевић М.: Класификације стенских маса за подземне објекте. Зборник реферата VII југословенског симпозијума о хидрогеологији и инжењерској геологији. Књига 2. Нови Сад, 1982.
- [11] Пањук П.Н.: Инжењерска геологија. Грађевинска књига, Београд, 1965.
- [12] Поповић Б.: Геотехничке подлоге за пројектовање и грађење подземних конструкција. Зборник радова V југословенског симпозијума о хидрогеологији и инжењерској геологији. Књига II, Београд, 1978.
- [13] Preston R.L., Rutledge J.C.: Experiences of predicting tunnel support by engineering rock classification in New Zealand. „ITA“ symposium, 1978.
- [14] Влаховић М., Радић З.: Изучавање инжењерско геолошких чинилаца као показатеља погодности терена за пројектовање и грађење саобраћајница. Научна тема обрађена по уговору са РЗН Србије. Грађевински факултет, Београд, 1983.
- [15] Wang Shi — Chun, Zhang Ke — Cheng, Li Song — Rong: A proposal for rock classification in tunnel engineering. Proceedings IV Congress international Association of Engineering geology. Volume V. Theme 2. New Delhi, 1982.

Прилог вредновању инвестиционих алтернатива при модернизацији и реконструкцији путне инфраструктуре

Мр ДУШАН МАРУШИЋ, дипл. инж.

1. УВОД

Проблему испитивања ефикасности инвестиција у оквиру програма реконструкције и модернизације путне инфраструктуре припадаје се, с правом, све већи значај. Познато је да у овој области постоји сталан несклад између растућих потреба, са једне стране, и објективних могућности друштва, са друге стране.

Општа оскудица финансијских средстава, а у вези са тим и висока цена капитала диктирају да се избору инвестиција приступи веома опрезно како би се расположива средства што рационалније искористила. Ниме, одабирају се оне инвестиције које дају најповољније ефекте за општи привредни развој.

Све чешће у нашој пракси при оцени инвестиционих алтернатива користе се свеобухватне дисконтне методе као што су методе „нето садашње вредности“ (NSV) односно „интерне стопе рентабилности“ (ISR). Ове методе исказују предности из временске преференције величине пројекта који у дугорочној оцени чини фактор детерминирања инвестиционе одлуке.

У пракси се често, због недовољног познавања теоријске основе ових метода, занемарују релевантне чињенице при оцени инвестиционих алтернатива. Тако при избору између више међусобно независних алтернатива предност дајемо оној која у апсолутном смислу исказује већу нето садашњу вредност (NSV), односно „интерну стопу рентабилности“ (ISR). У већини случајева ово је потребан али не и довољан услов за доношење одлуке о избору.

2. ТЕОРИЈСКЕ ПОСТАВКЕ

У наставку ћемо указати на елементе вредновања, о којима треба водити рачуна при избору инвестиционих алтернатива, а исти битно утичу на оцену.

Доношење одлуке о избору инвестиционих темеља укупне висине „нето садашње вредности“ (NSV), односно „интерне стопе рентабилности“ (ISR) исправно је само онда уколико се ради о тзв, упоредивим алтернативама. Упредивост инвестиционих пројеката имплицирана је хомогеношћу детерминаната који их карактеришу. У

том смислу је посебно важна истовестност иницијалног инвестиционог инпута и века трајања ефекта инвестиције. Наиме, уколико се ове детерминанте инвестиционих пројеката разликују, одлуку на бази NSV и ISR потребно је кориговати додатним анализама. Непотпуно упоредиве инвестиције јављају се у следећа три вида:

- инвестициони пројекти имплицирају различите иницијалне инвестиционе инпуте,
- презентирани инвестициони пројекти разликују се по дужини трајања,
- комбинација горњих могућности.

Алтернативан приступ оцени оправданости инвестиционих варијанти посебно се намеће у условима ограничености финансијских средстава, које треба најрационалније алоцирати уз примену одређених објективизираних критеријума.

Нарочито треба водити рачуна о износима новчаних средстава потребних за реализацију сваког инвестиционог пројекта, будући да прихватање једног значи истовремено одустајање од других који имају приближне економске карактеристике. Наиме, прихватање једног инвестиционог пројекта од на пример 100 новчаних јединица са веком трајања од 10 година значи одбацивање на пример два инвестициона пројекта од 60 и 40 новчаних јединица са истим или дужим веком трајања њихових ефеката или, пак, могућности реинвестирања иницијалног инпута у случају краћег експлоатационог периода.

У пракси је врло чест случај кад избор вршимо између инвестиционих алтернатива чије се економске карактеристике разликују у висини иницијалних инвестиционих инпута.

Ако претпоставимо да инвестиционе алтернативе А и В карактеришу различити износи иницијалних инвестиционих инпута T_A , T_B (трошкови грађења) и исти век трајања са истим променљивим годишњим токовима инпута и оутпута $E_n = P_n - T_n$ (приходи — трошкови), тада можемо написати да је „нето садашња вредност“:

за пројекат А:

$$NSV_A = \sum_{i=1}^n E_n^A (1+i)^{-n} = T_A$$

за пројекат В:

$$NSV_B = \sum_{i=1}^n E_n^B (1+i)^{-n} = T_S,$$

односно за новоуведени пројекат С:

$$NSV_C = \sum_{i=1}^n E_n^C (1+i)^{-n} = T_S - T_A.$$

Интерну стопу рентабилности ISR можемо израчунати из израза:

за пројекат А:

$$E_1 (1+ISR)^{-1} + E_2 (1+ISR)^{-2} + \dots + E_n (1+ISR)^{-n} - T_A = 0,$$

за пројекат Б:

$$E_1 (1+ISR)^{-1} + E_2 (1+ISR)^{-2} + \dots + E_n (1+ISR)^{-n} - T_S = 0,$$

односно за новоуведени пројекат С:

$$E_1 (1+ISR)^{-1} + E_2 (1+ISR)^{-2} + \dots + E_n (1+ISR)^{-n} - (T_B - T_A) = 0$$

при чему су:

$E_n^{A,B,C}$ — годишње разлике токова инпута и оутпута (приходи—трошкови $P_i - T_i$)

$T_{A,B}$ — иницијални инвестициони инпути (трошкови грађења)

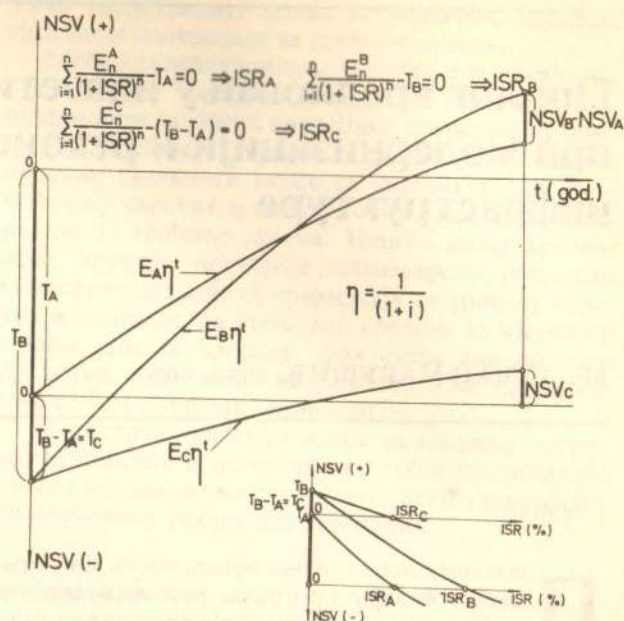
ISR — интерна стопа рентабилности

Према критеријуму методе „интерне стопе рентабилности“, инвестициона алтернатива која исказује апсолутно већу стопу сматра се сврсисходнијом. Међутим, овај критеријум није довољан и одлука не може бити потпуна и реална уколико се има у виду да једна од алтернатива којом се остварује већа ISR имплицира и већи иницијални инпут. То би значило признавање чињенице да се разлика иницијалних инпута ($T_B - T_A$) инвестира у пројект који остварује $NSV = 0$ или нуди интерну стопу рентабилности једнаку дисконтној стопи.

Практично овде се ради о увођењу нове алтернативе $C = (T_B - T_A)$ која би се потенцијално могла реализовати.

Уколико би новоуведена алтернатива С произвела интерну стопу рентабилности нижу од разлике $ISR_C < ISR_B - ISR_A$, поузданија је одлука о преферирању варијанте В, а истовремено се одустаје од потенцијалне инвестиције С. Уколико је $ISR_C > ISR_B - ISR_A$, тада је опортунитије прихватити инвестицију А и остварити улагања $T_S - T_A$ у инвестицију С чији би принос био већи од разлика приноса $ISR_B - ISR_A$.

На слици 1 представљен је ток „нето садашње вредности“ алтернатива А, В и новоуведене алтернативе С за случај вредновања алтернатива са различитим иницијалним инвестиционим инпутима.



Сл. 1

Сада ћемо анализирати случај када два пројекта имају исти иницијални инпут а различити век трајања.

Ако претпоставимо да пројекат А остварује нижу „нето садашњу вредност“ у краћем времену трајања, на пример 3 године, наспрот пројекту В који остварује већу „нето садашњу вредност“ у дужем веку трајања, на пример 5 година.

Према критеријуму „нето садашње вредности“ предност би требало дати алтернативи која изискује већу „нето садашњу вредност“. У овом случају алтернативи В.

Међутим, при доношењу инвестиционе одлуке о прихватању једне од ових алтернатива мора се водити рачуна о компонентама које је карактеришу.

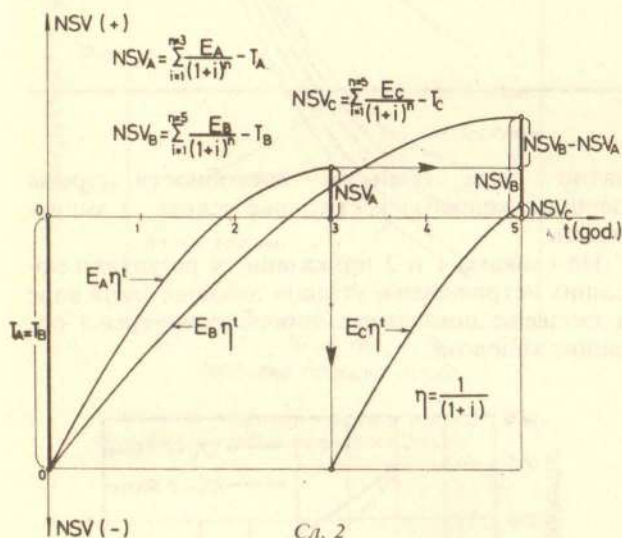
Наиме, алтернатива В већу „нето садашњу вредност“ остварује у експлоатационом периоду од пет година за разлику од „нето садашње вредности“ алтернативе А која се остварује за три године.

Битан моменат алтернативне оцене економских ефеката поменутих инвестиција садржан је у NSV коју би остварио пројекат А у четвртој и петој години, будући да је иницијална величина његовог инпута (исти је код А и В) слободна после треће године његове употребе.

Мора се поставити питање ефеката који би произишли из коришћења тог износа у наредне две године. Према томе, овде се у анализу, практично, укључује трећа, потенцијална, алтернатива С која би представљала наставак ефеката алтернативе А у четвртој и петој години (p_3 до p_5).

Уколико би ти ефекти били нижи од разлике „нето садашње вредности“ алтернатива В и А, онда бисмо могли бити сигурнији у предност пројекта В у односу на пројект А по основу критеријума NSV . Наиме, ако је $NSV_C < NSV_V - NSV_A$ повољнија је алтернатива В. Уколико горња неједнакост није задовољена, односно ако

је $NSV_C > NSV_B - NSV_A$, предност ће се дати алтернативи А, чији се иницијални инпут, после њеног века трајања, може реинвестирати у алтернативу С, са роком трајања од две године. Овако донесена одлука била би исправнија и са аспекта рока враћања уложених средстава, чија дужина мора бити усклађена са техничким напретком. На слици 2. представљен је ток „нето садашње вредности“ алтернатива А, В и новоуведене алтернативе С за случај вредновања алтернатива са различитим веком трајања пројекта.



Сл. 2

3. ЗАКЉУЧАК

Доношење одлуке о инвестирању, уважавајући предње поставке, осигурава већу сврсисход-

ност, односно корисност улагања расположиве акумулације на темељу селекционог критеријума NSV, односно ISR.

На основу изложеног види се да је питање избора пројекта у условима различитих износа иницијалних инвестиционих инпута комплексан и сложен посао у коме се посебно изражава проблем димензионирања улагања.

Инвестициона одлука оваквог карактера мора бити поткрепљена комплементарним и корективним селекционим критеријумима оцена инвестиционих пројеката.

