

Пут и саобраћај

625.7



Бр. 1-2. 1980 • Јануар - фебруар • Год. XXVI

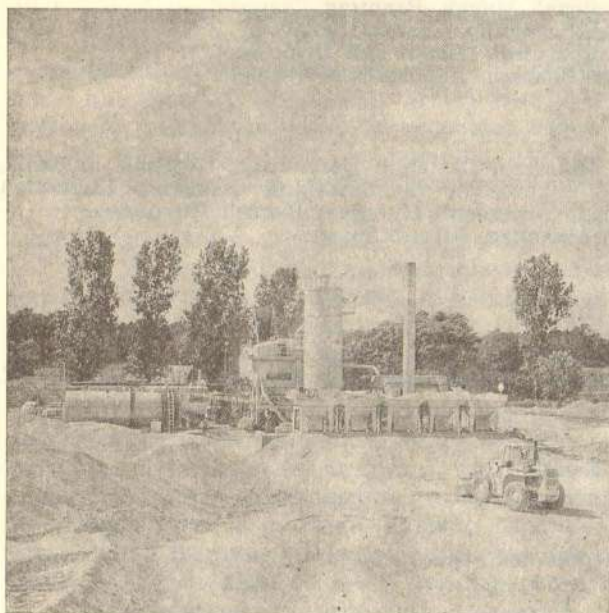


Часопис Друштва за путеве СР Србије,
Македоније, Црне Горе
и САП Војводине

1-2

ГОД. XXVI • ЈАНУАР—ФЕБРУАР, 1980.

ПУТ И САОБРАЋАЈ



Фотос на првој страни:

Асфалтно постројење ГП „Аутопут“
Снимио: Н. Никитовић

САДРЖАЈ

Мр Михајло Милетин, дипл. инж.

Промена нумеричких модела у процесу избора најповољнијег коридора за изградњу магистралних саобраћајница

Др Јанез Жмавц, дипл. инж.

Грађење ауто-пута Долги мост—Врхника на делу преко Љубљанског барја

Бранислав Крсмановић, дипл. инж.

Нова истраживања области аеродромских застора

Александар Цветановић

Димензионисање коловозних конструкција помоћу рачунара

Ратомир Лазић, дипл. инж. и Љубиша Станојевић, дипл. инж.

Ефекти једногодишње експлоатације ауто-пута на деоници Сурчин—хотел „Национал“ и „Ја-ста“ — Умчари

Двогодишња увођења наплате путарине на путу Е-75 деоница Нови Сад—Београд

Златомир В. Раковић, дипл. инж.

Стање и досадашњи развој Ауто-транспорта СР Србије (ван САП-а)

Др Бранимир Ујдур, дипл. инж.

Прилог проучавању отпора клизању на асфалтним коловозним засторима

In memoriam



Издавачки савет

Аскалић Зувдија, Бољевић Љубомир, Бурбах Герхард,
Веселиновић Здравко, Гаврилов Никола,
Даниловић Михајло, Дервишкадић Менсур,
Борђевић Михаило, Борђевић Миодраг,
Букић Живорад, Бурић Никола,
Ивановић Момчило, Јовановић Миодраг,
Карацова Биљана, Миладиновић Радомир,
Миливојевић Милан, Радоман Радован,
Раковић Златомир, Светел Душан,
Тасић Драгутин, Филиповић Љубомир,
Шевчик Владан, Шурбановић Бранко.

Уредништво—редакција

Вајда Војислав, Диманић Бранислав, Кузовић Љубиша,
Мацура Драгољуб, Миловановић Владета, Наумовић
Радослав, Обрадовић Миодраг, Ристић Никола,
Терзић Милорад, Шутић Јован.

•

Главни и одговорни уредник

Др Здравко Јоксић, дипл. инж.
Београд, Бул. Војводе Мишића 43. тел. 650-322

Лектор:

Петар Кашић

Технички уредник и коректор:

Тома Станковић, граф. инг.

•

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 дин.

Оглашавање у часопису:

800 и 1600 дин. у једном броју, односно 5.000 и 10.000 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 СДК — Београд. — 60816-678-4223, а огласе и остало
на Друштво за путеве СР Србије, поштански фак. 452,
Кумодрашка нова 257.

Штампа:

Графичка радна организација „Просвета“
Београд, Буре Баковића 21

Примена нумеричких модела у процесу избора најповољнијег коридора за изградњу магистралних саобраћајница*

Мр МИХАЈЛО МИЛЕТИН, дипл. инж.