И поред погодности обрачуна, морају се истаћи и тешкоће регистроване приликом тачног идентификовања новог пројекта, односно треба одредити тачно коришћење додатних средстава (разлика најнижег до највишег иницијалног инпута) и њихову „нето садашњу вредност“, односно њихов рентабилитет.

Изложен поступак требало би инкомпорирати у студије које имају за циљ рангирање инвестиционих захвата при реконструкцији и модернизацији путне инфраструктуре.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Р. Ралевић: Улагања у основна средства — финансијска оцена. Финансијака политика и ликвидност II, Симпозијум, Београд, 1970. године.
- [2] Х. Пеуманс: Теорија и пракса обрачуна у области инвестиција, Југословенска инвестициона банка, Београд, 1967. године
- [3] Е. Schneider: Wirtschaftlichkeits Rechnung. Tübingen, 1968.

Дозвољена дубина колотрага са аспекта безбедности саобраћаја

МИРОСЛАВ СТЕФАНОВИЋ, инж.

Проблем колотрага, њихове санације и пројектовање коловозних конструкција са асфалтним мешавинама отпорнијим на трајну деформацију веома је присутан у нашој земљи, и то како на градским саобраћајницама тако и на ванградским јавним путевима.

Нормално је да су за појаву знатних колотрага потребни и одређени експлоатациони услови које карактерише саобраћајно оптерећење и клима.

Садашње познавање физичко-механичких и реолошких особина материјала и мешавина од којих су грађене и од којих ће се градити коловозне конструкције омогућава да се, уз коришћење одређених емпиричких и теоретских математичких решења довољно тачно прогнозира дубина колотрага за конкретне експлоатационе услове.

При предвиђању дубине колотрага, односно укупне трајне деформације новопроектване коловозне конструкције, као и у случајевима приступа санирању постојећих колотрага, присутан је проблем недостатка критеријума за толерантну дубину колотрага.

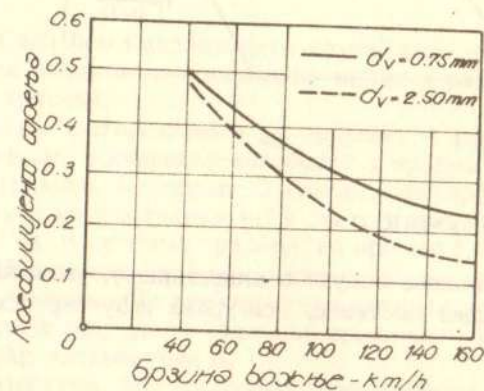
Како колотраг карактерише равност површине коловоза, а то је једна од најбитнијих карактеристика површине коловоза која има утицај на безбедност саобраћаја, дефинисање критеријума колотрага је неопходност која се намеће пред стручњаке који се баве путарством и безбедношћу саобраћаја.

Током последње деценије дубина колотрага и њихов утицај на безбедност саобраћаја били су предмет више истраживачких студија и пројеката у земљама западне Европе и САД, те су и резултати ових истраживања као и произашли критеријуми објављени на светским конгресима за путеве, у појединим стручним часописима, као и на Међународној конференцији о безбедности саобраћаја на путевима одржаној октобра 1981. године у Београду.

Дубина колотрага превасходно је разматрана као физички предуслов спречавања правилног одводњавања површине коловоза, односно омогућавања присуства воде за време и после атмосферских падавина чиме се постиже временски

знатно дуже смањење способности трења површине коловоза и стварање услова за хидропланинг.

На сликама 1 и 2 приказани су резултати појединих истраживања утицаја дебљине слоја воде на смањење показатеља способности трења површине коловоза.



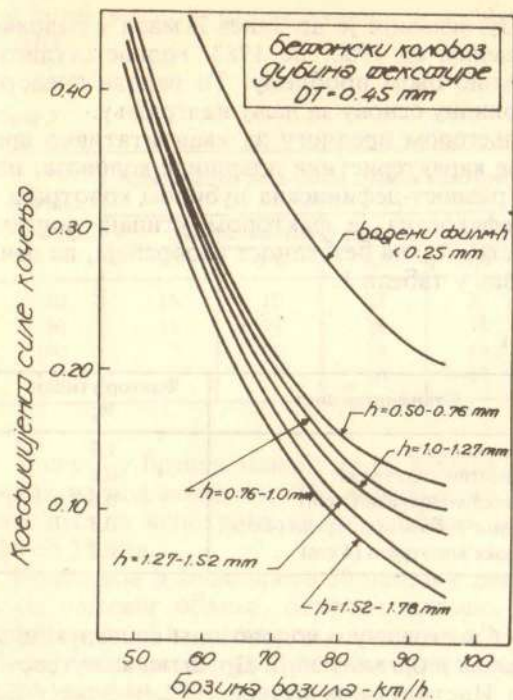
Сл. 1 — Промене коефицијента трења у зависности од брзине и дебљине воденог слоја на коловозу (Ariano di Raffaele 1969. год.)

При повећању брзине кретања возила и све већој дебљини слоја воде на површини коловоза, коефицијент трења се смањује све док се не постигне вредност блиска нули. Ово стање назива се хидропланинг.

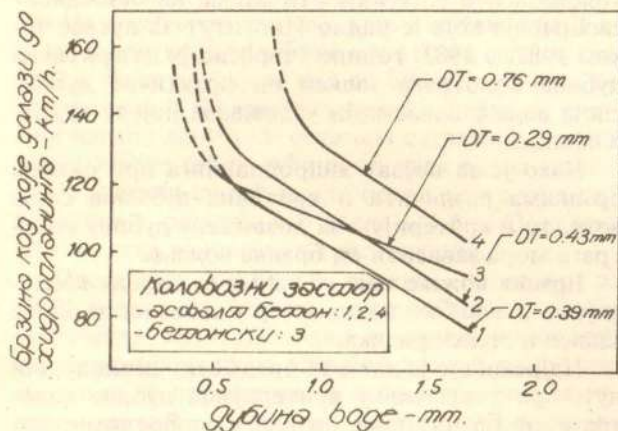
Узроци овој појави су вискозност и густина воде који ометају истискивање воде са површине налегања пнеуматика на околну површину коловоза, као и количина воде која постоји на коловозу или дотиче на коловоз.

На сликама 3 до 6 приказани су резултати испитивања граничних дебљина слоја воде при којима настаје хидропланинг, а у зависности од брзине кретања возила.

На XVI светском конгресу за путеве одржаном у Бечу 1979. године, између осталог, приказани су врло интересантни практични резултати испитивања дебљине воденог филма у зависности од дубине колотрага и попречног нагиба коловоза, што је и приказано на слици 7.



Сл. 2 — Зависност коефицијента силе кочења од брзине возила и дебљине воденог филма

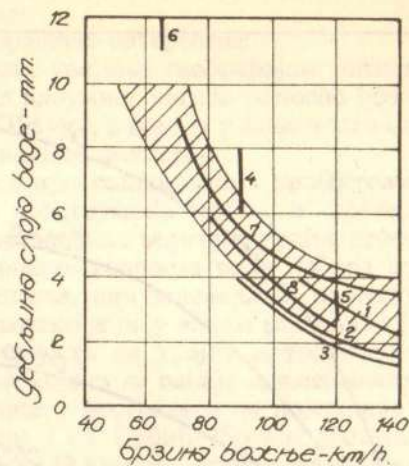


Сл. 3 — Однос брзине код које долази до појаве хидропланирања и дубине воде у зависности од дубине текстуре коловоза

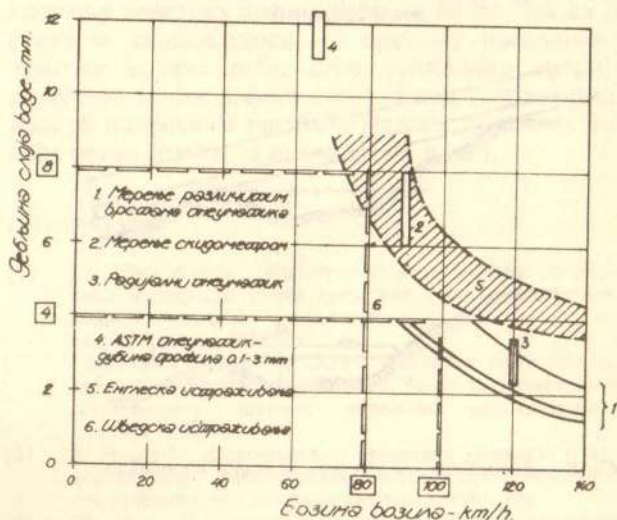
Ценећи сопствена искуства и приказане резултате истраживања, многе земље западне Европе израдиле су критеријуме за дозвољену дубину колотрага.

У Швајцарској стандард SN 640 521 специфицира највећу дозвољену дубину колотрага формирану на основу теоретски могуће дубине воде у колотрагу (сл. 8).

Величина t представља дубину воде мерену у односу на хоризонталну раван (сл. 8). Тако је поменути стандардом предвиђено да $t \leq 8$ mm на путевима за брзину возила $V_A < 80$ km/čas, односно $t \leq 4$ mm на путевима за брзину војње $V_A > 80$ km/čas.



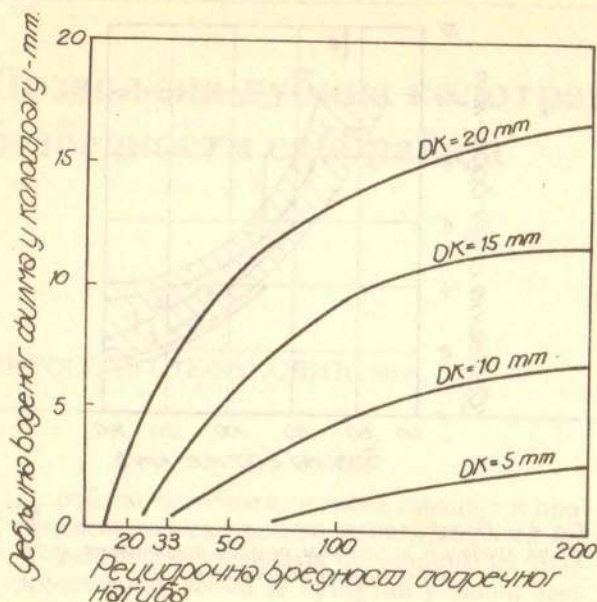
Сл. 4 — Подручје доњих граничних дебљина слоја воде на храпавим и глатким возним површинама код којих настаје хидропланирање



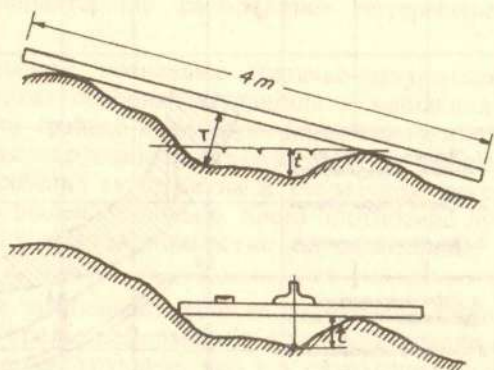
Сл. 5 — Критичне брзине возила при којима настаје хидропланирање у функцији дебљине слоја воде



Сл. 6 — Коефицијент шрења у односу на дебљину воденог филма



Сл. 7 — Теоријске дебљине воденог филма у колотраги у функцији његове дубине и попречног нагиба возне површине



Сл. 8 — Теоретски могућа дубина воде у колотраги

У Белгији критеријум за дозвољену дубину колотрага је следећи:

	$\Delta Z_t / \Delta l$
— ауто-путеви (са 2 × 2 или 2 × 3 саобраћајне траке ширине 3,75 m)	0,02
— примарни путеви I класе (са 3 или 4 саобраћајне траке ширине 3,50 m)	0,02
— примарни путеви II класе (са 2 саобраћајне траке ширине 3,5 или 3,0 m)	0,03
— секундарни путеви (са 2 саобраћајне траке ширине 3 m)	0,03
— градске саобраћајнице: саобраћај знатно каналисан	0,02
— паркинзи, аутобуска стајалишта	0,02

при чему су:

ΔZ_t — дубина колотрага

Δl — половина ширине колотрага.

У Великој Британији, на основу препорука Маршаловог комитета, толерантна величина трајне деформације је до 13 mm, измерена испод мерне летве дужине 2 m.

У Југославији је др Јанез Жмавц у радовима објављеним од 1980. до 1983. године студиозно приступио овом проблему. Ти радови представљају солидну основу за даљу надградњу.

У његовом предлогу за квантитативно вредновање карактеристика површине коловоза, попречна равност-дефинисана дужином колотрага — квантификована је фактором утицаја попречне равности (R_p) на безбедност саобраћаја, на начин приказан у табели 1.

Табела 1.

Стање површине	Фактор утицаја R_u
Раван коловоз	1,0
Приметни колотрази	0,8
Плитки колотрази (1 cm)	0,6
Средње дубоки колотрази (4 cm)	0,4
Дубоки колотрази (4 cm)	0,2

На Саветовању о коловозним конструкцијама, одржаном у организацији Друштва за путеве Србије и Института за путеве 1982. године у Београду аутор једног од објављених радова (5) иницирао је питање критеријума дозвољене дубине колотрага и указао на могуће аспекте разматрања овог проблема.

У студијама о карактеристикама површине коловоза и о њиховим утицајима на безбедност саобраћаја које је радио Институт за путеве током 1982. и 1983. године утврђено је да критична дубина колотрага зависи од практичне дубине слоја воде у њима који условљава појаву хидропланинга.

Како је за појаву хидропланинга при разним брзинама различита и критична дебљина слоја воде, то и критеријум за дозвољену дубину колотрага мора зависити од брзине вожње.

Брзина вожње која се узима за израду критеријума је посебно питање, јер у зависности од ње зависи и степен ризика.

Најреалније је да се за предметну деоницу или пут, при утврђивању критеријума дубине колотрага, за брзину узме брзина у слободном току, тј. она брзина која при сувом стању коловоза нуде елементи пута. Повећање ризика од саобраћајне незгоде расте ако се за критеријум брзине усвоји рачунска брзина или актуелна дозвољена брзина.

На основу проучавања и изнетих података, следи да је критична дебљина слоја воде при којој почиње хидропланинг у зависности од брзине следећа:

Табела 2

Брзина вожње (km/čas)	60	80	100	120
Дебљина слоја воде (mm)	12	8	4	3

У зависности од попречног нагиба површине коловоза, дозвољена максимална дубина колотрага при којој се формира дебљина слоја воде

при којој настаје хидропланинг је приближно следећа:

Табела 3

Брзина kN/čas	Максимално дозвољена дубина колотрага mm			
	Попречни нагиб коловоза (%)			
	0,5	1,0	2,0	4,0
60	16	18	22	30
80	11	14	18	24
100	7	9	13	19
120	4	7	10	17

У случају брзина мањих од 60 km/čas и поперечних нагиба већих од 4%, максимална дозвољена дубина колотрага не би требало да буде већа од 30 mm.

Колотрази дубине преко 30 mm, а у зависности од њиховог облика, односно ширине, имају све већи утицај на управљање возилом; а посебно стварају потешкоће при зимском одржавању, односно уклањању слоја снега или леда.

Сагледавајући реалност критеријума датих у табели 3 са стањем путне мреже и улица у Београду, водећи рачуна о времену експлоатације, саобраћајном оптерећењу и подужном нагибу (превасходно због утицаја на брзину кретања теретних возила, врсти мешавина у асфалтним слојевима и дебљини слојева, може се закључити да је дати критеријум дубине колотрага сасвим реалан, и то за случајеве кад су брзине кретања теретних возила 60 km/čas или веће и када су подужни нагиби до 4%. У осталим случајевима колотрази знатно већих дубина од оних датих у табели 3, настали су већ после неколико година експлоатације, односно већ после 1/4 до 1/3 од пројектног века коловозних конструкција.

Последњих неколико година, поготово од 1980. године па надаље, у пројектима санације постојећих колотрага, као и нових коловозних конструкција како на улицама тако и на путевима врши се пројектовање асфалтних мешавина, као и читаве структуре, знатно отпорније на стварање колотрага, и то за експлоатационе услове као што су:

- клима
- саобраћајно оптерећење
- брзине кретања саобраћајног оптерећења, зависно од плодног нагиба односно брзина мањих од 60 km/čas, а које су у зависности од меродавних утицајних фактора.

Како се при рационалном пројектовању коловозних конструкција врши и проверавање, односно предвиђање величине трајне деформације на површини коловоза ради избора алтернативних решења, или задовољења пројектног задатка, запажено је да у новим решењима (која су боље отпорности на трајну деформацију у односу на оне које су се раније примењивала) рађеним за улице у Београду и на појединим деоницама путева у СР Србији (брзине кретања оптерећења 10 до 40 km/čas), прогнозна дубина колотрага величине 20 до 40 mm добијена прорачунама, очекује се тек после 3/4 пројектног века.

За критеријуме дате у табели 3 за путеве намењене за брзине кретања возила од 100 km/čas и веће и поперечне нагибе мање од 2%, може се рећи да су прилично оштри и тешко прихватљиви. Међутим, не треба заборавити да су и брзине кретања теретних возила веће од 60 km/čas да је стога и каналисаност — односно преклапање трагова возила ређе, што условљава спорије повећање трајне деформације, а сем тога и случајеви са поперечним нагибом мањим од 2% су такође ретки (рампе за витоперење и сл.).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Др Јанез Жмави: „Критериј за квантитативно вредновање карактеристичних својстава савремених возних површина; посебно издање часописа „Институт за путеве“, Београд, 1981.
- [2] Грађевински институт ООУР Факултет грађевинских знаности свеучилишта у Загребу, Завод за прометнице: „Хватљивост застора колничке конструкције“, Студија 1982. год.
- [3] S. Hushek: „Одводњавање површине коловоза и отпор клизању“, Међународна конференција о безбедности саобраћаја на путевима, Београд, 1981. год.
- [4] The Marshall Committee's recommendations for standards of highway maintenance and for a maintenance rating system", RRL Report LR 367, 1970. год.
- [5] Стефановић Мирослав, инж.: „Критеријум дозвољене дубине колотрага — питање које треба решавати“. Саветовање о коловозним конструкцијама“, Београд, 1982. год.

Електрофилтерски пепео енергане индустрије каблова Светозарево као адитив у комплексној стабилизацији локалног шљунка

ПРЕДРАГ БРАУНОВИЋ, дипл. инж.

Индустрија каблова „Моша Пијаде из Светозарева (у даљем тексту ИКС) са сопственом термоелектраном за производњу електричне енергије суочава се са проблемом одлагања и елиминације електрофилтерског пепела који остаје сагоревањем мрког угља из Ресавског басена.

Поред проблема депоновања знатних количина овог отпадног материјала (ради се о количини од 50 т/дан електрофилтерског пепела, којег треба препарирати (квашењем) и одстранити из локалитета бункера Енергане) проблем је што пепео садржи одређене штетне састојке који угрожавају животну средину.

У оваквој ситуацији и са наслеђен од 200 до 300.000 т већ депонованог пепела у кругу фабрике „Моша Пијаде“, током последњих 10 до 15 година, проблем се заоштрава критичношћу простора за одлагање нових количина у условима све критичнијих површина слободних за овакве депоније без последица угрожавања човекове околине.

Завод за истраживања и испитивања Института за путеве из Београда преузео је задатак да истражи инжењерско-еколошке аспекте проблематике ИКС „Моша Пијаде“, са становишта валоризације и елиминације овог нуспродукта Енергане.

КОНЦЕПТ ИСТРАЖИВАЊА ЛЕТЕЋЕГ ПЕПЕЛА „ИКС“

У Програму истраживања и испитивања електрофилтерског пепела Енергане Индустрије каблова у Светозареву, у даљем тексту ИКС, предвиђени захвати односили су се на неколико аспеката, односно:

— идентификација свежег и депонованог летећег пепела ИКС са гледишта његових физичко-механичких, односно хемијско-еколошких карактеристика;

— геотехничка интерпретација резултата геомеханичких испитивања пепела за израду трупа пута и сличних земљаних конструкција;

— валоризација пепела као потенцијалног адитива у комплексним мешавинама са локалним шљунком „Моравцем“ за израду носећих слојева коловозне конструкције на путевима.

У оквиру оваквог концепта и програмираних захвата, у даљем излагању задржаћу се на аспект оцене подобности летећег пепела ИКС као додатне компоненте у комплексној стабилизацији локалног каменог агрегата, односно дефинисању структурних решења слојева коловозне конструкције од расположивих и суфицитарних материјала у овом региону.

ИДЕНТИФИКАЦИЈА ИНЖЕЊЕРСКИХ СВОЈСТАВА ЛЕТЕЋЕГ ПЕПЕЛА ИКС

Битне механичко-физичке карактеристике електрофилтерског пепела установљене су лабораторијским испитивањем за два основна узорка пепела, заправо оног код бункера као новог („N“) и оног са депоније — старог („S“). При томе су одређивани: гранулометријски састав, оптимална влажност, максимална збијеност и CBR вредност, а добијени резултати су приказани у табели број 1.

Табела 1

Узорак пепела	Гранулометријски састав (%)			Влажност—збијеност		CBR
	< 0,60	0,06—2,00	> 2,00	W _{opt} (%)	$\gamma_{\max}$ (g/cm ³)	
Нови „N“	45	35	20	39,5	1.100	97
Стари „S“	25	47	28	38,0	1.138	55

*/ Примењена енергија збијања E = 2,75 MNm/m³

Немијски састав и хидрауличка активност испитаних пепела („N“) и („S“) одражава сировински карактер сагорелих угљева који су, као што је познато, по пореклу од мрког угља из Ресавског басена и мањег дела од лигнита из других извора.

Елементарни хемијски састав, добијен испитивањем новог („N“) и старог („S“) летећег пепела, ИКС, приказан је у табели 2.

Табела 2

Елемент	Пепео („N“) (%)	Пепео „S“ (%)
SiO ₂	48,09	44,12
TiO ₂	0,60	0,78
Al ₂ O ₃	19,91	20,61
Fe ₂ O ₃ (укупно)	7,12	5,77
MgO	3,73	1,92
CaO	9,33	13,33
Слободни CaO	1,77	0,00
CO ₂	1,33	3,40
Губитак воде (105°C)	0,31	2,02
Губитак жарењем (1000°C)	7,80	10,13
Нетопиви остатак	0,26	0,37

Садржај елемената без претходног спаљивања несагорелих честица угља приказан је у табели 3.

Табела 3

Елементи	Пепео „N“ (%)	Пепео „S“ (%)
MnO	0,035	0,033
Na ₂ O	0,39	0,28
K ₂ O	0,34	0,45
P ₂ O ₅	0,32	0,44
SO ₃	0,69	0,79
Укупни SO ₃	1,06	0,80

Испитани летећи пепели ИКС су киселог карактера. Међутим, због знатног садржаја SiO₂ (>45%) и Al₂O₃ (≈20%), као реактивне компоненте, исти захтевају додавање активног креча (CaO, Ca(OH)₂) за побољшање пуцоланских својстава, односно хидрауличке активности.

Провера хидрауличке реактивности пепела ИКС спроведена је посредним поступком и ефектима постигнутих механичких вредности са „стандардним матриksom“ (пепео + песак + креч + вода, — види JUS B.C1.01 где су на пробним телима (призме 4×4×16 cm) након 7 дана неговања постигнуте просечне вредности приказане у табели 4.

Табела 4.

Узорак пепела	Механичка својства „Матрикса“	
	Притисна чврстоћа MN/m ²	Савојна чврстоћа, MN/m ²
Нови „N“	8,00	3,20
Стари „S“	10,00	2,30

Однос савојне (σ_z — затезна) и притисне (σ_p) чврстоће према добијеним вредностима је у распону:

$$\sigma_z : \sigma_p = 1 : 2,75 \text{ до } 1 : 4,34$$

са новим „N“, односно старим „S“ пепелом.

КОМПЛЕКСНЕ МЕШАВИНЕ СА ЛЕТЕЋИМ ПЕПЕЛОМ ИКС

Идентификација електрофилтерског пепела у погледу физичкомеханичких и хидрауличких особина пружила је позитивне индикације о њиховој подобности за примену у комплексним мешавинама са реалним материјалима и рационалним решењима за носеће слојеве коловозне конструкције.

Концепт истраживања летећег пепела ИКС у смислу валоризације истог у грађевинске сврхе предодредио је коришћење основног материјала у региону, при чему би се летећи пепео ИКС користио као додатни материјал. (Овде је реч о старом пепелу „S“ са депоније).

Рационална мешавина компатибилних материјала за дефинисање решења на принципима комплексне стабилизације укључила би следеће компоненте:

- основни материјал: шљунак моравац
- додатни материјал: летећи пепео ИКС
- везиви материјал: хидратисани креч.

ПРЕЛИМИНАРНА ИСПИТИВАЊА комплексних мешавина од поменутих материјала (а, б, с) спроведена су на две серије (I, II) различитих пропорција „матрикса“ (пепео + песак + креч), односно основног агрегатног материјала (шљунак моравац).

Пробни састави мешавина приказани су у табели 5, а линије гранулометријског састава шљунка и мешавина за серије I и II на слици 1.