Процес пројектовања путева је вишеструко комплексан, како због преплитања многобројних аспеката, као што су саобраћајни, друштвено-економски, еколошки и др. тако и због чињенице да су поједини захтеви супротни нпр. максимум саобраћајних ефеката уз минимум еколошких последица. Поред тога, за низ захтева постоје, мање или више, експлицитно дефинисане горње (или доње) границе као што су друштвено и стручно верификовани стандарди који се у сваком случају морају поштовати (нпр. минимални елементи плана и профила за одређену категорију пута и услове терена, максимално дозвољен ниво буке у зависности од намене површина и сл.).

Суштинска тема у пројектантским фазама (генерални и идејни пројекат), је избор локације саобраћајног правца која би, уз поштовање друштвених и техничких стандарда, омогућила постизање најповољнијег односа позитивних и негативних ефеката изградње при датим условима ограничења. На први поглед задатак је релативно једноставан, међутим, као што је сваки простор посебна целина укинута карактеристика, тако је и свака деоница саобраћајнице, у просторном погледу, уникатни склоп низа елемената који се могу стандардизовати.

Процес избора најповољније локације за изградњу саобраћајнице је хијерархијски уређен низ одлука које се морају донети у различитим фазама пројектовања. У фази генералног пројекта (R 1:50.000 — R 1:20.000) неопходно је изабрати најповољнији коридор, у идејном пројекту (R 1:5.000, R 1:1.000) анализирају се варијантна решења и врши избор најповољније трасе, а у фази извођачког пројекта (R 1:1.000, R 1:5.000) дефинише се најповољнија локација елемента. Свака од фаза има специфичне задатке и критеријуме вредновања, те последично и ниво детаљности друштвено-економских и пројектантских анализа.

Генерални пројекат је спона између процеса планирања саобраћаја и чисто пројектантске фазе (идејни пројекат) и представља стручно-документовану основу за доношење дру-

штвених одлука о изградњи. У овој фази решавају се основна питања: макро друштвени и економски ефекти, улога у мрежи, ранг и сл. Истовремено, усвајају се основне програмске поставке за идејни пројекат: коридор трасе, граничне карактеристике елемената трасе у све три пројекције, одлука о врсти коловозне конструкције (крута или флексибилна), принципи етапне изградње и сл.

У оквиру овог рада разматрају се могућности примене нумеричких модела у процесу избора најповољнијег коридора што је једна од најбитнијих тема генералног пројекта. Слична методологија, уз уважавање посебних карактеристика и друштвених и техничких стандарда, може се применити и у процесу пројектовања других инфраструктурних и саобраћајних система.

КРИТЕРИЈУМИ ИЗБОРА НАЈПОВОЉНИЈЕГ КОРИДОРА

Полазна тачка свих планерско-пројектантских разматрања је дефинисање циљева ка којима се остварењу усмеравају напори свих друштвених структура заинтересованих за реализацију пројекта.

Пут је, као опште-друштвено добро, у суштини техничко средство за остварење ширих друштвено прихваћених циљева просторног развоја. Другим речима, путни правац није и не сме бити самом себи сврха већ треба да омогући или убрза реализацију низа циљева друштвено-економског развоја. Стога је и логично да се проблем избора најповољнијег коридора решава кроз анализу друштвено-економских ефеката у другим доменима (нпр. регионални развој, запосленост, заштита, здравство, рекреација и сл.). Све ове међузависности треба да буду разрешене у фази друштвено-економског и просторног планирања које треба да обезбеди полазне параметре за генерални пројекат (нпр. постојеће стање и транспортне потребе развоја, улога пута у мрежи, ранг пута и сл.).

Циљеви развоја се дефинишу у процесу регионалног и просторног планирања. Из низа тако дефинисаних циљева издвајају се циљеви који представљају основу за анализу саобраћајних проблема и потреба подручја.

*) Овај чланак је краћи приказ магистарског рада који је аутор априла 1979. године одбранио на Грађевинском факултету. Рад је одбрањен под насловом „Прилог методологији саобраћајница“.

За такав поступак неопходно је познавање саобраћајних, друштвених, економских, просторних, еколошких и других карактеристика подручја. Општина листа циљева може бити само полазни оквир за подробну анализу специфичних услова подручја и коначно дефинисање матрице утицајних фактора.

Задатак

Непосредни циљ процеса избора најповољнијег коридора је да се одреди технички могућа и друштвено-економски најповољнија шира локација пута између две крајње тачке тако да се усагласе потребе корисника пута и развојни интереси подручја и то на начин који је друштвено, економски, просторно и еколошки прихватљив. Изнети став подразумева:

— Постојање друштвених, просторних и еколошких стандарда на основу којих се може документовано донети одлука о прихватању или неприхватању одређене локације коридора.

— могућност дефинисања критеријума, тј. мерних показатеља за оцену степена испуњења циљева изградње путног правца.

— Инжењерска решења првенствено sluже као провера реалности и основа за процену последица у другим доменима. Њихова вредност оцењује се индиректно преко економских, друштвених, просторних, еколошких и других позитивних и негативних ефеката.

Избор најповољнијег коридора је у суштини процес документованог усаглашавања низа супротности. У том смислу могу се одредити основни задаци:

— Усклађење конфликтних критеријума (нпр. транспорт — екологија) која даје најповољније опште односе.

— Уравнотежење супротних захтева које постављају различите популације или исте популације у различитим улозима (нпр. корисници пута — становници дуж путног правца).

— Повољан склоп саобраћајних потреба и интереса друштвених заједница различитог нивоа (месна заједница — општина — регионална заједница — република).

Очигледно да је за овако формиран задатак неопходан интердисциплинарни приступ јер се, равноправно са критеријумима који се могу назвати саобраћајно-планерским и инжењерским, низ битних критеријума налази у домену економике, социологије, географије, екологије, урбанизма и архитектуре. Све ове дисциплине треба да буду усмерене како према основном саобраћајном циљу да се обезбеди брз, ефикасан и сигуран транспорт људи и добара, тако и према широј друштвеној обавези да се изградњом путног правца доприне подизању квалитета живота у ужем и ширем подручју.

Ограничења

Прво решење, у суштини тривијално, било би да се крајње тачке повежу најкраћим пу-

тем, тј. правом линијом. Овакво решење сигурно није најјекономичније, често је технички неизводљиво и друштвено је неприхватљиво јер негира постојање низа ограничења:

— Физичка ограничења као што су карактеристике терена, реке, језера, шуме, услови тла, проблеми одводњавања, други правци путне мреже, остали системи инфраструктуре и саобраћаја, насеља и сл.

— Друштвена ограничења као што су границе политичких јединица или гравитациона подручја, урбанистичке целине, гробља, историјски споменици, национални паркови и сл.

— Економска ограничења као што су трошкови изградње, одржавања и експлоатације путног правца, изворишта природних богатстава, локације привредних објеката и сл.

— Еколошка ограничења која обухватају заштиту од загађења вода и ваздуха, саобраћајне буке и вибрација, еколошки уравнотежене целине и сл.

Не треба изгубити из вида чињеницу да постоји директна међузависност на релацији саобраћај — развој. Саобраћај, становање, економске активности, контрола аерозагађења, очување историјских споменика, рекреација итд., не могу се разматрати независно већ само као компоненте истог проблема.

Критеријуми

За сваку деоницу путне мреже може се успоставити низ циљева чијој реализацији треба тежити кроз изградњу и експлоатацију путног правца. Већина циљева може се даље декомпоновати у низ критеријума који представљају мерни систем остварења одређеног циља. Наравно, постоје и циљеви који се не могу мерити у класичном смислу те речи (нпр. кроз новчане јединице, мере за дужину, површину, запремину и сл.) већ се за такве циљеве морају успоставити посебне јединице мере — оцене које имају релативну вредност.

У складу са основним задацима процеса, може се формирати општа листа критеријума који морају бити разматрани у фази избора најповољнијег коридора. (табела 1)

А. КРИТЕРИЈУМИ ЗАСНОВАНИ НА САОБРАЋАЈУ

- А.1 Брз, ефикасан и безбедан саобраћај,
- А.2 Трошкови изградње,
- А.3 Трошкови експлоатације и одржавања,
- А.4 Заштита од елементарних непогода и разарања,
- А.5 Однос према постојећим и будућим системима инфраструктуре и саобраћаја,
- А.6 Експлоатација постојећих саобраћајних система у току градње.

Б. ЕКОНОМСКИ КРИТЕРИЈУМИ

- Б.1 Привредне активности и коришћење природних богатстава,

- Б.2 Запосленост и приступачност центара активности,
- Б.3 Вредност земљишта.

С. СОЦИОЛОШКИ КРИТЕРИЈУМИ

- С.1 Расељавање становништва и јавних садржаја,
- С.2 Нарушавање карактера месних заједница,
- С.3 Однос према историјским просторима и објектима,
- С.4 Гравитационе зоне.

Д. РЕГИОНАЛНИ КРИТЕРИЈУМИ

- Д.1 Постојећи и будући регионални развој,
- Д.2 Однос према слободним просторима,
- Д.3 Рекреативне површине и паркови.

Е. ЕКОЛОШКИ КРИТЕРИЈУМИ

- Е.1 Очување еколошке равнотеже,
- Е.2 Загађења вода и ваздуха, бука,
- Е.3 Естетика и уклапање у природну средину.

Табела 1. Општа листа критеријума избора најповољнијег коридора за изградњу магистралних саобраћајница

Специфичности

Сваки путни правац, или његова деоница, мора поштовати и посебне, врло специфичне критеријуме који су условљени карактеристикама простора кроз који пролази. То значи да за пут, или његову деоницу, треба установити и посебну листу критеријума од којих ће највећи број одговарати приказаним критеријумима у табели 1. Међутим, услед уникатних карактеристика друштвено-економског и просторног развоја и стања подручја неизбежно је да се листа критеријума ревидује и по потреби допуни (првенствено критеријуми под В, С, Д, Е из табеле 1.)