Табела 5.

Компоненте	Састав комплексно стабилизованог материјала	
	Серија I	Серија II
а) Шљунак моравац	90%	80%
б) Пепео „S“ ИКС	10%	20%
ц) Хидратисани креч	5%	4%

Параметри решења комплексне мешавине одређени су према југословенским стандардима, односно JUS U.E9.024/80 за „израду носећих слојева коловозне конструкције од материјала стабилованих цементом и сличним хидрауличким везивима“, при чему су:

а) Гранулометријски састав шљунка моравца у граничном подручју за Тип „А“, крупноће 31,5 cm (Видети сл. 1).

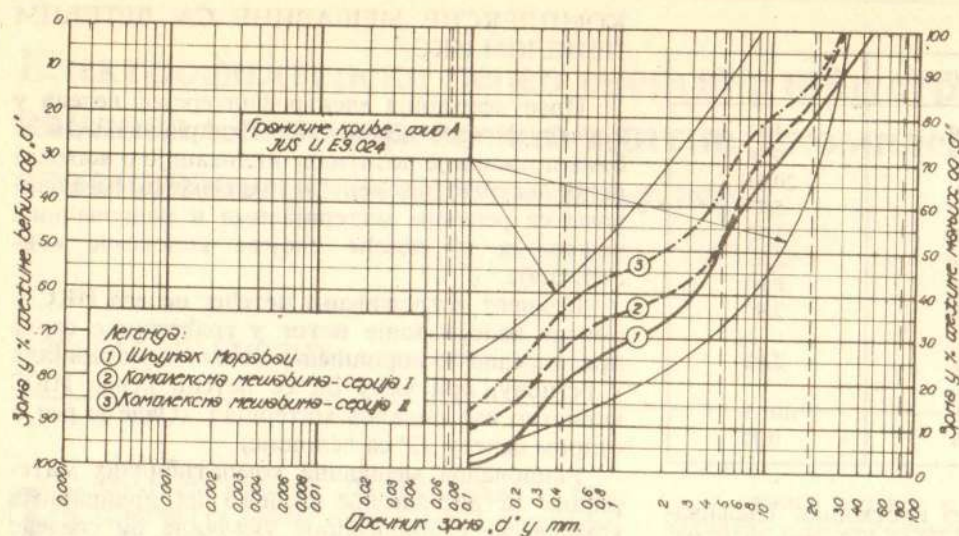
б) Оптимална влажност и максимална збијеност комплексно стабилизоване мешавине (серије I и II) са енергијом збијања $E = 2,75 \text{ MNm/m}$, имају следеће вредности:

— оптимална влажност: $W_{\text{opt}} = 6,8\%$ односно 9,7%

— максимална збијеност: $\gamma_{\text{max}} = 2121 \text{ kg/m}$, односно 1963 kg/m³

ц) Отпорности комплексне мешавине на дејство мрза (серије I и II) одређене стандардом методом (JUS U.B1.050) показале су следеће ефекте на промену чврстоће, односно запремине, тј.

Сл. 1 — Гранулометријски састав шљунка моравца и испитаних комплексних мешавина серије I и II.



Комплексно стабилизувана мешавина	Промена чврстоће, σ_p^m	Промена запремине, ΔV_{sr}
Серија I	87,50% (>80%)	0,085%
Серија II	78,55% (<80%)	0,103%

д) Механичка отпорност комплексне мешавине (серије I и II) одређена преко опита једноаксијалне притисне чврстоће, након 14, 28 и 60 дана неговања у влажној комори показала је следеће вредности:

Комплексно стабилизувана мешавина	Сред. чврстоћа на притисак, σ_{sr} (MN/m ²)		
	14 дана	28 дана	60 дана
Серија I	6,44	7,43	12,66
Серија II	6,33	8,78	12,57

Испитане комплексно стабилизоване мешавине (серије I и II) показале су високу хидрауличку активност и велику механичку чврстоћу. Оптимизирањем пропорција компонената комплексно стабилизоване мешавине у линији излучених резултата на серијама I и II, могу се даље рационализовати решења у широком дијапазону примене за различите нивое слојева коловозне конструкције, односно за различита саобраћајна оптерећења.

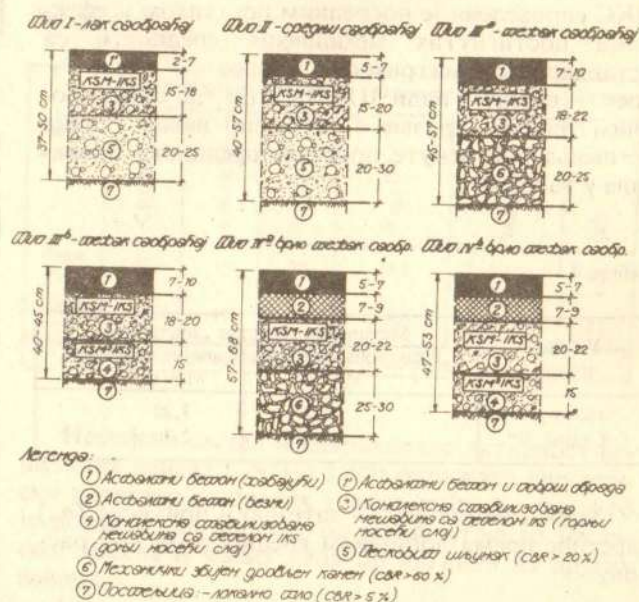
СТРУКТУРНО РЕШАВАЊЕ СЛОЈЕВА КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ СА ПЕПЕЛОМ КАО АДТИВОМ У КОМПЛЕКСНО СТАБИЛИЗОВАНИМ МЕШАВИНАМА

Електрофилтерски пепео, испитан и идентификован са геомеханичког, хемијског и геотехничког аспекта, показао је максималну погодност у комплексним мешавинама за носеће слојеве коловозне конструкције. Као компонента у саставу комплексно стабилизоване мешавине (КСМ) летећи пепео ИКС фигурише као АДТИВ по више основа, односно:

- за формирање хидрауличног везива пуцоланских својстава;
- за формирање „matrixa“ у оптимизирању решења комплексно стабилованих мешавина са гледишта механичких вредности;
- за формирање оптималних пропорција са гледишта инжењерско-економских солуција;
- знатно учешће пепела у решењима комплексних мешавина (10 до 30%).

Висок ниво постигнуте механичке чврстоће на притисак са наглашеним затезним својствима „matrixa“ комплексно стабилованих мешавина са електрофилтерским пепелом ИКС и задовољавајуће отпорности на дејство мрза, нуди технички еквивалент решења и супституију високовредних материјала коловозне конструкције.

Модел коловозних конструкција са носећим слојевима од комплексно стабилованих меша-



Легенда:

- 1 Асфалтни бетон (зобакрџи)
- 2 Асфалтни бетон (бези)
- 3 Комплексно стабилована мешавина са пепелом ИКС (горњи носећи слој)
- 4 Песок
- 5 Механички збијен доломит камен (свр > 20 х)
- 6 Песок/шљунак (свр > 5 х)

Сл. 2 — Електрофилтерски пепео (ИКС) у саставу коловозне конструкције

вина са адитивом — пепелом ИКС, као и идејна решења димензија и састава коловозних конструкција (JUS U.C4.012) за контурне услове саобраћајног оптерећења и носивости постељице дати су за типове I—IV, односно:

ТИП I: лак саобраћај $\Sigma ESO < 7 \times 10^5$ (80 kN)
 ТИП II: средњи саобраћај . . . $7 \times 10^5 \leq \Sigma ESO < 2 \times 10^6$ (80 kN)
 ТИП III: тежак саобраћај . . . $2 \times 10^6 \leq \Sigma ESO < 7 \times 10^6$ (80 kN)
 ТИП IV: врло тежак саобраћај . . . $ESO > 7 \times 10^6$ (80 kN)

Пресецима на сл. 2 дата су варијантна идејна решења коловозних конструкција са носећим слојевима од комплексно стабилизваног шљунка моравца са додатком летећег пепела ИКС Енергане Индустије каблова „Моша Пијаде“ у Свезарева.

КОМЕНТАР

Резултати истраживања пружили су недвосмислено реалне користи за инвеститора Термо-

електрану индустрије каблова „Моша Пијаде“ и за путну привреду. Доказане су изванредне могућности примене овог пепела као адитива у комплексној стабилизацији локалног шљунка као високовердног грађевинског материјала за израду носећих слојева коловозне конструкције. Значајно је напоменути да резултати, ма колико да су евидентни, без правог усмерења од инвеститора, пројектанта коловозне конструкције и грађевинске оперативе, могу се сматрати као индикативни, односно сугестивни.

БИБЛИОГРАФИЈА

- [1] ИНСТИТУТ ЗА ПУТЕВЕ из Београда, истраживачки тим: Брауновић П., Тамаш—Поповић А., Шантић Љ.: „Елаборат о подобности пепела Енергане ИКС за грађење путева и екологију средине“, Београд, 1983. г.



ГРАЂЕВИНСКО ПРЕДУЗЕЋЕ

БЕОГРАД, Косте Главинића 8 — Пошт. факс 757

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

Текући рачун 60802-601-4767

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

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

Изграђени објекти спадају у најзначајнија југословенска достигнућа у грађевинарству.

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

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

Стање коловозне конструкције и узроци насталих оштећења на ауто-путу Београд—Ниш деоница Умчари—Баточина

СЛОБОДАН ИВКОВИЋ, дипл. инж.

УВОД

Грађење деонице ауто-пута Београд—Ниш од Умчара до Баточине дужине око 72 km отпочело је 1977. године, а завршено 1979. године. У току 1977. и 1978. године урађени су доњи строј и коловозна конструкција до хабајућег слоја на новом (левом) коловозу, а извршено је и проширење и појачање постојећег (десног) коловоза. Проширење старог, десног, коловоза углавном је вршено са спољне стране постојећег насипа за ширину зауставне траке.

На оба коловоза (за оба смера) пуштен је саобраћај почетком децембра 1978. године. Хабајући слој је израђен у лето 1979. године.

Крајем 1980. и почетком 1981. године на површини коловоза примећене су прслине, чији се број временом увећавао. Највећи број прслина и пукотина појавио се на зауставним тракама оба коловоза.

У другој половини 1981. године Институт за испитивање материјала СР Србије (ООУР Центар за механику тла и фундирање из Београда) и Завод за саобраћајнице и геотехнику Грађевинског факултета у Београду преузели су обимна истраживања ради утврђивања стања коловозне конструкције и узрока насталих оштећења. Са друге стране, на овај начин стечена сазнања треба да омогуће спречавање сличних појава у будућности, а уједно да послуже и као подлога за планирање правовремених мера за санацију оштећених делова коловоза ауто-пута.

1. ОБИМ И ВРСТЕ ИСПИТИВАЊА

Испитивање стања коловозне конструкције ауто-пута на оба коловоза вршено је на четири потеза која су изградила различита извођачка предузећа, и то:

- 1) од Умчара до Раље,
- 2) од Раље до Крњева,
- 3) од Крњева до Марковца и
- 4) од Марковца до Баточине.

С обзиром да је степен оштећености, тј. број прслина и пукотина, на неким од четири наведена потеза ауто-пута био различит, растојање испитиваних места се мењало од потеза до потеза.

На целој дужини ауто-пута од Умчара до Баточине најпре је извршено снимање тачних дужина и површина на којима су се појавила оштећења, као и систематизација самих оштећења.

Коловозна конструкција је отворана на карактеристичним местима копањем сондажних јама које су улазиле и у доњи строј ауто-пута. На овај начин је утврђена укупна дебљина конструкције на сваком месту, затим дебљине свих слојева појединачно, као и дубина продирања површинских пукотина у слојеве коловозне конструкције. На сваком испитиваном месту узимани су репрезентативни непоремећени и поремећени узорци из свих слојева коловозне конструкције, затим из постељице и насипа или усека. Такође је извршено и одређивање носивости доњег носећег слоја од песковитог шљунка.

У лабораторији је извршено одређивање геомеханичких карактеристика материјала узетих из доњег носећег слоја конструкције израђеног од незваног грубозрног материјала, затим из постељице и доњег строја ауто-пута, као и одређивање стања њихове збијености и влажности. Квалитет слоја цементне стабилизације утврђен је на основу испитивања једноаксијалних чврстоћа при притиску и затезању и одређивања стварних количина употребљеног цемента.

Такође је извршено испитивање стања и квалитета асфалтних слојева на основу физичко-механичких карактеристика асфалтних мешавина и употребљеног битумена и њиховим упоређењем са одговарајућим критеријумима из ЈУС-а и пројектног елабората.

2. ПРОЈЕКТОВАНА КОЛОВОЗНА КОНСТРУКЦИЈА

Пројектом предвиђена коловозна конструкција састављена је из следећих слојева, са дебљинама у збијеном стању:

- а) Возне траке левог (новог) коловоза:
 - хабајући слој 4 cm,
 - везни слој 6 cm,
 - горњи носећи слој од асфалт. мешав. . 14 cm,
 - доњи нос. слој од цем. стабилиз. . 20 cm,
 - доњи носећи слој од песк. шљунка . 26 cm

Свега 70 cm

- б) Возне траке десног (појачаног) коловоза:
- хабајући слој 4 cm,
 - везни слој 6 cm,
 - горњи носећи слој од асфал. меш. . . 14 cm
- Свега 24 cm

- ц) Зауставне траке левог и десног коловоза:
- хабајући слој 4 cm,
 - везни слој 6 cm,
 - гор. нос. слој од цем. стабилиз. . . . 14 cm,
 - доњи носећи слој од песков. шљунка . 46 cm
- Свега 70 cm

Пројектована коловозна конструкција је израђена са предвиђеним мешавинама и у пројектованим дебелинама, осим што се често одступало приликом израде зауставних трака на којима је цементна стабилизација замењивана битуменском стабилизацијом.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА

3.1 Доњи строј и постељица ауто-пута

Стање збијености материјала постељице и доњег строја одређивано је мерењем запреминских маса материјала и утврђивањем степена збијености или одређивањем модула стишљивости опитном плочом.

Резултати испитивања су дати у табели 1, колоне 2 и 3, а у колони 4 проценат испитиваних места са влажношћу изнад оптималне за испитивани материјал.

Од 62 испитивана узорка (испитиваних места) на целој деоници, код просечно 69% случајева, збијеност постељице је мања од вредности захтеване у току грађења. Појединачне вредности одступања по појединим потезима крећу се од 50 до 91%.

3.2 Доњи носећи слој од песковитог шљунка

Пројектом предвиђене дебљине доњег носећег слоја износила је 26 cm на возним тракама, односно 46 cm на зауставним тракама. Међутим, на сва четири потеза испитиване деонице овај слој коловозне конструкције је у већини случајева, израђен у дебелинама које су веће од пројектом предвиђених дебелина. Тако се у колони 6 табеле 1 може видети да је на 70 испитиваних места, у просеку на 78% места, дебљина доњег носећег слоја од песковитог шљунка већа од пројектоване дебљине. Појединачне вредности одступања по потезима крећу се од 70 до 94%.

Пројектним елаборатом је било предвиђено да носивост овог слоја, контролисана помоћу опита плочом и изражена преко модула стишљивости, износи најмање 70 MN/m². Из табеле 1, колоне 5, види се да је од 69 испитиваних места, просечно за целу деоницу на 74% места носивост овог слоја била знатно испод захтеване вредности.

Табела 1. — Збијеност и дебљине доњег и горњег строја аутопута
Леви, нови коловоз

ПОТЕЗ	Насип	Постељица		Доњи носећи слој од песковитог шљунка		Доњи носећи слој од шљунка стабилизационог цемента	Горњи носећи слој	Везни слој	Хабајући слој	Укупна дебљина асфалтних слојева
	Збијеност мања од захтеване	Збијеност мања од захтеване	Влажност већа од захтеване	Збијеност мања од захтеване	Дебљине веће од пројектоване	Дебљине мање од пројектоване	Дебљине мање од пројектоване	Дебљине мање од пројектоване	Дебљине мање од пројектоване	Дебљине мање од пројектоване
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I	100/10/*	91/11/	64/11/	56/16/	94/16/	18/11/	31/16/	56/16/	31/16/	31/16/
II	69/29/	55/31/	68/31/	97/31/	71/31/	21/24/	45/31/	68/31/	45/31/	71/31/
III	—	50/10/	70/10/	54/13/	77/13/	43/7/	23/13/	54/13/	54/13/	46/13/
IV	—	80/10/	40/10/	89/9/	70/10/	75/4/	40/10/	60/10/	50/10/	50/10/
Просечно	—	69/62/	60/62/	74/69/	78/70/	39/46/	35/70/	59/70/	45/70/	49/70/
Десни, реконструисани коловоз										
I	100/3/	100/5/	50/8/	100/5/	80/5/	—	54/13/	44/16/	25/16/	62/16/
II	54/11/	82/11/	64/11/	100/11/	91/11/	—	50/32	31/32/	37/32/	43/21/
III	—	50/4/	75/4/	50/6/	80/5/	—	50/14/	64/14/	43/14/	50/14/
IV	—	100/2/	100/2/	100/4/	100/4/	—	70/10/	30/10/	10/10	30/10/
Просечно	—	83/22/	72/25/	87/26/	88/25/	—	56/69/	42/72/	29/72/	46/61/

Напомена: знак* знали да све вредности дате у заградама представљају укупан број узорака

3.3 Доњи носећи слој од шљунка стабилизованог цементом

Пројектом предвиђена дебљина доњег носећег слоја од цементне стабилизације износила је 20 см на возним тракама левог новог коловоза, односно 14 см на зауставним тракама оба коловоза.

На 46 испитиваних места, односно на 39% места на целој деоници, дебљина овог слоја је била мања од пројектоване дебљине. Појединачна одступања од пројектоване дебљине крећу се од 18% до 75% за поједине потезе (колона 7 табеле 1).

Према ЈУС-у У.Е9.024: Носећи слојеви подлоге за путеве од цементом стабилизованог тла — Технички услови за израду, који је важио у време грађења ове деонице ауто-пута, у тачки 3.2. наводи се: „као везиво обично се употребљава цемент РС 250“.

Због овакве формулације у наведеној тачки ЈУС-а, а такође и због немогућности да се увек обезбеде довољне количине цемента класе 250, у току грађења коришћени су и цементи класе 350 и 450 (данас ознаке класе РС 25, 35 и 45). Такође су коришћени цементи од више произвођача, и то на појединим потезима од 2 до 4 произвођача. Ови цементи су се разликовали међусобом по садржају пепела, шљаке и туфа.

Прописана чврстоћа при притиску узорака после 28 дана, у време грађења, требало је да се

креће између 2,8 и 7,0 MN/m², а потребна количина цемента у мешавини од 4,5 до 5,0%.

У току истражних радова извршених 1981. године, појединачне вредности једноаксијалне чврстоће при притиску на појединим потезима кретале су се углавном од 6,5 до 15,7 MN/m², осим на другом потезу где су ове од 3,5 до 22,7 MN/m². Наведене вредности, колона 7 табеле 2, добијене су на возним тракама леве коловозне траке. Међутим, на зауставним тракама обе коловозне траке појединачне вредности чврстоће при притиску узорака крећу се од 4,5 до 20,9 MN/m².

Чврстоће бетона при притиску временом расту, и то првих месеци после уграђивања брзо, па затим спорије. Из података из литературе за бетон старости 3 године повећање чврстоће треба да буде око 50%.

Што се тиче коефицијента варијације вредности чврстоћа при притиску за возне траке, исти задовољава за три потеза, тј. мањи је од 0,30, док на једном потезу износи 0,42. Код вредности чврстоћа при притиску узорака из зауставних трака, на два потеза, коефицијент варијације задовољава, а на трећем потезу износи 0,34. Овре вредности су дате у колони 9 табеле 2.

Према нашим испитивањима чврстоће при затезању и при притиску за шљунак моравац стабилизован цементом треба да буду у узајамном односу, који се карактерише као:

$$q_z = \frac{1}{9} q_p \text{ или } \frac{q_z}{q_p} = 0,11$$

Табела 2. — Карактеристике слоја цементне стабилизације
Возне траке на левој, новој коловозној траци ауто-пута

ПОТЕЗ	Справљање мешавине на месту уграђивања km	Справљање и уграђивање мешавине машинским путием km	Употребљени цемент		Број испитиваних места	Распон вредности q_p MN/m ²	Средња вредност q_p MB/m ²	Коефицијент варијације	Распон вредности q_z MN/m ²	Распон количине цемента из испитаних узорака %	Однос чврстоће при затезању и притиску q_p/q_z
			Класа цемента	Број произвођача							
I	18,53	—	25 и 35	2	11	6,5–15,3	9,8	0,25	0,61–1,78	3,4–6,0	0,08–0,13
II	2,85	17,35	25 и 35	3	24	3,5–22,7	12,2	0,42	0,27–2,19	4,4–8,3	0,07–0,19
III	—	17,14	25, 35 и 45	4	6	9,1–15,7	11,1	0,22	0,73–1,59	4,0–5,3	0,09–0,11
IV	—	12,87	35	1	4	7,0–12,4	10,2	0,19	0,99–1,51	6,3–7,3	0,11–0,16

Зауставне траке на обе коловозне траке

I	2,80	—	25	1	1	7,9	—	—	0,83–1,18	3,6	0,08–0,09
II	—	20,2 ^{/3/}	35	1	12	10,1–20,9	14,6	0,19	—2,52	6,8–8,3	0,08–0,14
III	—	17,14 ^{/3/}	35 и 45	4	9	4,5–17,7	10,8	0,34	0,40–2,41	4,1–6,1	0,08–0,14
IV	—	7,85 ^{/3/}	35	1	5	7,5–11,3	9,52	0,23	0,99–1,51	5,8–7,6	0,10–0,15

Напомена: ^{/1/} q_p — чврстоћа при притиску узорака извађених из коловозне конструкције
^{/2/} q_z — чврстоћа при затезању узорака извађених из коловозне конструкције
^{/3/} — Мешавина цементне стабилизације за израду горњег носећег слоја на зауставним тракама справљана је у централном постројењу, а разасирана грејдером.

Из табеле 2, колона 12, ови односи се крећу од 0,07 до 0,19 за возне траке, а од 0,08 до 0,15 за зауставне траке.

Одређивање количине цемента извршено је на 20 узорак узетих са испитиваних места са возних трака новог коловоза и на 15 узорак узетих из слоја цементне стабилизације са зауставних трака. Из колоне 11 табеле 2 се уочава велико расипање резултата, тј. количине цемента се крећу између 3,4 и 8,3% за возне траке и од 3,6 до 8,3% за зауставне траке. Пројектом предвиђене количине цемента су се кретале од 4,5 до 5,0%.

На извесном броју испитиваних места, на возним и зауставним тракама, у слоју цементне стабилизације констатоване су пукотине које су се кроз асфалтне слојеве пробиле до површине коловоза. Од 46 испитаних места на возним тракама на 17% места пукотине из слоја цементне стабилизације су се рефлектовале до површине коловоза. На зауставним тракама овај проценат је далеко већи и износи 86%.

Узроци појаве пукотина у цементној стабилизацији су многобројни, али су према нашим и иностраним искуствима најважнији на овој деоници ауто-пута, следећи:

- неодговарајућа врста и квалитет цемента,
- велика почетна чврстоћа при притиску цементне стабилизације,
- вероватно велико скупљање уграђене мешавине у време везивања и очвршћавања,
- неодговарајућа нега израђеног слоја,
- напрезања проузрокована променама температуре које се дешавају услед промене температуре и влажности,
- рано оптерећивање уграђеног слоја градилишним саобраћајем,
- драстично смањење збијености материјала у постељици и доњем носећем слоју од песковитог шљунка,
- неодговарајућа дебелина (дебљине мање од пројектованих) и квалитет асфалтних слојева израђених изнад слоја цемента стабилизације.

Пукотине запажене у цементној стабилизацији на испитиваној деоници ауто-пута пружају се управно на осу ауто-пута и највероватније су настале непосредно после завршене израде слоја и то на местима где се одступило од стандарда и техничких прописа. Отвор ових пукотина се временом повећавао, а такође су се пукотине пробиле навише кроз асфалтне слојеве. Отвор пукотина у слоју цементне стабилизације кретао се у време теренских радова од 2 до 10 mm.

4. КВАЛИТЕТ И КАРАКТЕРИСТИКЕ СЛОЈЕВА ОД БИТУМЕНОМ ОБАВИЈЕНИХ МАТЕРИЈАЛА

Квалитет, основне реолошке и друге карактеристике асфалтних мешавина, везива и материјала употребљених за израду асфалтних слојева, одређени су на узорцима извађеним из горњег носећег, везног и хабајућег слоја.

4.1 Горњи носећи слој

Горњи носећи слој од битуменом обавијене мешавине шљунка и дробљеног материјала на возним тракама десног и левог коловоза углавном задовољава прописане техничке услове. Напомињемо да је остварен крући систем горњег носећег слоја, који утиче на појаву пукотина у асфалтном коловозном застору.

На сва 4 потеза ауто-пута количина битумена у мешавини одступа од предвиђене количине пројектоване мешавине, и то на 7 до 86% испитиваних места по појединим потезима. Такође, у испитиваним узорцима на појединим потезима недостаје прописана количина каменог брашна, а на другим потезима недостаје дробљени камен материјал.

На већем броју испитиваних места дебелина горњег носећег слоја је мања од пројектом предвиђене. Из података колоне 8 — табле 1 — види се да је на возним тракама леве коловозне траке на просечно 35% места измерена дебелина овог слоја била мања од пројектованих 14 cm. Код десне коловозне траке овај проценат је знатно већи и износи 56%.

4.2 Везни слој

Код везног слоја на возним тракама десног и левог коловоза пронађено је више недостатака:

- углавном су постигнуте врло високе вредности стабилности, а уз то и врло неуједначене,
- вредности модула крутости су доста неуједначене,
- употребљена количина битумена је недовољна код већине узорак, јер је на 3 испитивана потеза — на 17 до 55% испитиваних места количина битумена била мања од пројектоване количине (осим на првом потезу на коме је код свих испитиваних узорак количина битумена била задовољавајућа),
- испитивање екстрахираног битумена показало је да је дошло до знатне промене у типу битумена (од испитиваних 12 узорак, у 42% случаја битумен је био БИТ—15, у 42% случаја БИТ—25, у 8% случаја БИТ—45 и у 8% случаја БИТ—60, док је према прописима пројектом било предвиђено да се употреби БИТ—60).

Везни слој на зауставним тракама десног и левог коловоза израђен је од битуменом обавијеног шљунка са додатком дробљеног каменог материјала, што је у супротности са прописаним условима, јер стандард ЈУС У.Е4.014 не предвиђа критеријуме за квалитет везног слоја од битуменом обавијеног шљунка.

На већем броју испитиваних места дебелина везног слоја је мања од пројектом предвиђене. Из података колоне 9, табле 1, види се да су на левој коловозној траци — на просечно 59% испитиваних места на целој деоници — измерене дебелине овог слоја мање од пројектованих 6 cm. На десном коловозу овај проценат је нешто мањи и износи 42%.

4.3 Хабајући слој

Код хабајућег слоја (асфалтни бетон) на возним и зауставним тракама десног и левог коловоза утврђено је више недостатака:

— Испитивањем су добијене углавном високе или ниске вредности стабилности, као и високе или ниске вредности модула крутости. Велика крутост асфалтног слоја омогућава појаву пукотина.

— Количина битумена констатована у узорцима мања је од прописане количине на свим потезима и то на 21% до 57% испитиваних места на возним тракама. На зауставним тракама ситуација је нешто боља, јер је на 17% до 20% испитиваних места (на три потеза) употребљена количина била мања од прописане, док је на једном потезу, на 75% места, нађена количина битумена била мања од прописане,

— Код већине узорака количина каменог брашна у мешавини је испод захтеване количине, често чак и за 50%.

— Код појединих узорака линија гранулометријског састава минералне мешавине излази из граничног појаса.

— Испитивање екстрахираног битумена су показала да је дошло до промене у типу битумена. Тако је од испитаних узорака нађено да је у 33% случаја битумен био БИТ—15, у 33% случаја БИТ—25 и у 33% случаја БИТ—45. Према прописима је било предвиђено да се употреби битумен типа БИТ—60.

— На великом броју испитаних места на левој коловозној траци измерене дебљине хабајућег слоја су, просечно (за сва 4 потеза) на 45% испитаних места мање од пројектом предвиђене дебљине од 4 dm. На десном коловозу ситуација је знатно боља, јер овај проценат износи 29 (табела 1, колона 10).

5. ОШТЕЋЕЊА ПОВРШИНЕ КОЛОВОЗНОГ ЗАСТОРА И МОГУЋНОСТИ ЗА САНАЦИЈУ

У оквиру истражних радова извршено је детаљно снимање постојећег стања коловозне конструкције на испитиваној деоници ауто-пута. Запажено је да постоји неколико основних врста оштећења површине коловозног застора, после чега је извршено њихово типизирање.

Најчешћи типови оштећења су пукотине које се пружају управно на осу ауто-пута, а затим по заступљености долазе подужне пукотине. Отвор пукотина се углавном кретао од 2 до 8 mm.

На испитиваној деоници ауто-пута у време снимања оштећења коловоза нису запажени колотрази, осим на наплатној рампи у Баточини.

Према иностраним искуствима, стање оштећености коловозног застора може се изразити степеном испуцалости, који представља однос дужине пукотине и површине коловоза. Стање оштећености површине коловоза дели се на пет степени испуцалости, с тим што је први степен најлакши, тј. коловоз је без прслина, а пети степен најтежи.

На испитиваној деоници ауто-пута, на возним тракама десног и левог коловоза на 73% укупне дужине стања оштећености је првог степена испуцалости, тј. површина коловоза је неоштећена. На преосталих 27% дужине деонице степен испуцалости је другог степена.

Код зауставних трака оба коловоза ситуација је нешто лошија, тј. на 64% дужине деоница коловоз је првог степена испуцалости, а на преосталих 36% дужине деоница коловоз је другог степена испуцалости.

Велико саобраћајно оптерећење и примена крутих асфалтних мешавина за израду коловозног застора на ауто-путу, уз недостатке учињене у току грађења, често доводе до појаве оштећења на површини коловоза, најчешће у виду прслина, затим отварања површине услед чупања и одношења зрна агрегата, као и појаве колотрага.

С друге стране, свако одлагање радова на санирању оштећења коловозног застора неминовно води ка повећању трошкова оправки у будућности. Зато изналагање правог решења санације у одређеном тренутку има велики значај.

Поступци за санацију оштећене површине коловоза могу се у принципу поделити у три главне групе.

1. — **Затварање пукотина.** Код нас се врши специјалном емулзијом званом „крал филер“, затим са битеком „О“ и стабилизатором „Р“.

2. — **Заштита прслина специјалним премазима.** Код нас се користи препарат звани „Регма-bind“, производ „Охиса“ из Скопља.

3. — **Површинска обрада** омогућава обнављање карактеристика храпавости и водонепропустљивости површине коловозног застора. У нашој земљи површинске обраде се већ дуже време не изводе.

ЗАКЉУЧЦИ

Из свих напред наведених резултата истраживања може се закључити следеће:

1. Збијеност материјала постељице је на 69% места (у односу на укупан број испитаних места) мања од вредности захтеване у току грађења.

2. Влажност материјала постељице је на 60% испитаних места већа од оптималне влажности по Прокторовом поступку.

3. Дебљина доњег носећег слоја од песковитог шљунка је на 78% испитаних места већа од пројектом предвиђене. Носивост овог слоја, одређивана помоћу опита плочом, је на 74% испитаних места знатно мања од вредности захтеване у време грађења.

4. Дебљина доњег носећег слоја од шљунка стабилизованог цементом је на 39% испитаних места била мања од пројектоване вредности. За израду мешавине цементне стабилизације у време грађења коришћене су, поред цемента класе 250 и цемента класе 350 и 450. После 3 године од израде слоја цементне стабилизације, просечне вредности прираста чврстоћа при притиску узорака су биле знатно веће од вредности уобичајеног прираста чврстоћа при притиску бетона исте

старости. При одређивању количине цемента уграђене у слој цементне стабилизације добијено је велико расипање резултата, тј. количина цемента се креће између 3,4% и 8,3%. Прописана количина цемента је износила 4,5% до 5,0%.

На 17% испитаних места пукотине из слоја цементне стабилизације на возним тракама коловоза пробиле су се кроз асфалтне слојеве до површине коловоза. Узроци појаве ових пукотина су многобројни и односе се на одступања од квалитета мешавина у току грађења с обзиром на њихов састав, велике почетне чврстоће при притиску, неодговарајућу негу израђеног слоја, рано оптерећивање израђеног слоја, драстично смањење збијености материјала у доњем носећем слоју од шљунка и постељици и на крају због недовољне дебљине и квалитета асфалтних слојева.

5. Горњи носећи слој од битуменом обавијене мешавине шљунка и дробљеног каменог материјала на возним тракама ауто-пута је на просечно 35% испитиваних места мање дебљине од пројектованих 14 cm. На појединим испитиваним потезима, код већине узорака количина битумена је

мања од прописане количине у току грађења.

6. Код везног слоја застора пронађено је доста недостатака: постигнуте су врло високе и неуједначене вредности стабилности, вредности модула крутости су доста неуједначене, употребљена количина битумена је недовољна код већег броја испитаних узорака на појединим извођачким потезима, дошло је до знатне промене у типу битумена, јер је само код 8% узорака битумен био прописаног типа БИТ—60, а код свих других узорака добивен је тип БИТ—15, БИТ—25 или БИТ—45. Измерене дебљине везног слоја су на већини испитиваних места биле мање од пројектованих 6 cm.

7. Код хабајућег слоја ситуација је врло слична оној код везног слоја у погледу карактеристика саме мешавине, затим промене типа битумена и измерених дебљина.

8. Препоручене су методе помоћу којих треба одмах приступити санацији насталих оштећења да би се спречило њихово прогресивно напредовање, што ће касније захтевати знатно веће материјалне трошкове.



**Предузеће
за путеве
„НИШ“
у Нишу**

Телефони:			
Директор	47.160	Централа	46.699
Техн. директор	44.245		47.286
Директор ПРС а	47.091	Механика	54.164
Дирек. општег сект.	46.685	Телекс	16262 ПНИНШ

Врсти радова:

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

У свом саставу има јединице у Нишу, Алексинцу, Сокобањи, Прокупљу, Куршумлији, Белој Паланци, Пироту и Бабушници и каменолом са асфалтном базом у Доли.

Посета деоници ауто-пута Е-70 у изградњи од аеродрома Сурчин до раскрснице Рума — Шабац

ДУШАН БОГОЈЕВИЋ, дипл. инж.

Крајем априла месеца одржана је XVII годишња скупштина Друштва за путеве СР Србије у Београду. Домаћин скупштине је била грађевинска радна организација „Београд-пут“.

Другог дана рада скупштине Друштва за путеве Србије група учесника је посетила градилиште ауто-пута Е-70, деонице од аеродрома у Сурчину до раскрснице Рума — Шабац.

На почетку деонице учеснике су сачекали представници извођача радова на овим деоницама РО „Ратко Митровић“, ООУР „Нискоградња“ из Новог Београда.

Пошто су радови на деоници Добановци — Сурчин били у току, домаћин — шеф градилишта је дао кратко објашњење групи о стању радова и преосталим радовима на овој деоници ауто-пута. Тога дана грађен је завршни слој асфалтног бетона леве (старе) траке ауто-пута у оквиру петље Добановци, док је екипа за израду земљаних радова, тампона и стабилизације зауставне траке радила на један километар даље паралелно све позиције истовремено. Речено је делегатима да је постојећи бетонски коловоз разбијен, уваљан и преко њега уграђен слој битуменом обавијеног агрегата у периоду окобар—децембар 1982. године.

У просторијама управне зграде градилишта РО „Ратко Митровић“, ООУР „Нискоградња“, које су смештене у оквиру петље „Шимановци“ на деоници ауто-пута Е-70 Попинци — Граница САП Војводине домаћини су припремили закуску.

Руководилац радова на овом градилишту Душан Богојевић, дипломирани грађевински инжењер поздравио је госте на челу са професором Живорадом Ђукићем, дипл. инж. и дао информације о радовима.

Ова радна организација присутна је на овом терену Војводине од августа 1979. године када су започети радови на VI деоници ауто-пута Е-70 кроз Војводину од Попинаца до границе САП Војводине, али то није све јер су 1976/77. године градили и деоницу ауто-пута Сурчин — Национал а сала граде I деоницу ауто-пута кроз СР Србију од Добановаца до Сурчина што све чини једну целину ауто-пута укупне дужине 31 km.

Преглед деоница изграђених и деоница које су у току грађења на овом терену:

— деоница VI, Попинци — граница САП Војводине	13 km
— деоница I, Добановци — Сурчин ...	9,6 km
— деоница II, Сурчин — Национал ...	8,4 km
Укупно	31 km

Присутни су имали једну примедбу на излагање и додали да ово није све што је изграђено од ауто-пута на овом терену. „Ратко Митровић“ је изградио и једну деоницу ауто-пута кроз Нови Београд дужине 2,5 km.

ОРГАНИЗАЦИЈА ГРАДИЛИШТА

Радови се изводе на две деонице истовремено, али са мањим интензитетом на VI деоници од Попинаца до границе САП Војводине због рестрикције финансијских средстава.

Организација градилишта је постављена тако да постоји шеф градилишта, технички руководиоц и руководиоци објеката, појединих позиција радова и погона. Градилиште има своју асфалтну базу капацитета 130 t/čas, фабрику бетона капацитета 40 m³/čas, градилишну радионицу за поправку механизације, постројења и возила, као и организован смештај за прихват 200 радника са рестораном за исхрану.

Механизација је комплетна за извршење свих врста радова у нискоградњи, као и довољан број транспортних средстава како за локални градилишни транспорт тако и за довоз потребних материјала.

А — VI деоница: Попинци — граница САП Војводине

Као што је већ речено, ова деоница ауто-пута започета је октобра 1979. године када су радови интензивирани и истим темпом настављени 1980. године, да би се 1981. године стало са радовима због недостатка финансијских средстава од стране инвеститора Покрајинске заједнице за путеве из Новог Сада. У то време рађено је на изради нове десне траке ауто-пута, платоа наплатне рампе код Шимановаца, путних прелаза (3 комада) са навозима и петље код Шимановаца. Истовремено су рађени пропусти на целој деоници, отвора до 5 m, укупно 37 ком.

Ова деоница од km 543+088 до km 556+088, укупне дужине 13 km тако је делимично предата саобраћају и то само десна, нова коловозна трака од km 543+088 до km 554+500 са пратећим путним прелазима и петљом код Шимановаца, да би 1982. године по обезбеђењу финансијских средстава — настављено са радовима на новом коловозу и у септембру извршено пуштање у саобраћај целе деонице али само на новом коловозу. Истовремено је извршено разбијање постојећег бетонског коловоза на левом старом коловозу специјалном машином за разбијање бетонских плоча („Гиљотином“) и ваљање истог тешким ваљцима. Такође је настављено са радовима на пропустима на делу левог коловоза. Објекти на овој деоници су углавном плочасти пропусти отвора од 2 m до 5 m, и урађени су по захтеву водоприврдне организације тако да у некој перспективи могу служити за одводњавање, односно наводњавање веома богатог земљишта.

Ово би било тренутно стање радова на овој деоници. Међутим, очекује се да ових дана инвеститор затвори финансијску конструкцију и да се добије налог за коначни завршетак и комплетирање свих радова на овој деоници.

Пројектовано решење трасе ауто-пута

Пројектним задатком је предвиђено да се постојећи пут реконструише — догради и паралелно са њим, са његове десне стране, (гледајући у правцу раста стационаже) изгради нови десни коловоз — раздвојен од постојећег зеленим појасом, ширине 4 m.

За усвојену рачунску брзину $V = 120 \text{ km}/\text{čas}$, елементи постојећег пута у потпуности задовољавају критеријуме за будући ауто-пут и не условљавају примену прелазних кривина пошто су постојеће хоризонталне кривине веома благе.

Попречни профил ауто-пута има планум ширине 28 m и састоји се од следећих елемената:

— саобраћајних трака	4 x 3,75 = 15,00 m
— трака за заустављање возила у нужди	2 x 2,50 = 5,00 m
— ивичних трака	4 x 0,50 = 2,00 m
— разделна трака (зелени појас)	4,0 m
— банклина	2 x 1,00 = 2,00 m
Укупно	28,00 m

Ивичне траке чине целину у саставу коловозне конструкције, а њихова ширина обележена је одговарајућим обојеним линијама.

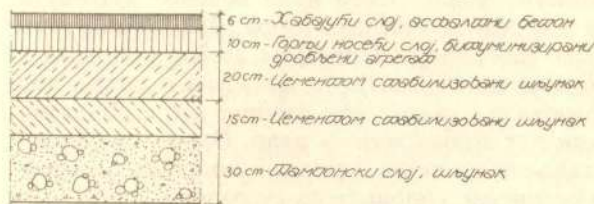
Коловозна конструкција десне нове возне траке ауто-пута састоји се из следећих слојева чије су дебљине у ваљаном стању, као што следи:

— хабајући слој, асфалтни бетон	4 cm
— везни слој, асфалтни бетон	8 cm
— горњи носећи слој из два слоја: битуминизирани дробљени агрегат	7 cm
битуминизирани шљунак са 50% дробљеног агрегата	9 cm

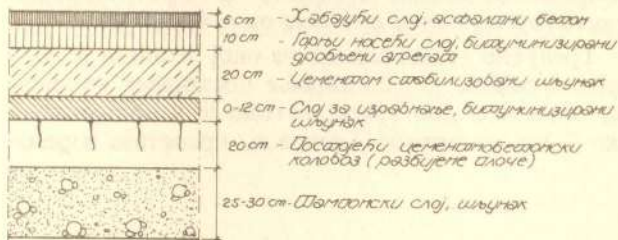
— доњи носећи слој: цементом стабилизирани шљунак	15 cm
— тампонски слој, шљунак	30 cm
— ојачање постепице, због мале носивости CBR	20 cm
Укупно	93 cm

Коловозна конструкција леве коловозне траке ауто-пута (постојећег цементно-бетонског коловоза) претрпела је извесне измене од пројектантског решења. Наиме, стручњаци из Института за путеве СР Србије у сарадњи са Грађевинским факултетом у Београду направили су студију и дали су ново решење коловозне конструкције преко разбијеног и уваљаног бетонског коловоза чиме је остварена уштеда финансијских средстава, а својим експериментима и рачуницом доказали су бољи квалитет новопроектване коловозне конструкције. Уместо раније пројектоване надградње од разних асфалтних слојева укупне дебљине 31 cm сада је пројектована коловозна конструкција која се разликује у зависности да ли се постојећи бетонски коловоз руши, да ли је већ раније била појачана асфалтним слојевима или се само надограђује постојећи цементно-бетонски коловоз, као што је показано на приложеним скицама (сл. 1).

— постојећи цементнобетонски коловоз се руши:



— постојећи цементнобетонски коловоз се надограђује:



— постојећи цементнобетонски коловоз је раније разбијен и надограђен битуминизираним шљунком дебљине око 12 cm. Овај слој асфалта који је раније изграђен, садржи се у просеку око 4 cm због коловоза који су настали у току експлоатације и профилисања одређеног одређеног нагиба коловоза.



Сл. 1 — Пројектована коловозна конструкција леве коловозне траке на деоници Појиници—граница САП Војводине

Табела 1 — Коловозна конструкција на тракама за заустављање

Редни број	Састав коловозне конструкције	Десна, нова трака ауто-пута са дебелинама у см	Лева, стара трака ауто-пута-реконструкција, са дебелинама у см
1.	Хабајући слој	Асфалтни бетон 4	Асфалтни бетон 6
2.	Везни слој	Асфалтни бетон 8	Нитуминизирани дробљени агрегат 10
3.	Носећи слој	Цементом стабилизирани шљунак 15	Битуминизирани дробљени агрегат 10
4.	Тампонски слој	Шљунак 50	Шљунак min 65
Укупна дебелина конструкције		77	81

Коловозна конструкција на тракама за заустављање возила леве и десне возне траке са дебелинама слојева приказана је у доњој табели.

Б — I Деоница — Добановци — Сурчин

Ова деоница ауто-пута Е-70 Загреб — Београд је наставак VI деонице кроз САП Војводину и почиње од km 556+088 до km 565+688. Са радницама на овој деоници (инвеститор Републичка самоуправа интересна заједница за путеве из Београда) отпочето је септембра 1981. године. У току 1982. године било је неких ограничења у погледу инвестиција јер је захтевано да се прво комплетно уради десни нови коловоз ауто-пута што је и учињено па је октобра 1982. године исти предат саобраћају. Предајом десног коловоза у саобраћај истовремено је завршена и петља код Добановаца у оквиру ове деонице као и обилазни сеоски пут Добановци — атар. Одмах су радови настављени на реконструкцији постојећег цементно-бетонског коловоза па су радови у 1982. години заокружени завршетком појачања старог цементно-бетонског коловоза битуминизираним агрегатом просечне дебелине око 14 см.

Тренутно стање радова на овој деоници је следеће: Урађено је проширење постојећег коловоза, објекти и део трасе, готово је у потпуности око 7 km из правца Београда, преостаје израда



Сл. 2 — Израда завршног слоја — постојећег

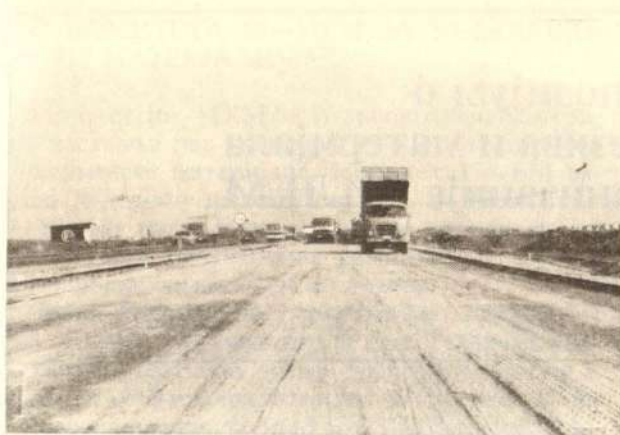
везног слоја (биндера) и хабајућег слоја од асфалтног бетона на осталих 2,6 km. Очекује се комплетан завршетак радова на овој деоници у другој половини јуна 1983. године.

Пројектовано и изведено решење трасе ауто-пута

Попречни профил ауто-пута на овој деоници са ширином планума од 28 m исти је као и на претходној VI деоници кроз САП Војводину, док

Табела 2 — Коловозна конструкција на саобраћајним тракама

Редни број	Састав коловозне конструкције	Десни нови коловоз	Дебелина у см	Леви стари коловоз	Дебелина у см
1.	Хабајући слој	Асфалтни — бетон	4	Асфалтни бетон	4
2.	Везни слој /биндер/	Асфалтни бетон	6	Асфалтни бетон	6
3.	Горњи носећи слој урађен у једном	Битуминизирани шљунак	14	Битуминизирани дробљени агрегат	14
4.	Доњи носећи слој	Цементом стабилизирани шљунак	20	Постојећи цементно бетонски коловоз	~20
5.	Тампонски слој	Шљунак	32	Шљунак постојећег коловоза, приближно	~30
Укупна дебелина коловозне конструкције			76		74



Сл. 3 — Израда тампонског слоја



Сл. 4 — Израда цементно-бетонских плоча на постојећем коловозу пре дробљења

се коловозна конструкција у односу на VI деоницу нешто разликује.

Битно је да је на овој деоници реконструкција старог коловоза иста на читавих 9,6 km, с тим што је 0,8 km старог коловоза порушено и изграђена је према пројекту иста коловозна конструкција као на десном новом коловозу. Овде је, такође, извршено разбијање постојећих цементно-бетонских плоча специјалном машином за ову врсту радова уз набијање изломљених плоча тешким ваљцима преко којих долази нови део коловозне конструкције са слојевима датим у табели 2.

Коловозна конструкција на траци за заустављање возила иста је на старом и новом коловозу, само што је незнатна разлика у дебљини тампонског слоја. Дебљина тампонског слоја траке за заустављање возила на левом коловозу ауто-пута већа је за 20 cm.

Коловозна конструкција на траци за заустављање возила у нужди састоји се из следећих слојева:

— хабајући слој, асфалтни бетон	$d = 4 \text{ cm}$
— битуминизирани шљунак са 50% дробљеног агрегата	$d = 6 \text{ cm}$
— доњи носећи слој цементом стабилизирани шљунак	$d = 14 \text{ cm}$
— тампонски слој, шљунак	$d = 45 \text{ cm}$
Укупно	69 cm

Вредност радова

Анализирајући обе деонице ауто-пута Е-70 Загреб — Београд у погледу цене коштања једног километра готовог ауто-пута са свим пратећим објектима долази се до приближне цене од око 85 милиона нових динара по једном километру готовог ауто-пута. Сматрамо да се могу упоредити ове две деонице јер имају приближно исту коловозну конструкцију, обим земљаних радова по 1 километру као и сличне пратеће објекте (мостове, петље, путне прелазе и пропусте отвора до 5 m).

Међународни РИЛЕМ-ов симпозијум о испитивању угљоводоничних везива и материјала и активност међународне организације РИЛЕМ

Проф. др ДУШАН СВЕТЕЛ дипл. инж.

МЕЂУНАРОДНА ОРГАНИЗАЦИЈА „РИЛЕМ“

„РИЛЕМ“ је скраћеница од „*Réunion internationale des laboratoires d'essais et des recherches sur les matériaux et les constructions*“, односно „Међународни савез лабораторија за истраживања и испитивања материјала и конструкција“. Седиште РИЛЕМ-а је у Женеви а секретаријат се налази у Паризу.

Активности РИЛЕМ-а су:

Измена информација и међународна сарадња на пољу експерименталног истраживања и испитивања материјала и конструкција између различитих лабораторија у појединим земљама света.

Студија метода испитивања са гледишта њиховог усавршавања и унификације.

Размена научних радника.

Сарадња са националним и интернационалним организацијама и институтима.

Организација међународних симпозијума, научних и стручних манифестација итд.

У РИЛЕМ је учлањено 218 института, лабораторија и организација из 54 земље Европе, Азије, Америке, Африке и Аустралије и велики број индивидуалних чланова, почасних титуларних и редовних из 72 земље савета.

У Југославији су колективни чланови РИЛЕМ-а:

- Грађевински институт, Загреб,
- Институт за испитивање материјала СРС, Београд,
- Институт за путеве Београд,
- Завод за разискаво материјала и конструкција, Љубљана,

— ЈУДИМК (Југословенско друштво истраживача материјала и конструкција) — раније СЈЛ (Савез југословенских лабораторија за истраживање и испитивање материјала и конструкција).

Рад РИЛЕМ-а се непрекидно одвија преко стручних комитета у које су делегирани поједини стручњаци колективних чланова РИЛЕМ-а. Активно раде следећи комитети:

- Комитет 3—ТТ за методе испитивања дрвета за конструкције,
- Стални комитет 14—ЦПЦ за бетон,
- Комитет 23—ГП за гипс,
- Комитет 26—ГМ за гранулиране материјале,
- Комитет 29—ПСП за структуру пора и особине материјала,

- Комитет 30—ТЕ за опрему за испитивање,
- Комитет 31—ПЦМ за критеријуме перформанса материјала,

— Комитет 32—РЦА за отпорност бетона на хемијске утицаје,

— Комитет 33—АЦ за анализе свежег бетона и бетона у фази очвршћавања,

— Комитет 36—РДЛ за ефекте несигурних динамичких оптерећења,

— Комитет 37—ДЦР за разарање и поновну употребу бетона,

— Комитет 39—БХ за зимско бетонирање,

— Комитет 40—ТПЦ за испитивање бетонских префабрикованих елемената,

— Комитет 41—ХОЛ за примену холографије при испитивању модела конструкција,

— Комитет 42—ЦЕА за особине бетона у фази очвршћавања,

— Комитет 43—ЦНД за комбиноване недеструктивне методе,

— Комитет 44—ПХТ за особине материјала на високим температурама,

— Комитет 45—ЛТО за дуготрајно осматрање конструкција,

— Комитет 46—ФСТ за замор челика под утицајем температура,

— Комитет 47—СМ за синтетске мембране,

— Комитет 48—ФЦ за испитивање фероцементна,

— Комитет 49—ТФР за методе испитивања бетонског гвожђа,

— Комитет 50—ФМЦ за механику лома бетона,

— Комитет 51—АЛЦ за хелијасте бетоне,

— Комитет 52—РАЦ за прионљивост синтетских смола и бетона,

— Комитет 53—МТЦ за вишеаксиално испитивање бетона,

— Комитет 54—ПИЦ за бетон импрегнисан полимерима,

— Комитет 56—МХМ за угљоводоничне материјале.

Комитети се састају једном годишње ради дефинисања даљих задатака и доношења закључака по извршеним задацима.

У одређеним временским размацима одржавају се међународни симпозијуми из делокруга појединих комисија.

РАД КОМИТЕТА 56—МГМ ЗА УГЉОВОДОНИЧНЕ МАТЕРЈАЛЕ

Комитет 56—МХМ за угљоводоничне материјале наставља рад комитета 17—БМ за битумен и битуменске материјале. Комитет 17—БМ активно је радио у периоду од 1969. до 1979. године. У току рада издате су многе публикације и одржана два међународна симпозијума и један међународни симпозијум по позиву.

Први међународни симпозијум одржан је 1968. године. Организатор је био Технички универзитет у Дрездену. Овај симпозијум је био и повод да се формира комитет за битумен и битуменске материјале РИЛЕМ. На њему су разматране следеће теме:

- битумен као грађевински материјал,
- методе испитивања битумена и битуменских емулзија,
- асфалтни застори примењени на путевима и методе испитивања,
- битуменске емулзије које се користе код грађења путева и њихово испитивање.

На симпозијуму су била 192 учесника из 21 земље, од чега 103 учесника из Немачке Демократске Републике.

Други међународни РИЛЕМ симпозијум из области битумена и битуменских материјала одржан је 1976. године у Будимпешти. Организатор је био Технички комитет РИЛЕМ-а у заједници са стручним друштвима Мађарске.

На овом симпозијуму разматране су теме:

- адхезија и кохезија битумена,
- реологија битумена,
- спецификације битумена и стандардизација испитивања,
- асфалтне мешавине и хидроизолације.

На симпозијуму је било 214 учесника из 20 земаља, од чега 82 учесника из земље организатора — Мађарске.

Међународни симпозијум РИЛЕМ по позиву одржан је 1978. године, ван редовних међународних симпозијума под насловом „Температурна осетљивост угљоводоничних везива“ у Дармштату у Савезној Републици Немачкој. Организатор је био Технички комитет 17—БМ за битумен и битуменске материјале у заједници са Универзитетом у Дармштату. На овај међународни симпозијум позвани су најпознатији стручњаци и експерти из целог света, који се баве истраживањем реолошких особина битумена. Позвани стручњаци су са члановима Техничког комитета РИЛЕМ 17—БМ одржали симпозијум у виду округлог стола при чему је сваки учесник дао свој писани прилог и учествовао у дискусији.

Укупно су била 32 учесника из 15 земаља света.

На симпозијуму су разматране следеће теме:

- конвенционалне методе испитивања битумена,
- испитивање вискозитета,
- испитивање крутости и комплексног модула.

Трећи међународни РИЛЕМ симпозијум одржан се у Београду

На састанку Комитета 17—БМ за битумен и битуменске материјале у Дубровнику 1978. године, закључено је да би требало организовати трећи међународни симпозијум РИЛЕМ из области битумена и битуменских материјала. На састанку комитета у Лондону 1979. године понуђено је Југославији да организује овај међународни симпозијум. На састанку Комитета 56—МХМ за угљоводоничне материјале, који је наставио рад комитета за битумен и битуменске материјале, југословенски представник у комитету прихватио је у Блонсу 1980. године организацију Трећег међународног симпозијума из области угљоводоничних везива и материјала. Добијене су сагласности Института за путеве Београду и ЈУДИМК-а из Београда да се одржи овај симпозијум.

Трећи међународни симпозијум посвећен теми „Испитивање угљоводоничних везива и материјала“ одржан се у Београду у „Сава центру“ од 12. до 16. септембра 1983. године. Основни циљ симпозијума је да подстакне истраживања практичних метода испитивања чији ће резултати послужити за оцену понашања угљоводоничних везива у конструкцијама: битумена, катрана, разређених битумена, битуменских емулзија, композитних и модифицираних везива, као и угљоводоничних мешавина и производа за хидроизолацију. Разматраће се теме:

1. Испитивање угљоводоничних везива
 - а) Мерење вискозности на температурама 60°C и вишим
 - б) Реолошка испитивања на ниским температурама (испод 5°C)
2. Физичко-хемијске особине везива у односу на њихово понашање
3. Методе испитивања за оцену понашања хидроизолационих материјала
4. Практичне методе испитивања за пројектовање и контролу асфалтних мешавина (округли сто).

За прву тему пријављено је 9 радова из 8 земаља Европе, између осталих и Југославије, као и два рада из делокруга Техничког комитета РИЛЕМ за угљоводоничне материјале.

За другу тему пријављено је 15 радова из 13 земаља, између осталих и Југославије.

За трећу тему пријављено је 9 радова из 8 земаља.

Четврта тема која се односи на практичне методе испитивања и пројектовања и контролу асфалтних мешавина, разматраће се у оквиру округлог стола. За ову тему не обрађују се појединачни реферати стручњака, већ национални реферати у којима ће се приказати најновија искуства у појединим земљама. Пријављено је 14 националних реферата између осталих и Југословенских, који обрађује најсавременије погледе о формулацији асфалтних мешавина.

Симпозијум организује Институт за путеве Београд, Кумодрашка 257. Други позив за ову манифестацију је дистрибуиран у земљи и иностранству и уколико неко није добио позив, моли се да се обрати Институту за путеве у Београду.

ИНСТИТУТ ЗА ИСПИТИВАЊЕ МАТЕРИЈАЛА СРС

11000 Београд

Булевар Војводе Мишића бр. 43

Пошт. преградак 834, тел. 650-322

ИНСТИТУТ ЗА ИСПИТИВАЊЕ МАТЕРИЈАЛА СР СРБИЈЕ

КАО НАУЧНО-ИСТРАЖИВАЧКА ОРГАНИЗАЦИЈА ВРШИ ТЕОРЕТСКА, ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА И ПРАКТИЧНА ИСПИТИВАЊА У ОБЛАСТИ МАТЕРИЈАЛА И КОНСТРУКЦИЈА. РАЗВОЈНА И ДРУГА ИСТРАЖИВАЊА СИСТЕМА И НОВИХ МЕТОДА ГРАБЕЊА СТУДИЈЕ И ПРОЈЕКТОВАЊЕ СА ОРИЈЕНТАЦИЈОМ НА ГРАБЕВИНАРСТВО И ИНДУСТРИЈУ ГРАБЕВИНСКИХ МАТЕРИЈАЛА, КОНТРОЛУ КВАЛИТЕТА МАТЕРИЈАЛА, КОНСТРУКЦИЈА И ОПРЕМЕ, И ИЗРАДУ НОВИХ УРЕБАЈА И МАШИНА ЗА ПОТРЕБЕ ИНСТИТУТА ИЛИ ДРУГИХ НАРУЧИЛАЦА.

ДЕЛАТНОСТ ИНСТИТУТА, ОБУХВАТА СЛЕДЕЋЕ ОБЛАСТИ:

- КАМЕН, ОПЕКА И ГРАБЕВИНСКА КЕРАМИКА;
- БЕТОН, АГРЕГАТ, ЦЕМЕНТ, ЛАКИ БЕТОНИ;
- ГЕОМЕХАНИКА И ФУНДИРАЊЕ ЗГРАДА И ИНЖЕЊЕРСКИХ ОБЈЕКТА, ПУТЕВА — ОДРЖАВАЊЕ, ГРАБЕЊЕ, ПРОБНЕ ДЕОНИЦЕ;
- ДРВО И ЊЕГОВИ ПРОИЗВОДИ, СИНТЕТИЧКИ МАТЕРИЈАЛИ;
- МЕТАЛИ И МЕТАЛНИ ПРОИЗВОДИ, ДЕФЕКТОСКОПИЈА, БРОДСКА, ХИДРОМЕХАНИКА И ДРУГА ОПРЕМА;

- ХЕМИЈА МАТЕРИЈАЛА И ПРОИЗВОДА ЗА ГРАБЕВИНАРСТВО И ИНДУСТРИЈУ;
- ПРОСТОРНА АКУСТИКА, ЗВУЧНА ИЗОЛАЦИЈА, ТЕРМОХИГРОМЕТРИЈА, ВИБРАЦИЈЕ МАШИНА;
- ГРАБЕВИНСКЕ И ДРУГЕ КОНСТРУКЦИЈЕ И КОНСТРУКТИВНИ ЕЛЕМЕНТИ ОД БЕТОНА, ЧЕЛИКА, ДРВЕТА И ДРУГИХ МАТЕРИЈАЛА;
- БИТУМЕН И ДРУГА УГЉОВОДОНИЧНА ВЕЗИВА. АСФАЛТ, ХИДРОИЗОЛАЦИЈЕ;
- СТАНОВАЊЕ СА ПРАТЕЋИМ САДРЖАЈИМА, ЈАВНИ И ДРУГИ ОБЈЕКТИ ВИСОКОГРАДЊЕ;
- МОДЕЛСКА ИСПИТИВАЊА СЛОЖЕНИХ И ДРУГИХ СИСТЕМА КОНСТРУКЦИЈА;
- ЛАБОРАТОРИЈСКА ОПРЕМА, АПАРАТИ И ДРУГИ ЕЛЕМЕНТИ;
- ОПРЕМА ЗА ПРЕДНАПРЕЗАЊЕ;
- ОПРЕМА ЗА ПРОИЗВОДЊУ И МОНТАЖУ БЕТОНСКИХ ЕЛЕМЕНАТА.

ИНСТИТУТ КАО АУТОР, РАСПОЛАЖЕ:

- СИСТЕМОМ ПРЕДНАПРЕЗАЊА;
- СИСТЕМОМ МОНТАЖНИХ СТАМБЕНИХ, ДРУШТВЕНИХ И ПОСЛОВНИХ ЗГРАДА;
- СИСТЕМОМ МОНТАЖНИХ ХАЛА И
- СИСТЕМОМ МОНТАЖНИХ МОСТОВА.