На пример, у брдско-планинским подручјима међу економским критеријумима може се јавити и циљ да се очувају обрадиве површине којима цело подручје оскудева; у другим подручјима овај циљ може бити занемарен. Анализа утицаја саобраћајне буке у ненасељеним подручјима губи свој смисао док приликом планирања и пројектовања путева у близини сеоских и градских агломерација (постојећих или планираних) овај критеријум може бити врло значајан.

Специфичне карактеристике подручја далеко се јаче одражавају кроз релативну важност (тзв. тежину) критеријума. На пример, за једну друштвену заједницу, када разматра коридор одређеног путног правца, може бити важније да се реализује брз, ефикасан и безбедан транспорт људи и добара (табела 1 — А.1) него да се очува карактер месне заједнице (табела 1 — С.2) или поштују гравитационе зоне (табела 1 — С.4). Пошто се у суштини ради о конфликтним захтевима, врло је битно унапред дефини-

сати релативну важност, тј. тежину сваког од усвојених критеријума.

Може се закључити да специфичности подручја могу утицати на одлуку о коридору на два начина:

Преко формирања листе критеријума избора најповољнијег коридора.

Преко одређивања релативних важности — тежина сваког од критеријума.

ИНФОРМАЦИЈЕ

Информација се може дефинисати као регистровано знање које се користи у процесу доношења одлука. Када је у питању избор најповољнијег коридора за изградњу магистралних саобраћајница, информације су неопходна основа и битан утицајни фактор. Потпуно је логично све расположиве информације средити према усвојеним критеријумима, и, то потреби, превести у одговарајућу форму која омогућава лакшу примену.

Носиоци потребних информација јављају се у три основна облика: графичком (карте, мапе и сл.), нумеричком (статистички подаци) и наративном (извештаји). Највећи проблем представљају информације у наративном облику и треба усмерити напоре да се оне преведу бар у графички облик. Нумеричке информације представљају драгоцену основу пре свега због могућности примене електронских рачунара и због чињенице да се из нумеричког облика може извести графичка представа. Имајући у виду брзи развој аутоматске израде графичких облика информација (аутоматски цртеж, штампач, видео терминал и сл.) очигледно је да, када се ради о пројектовању саобраћајница, напоре треба усмерити ка формирању целовитих нумеричко-графичких носилаца информација.

Планерске подлоге

Основну подлогу представља карта намене површина која је резултат регионалних и урбанистичких планова. Ова карта садржи информације о постојећем и будућем развоју подручја, врсти и обиму изградње (становење, индустрија, терцијара и сл.), бонитету земљишта са оквирном парцелацијом; приказује путну мрежу као и мрежу осталих саобраћајних система (постојећу и планирану), магистралну инфраструктуру изнад и испод површине терена и сл. У суштини, то је јединствена подлога на којој су синтезно приказани резултати процеса регионалног и просторног планирања.

Карта намене површина је праћена основним информацијама у нумеричком облику као што су број становника, радних места, густине становања и сл. Уколико је урађена саобраћајна студија подручја, треба да постоје и посебне подлоге са постојећим и будућим односима у саобраћају (линије жеље, оптерећења и сл.).

Инжењерске подлоге

У овој групи информација најзначајнији графички носиоци информација су следеће карте и планови:

— Инжењерско-геолошка карта која даје синтезни приказ о основним геоморфолошким, хидролошким и геотехничким карактеристикама подручја. Ова карта такође даје увид у квалитет терена, савремене геолошке процесе и сл.

— Основна карта која садржи податке о геоморфолошким и топографским карактеристикама подручја; постоји за целу нашу земљу ($R 1:50.000$) а у новије време развијена је и карта размере $1:25.000$ иако се, за сада, не примењује за потребе израде генералног пројекта.

Остале специфичне, наменски развијене карте као што је нпр. педолошка карта.

— Подаци прикупљени аерофотограметриским снимањем (фотоплани, ортофотоплани) који дају дводимензионалну и стереопарови који, применом посебних уређаја, могу дати тродимензионалну представу, тј. модел подручја.

Просторни носиоци информација

Све информације о простору везане су за неки део подручја анализе и могу се лоцирати у простору. Традиционални видови информација, у графичком или нумеричком облику, могу се назвати зонским системом јер се, поштујући принцип о приближној хомогености показатеља, подручје може изделити у низ зона неправилног облика и различитих димензија. Типичан пример таквог система могу бити геолошка карта, педолошка карта, карта нагиба терена и сл.

Систем просторних носилаца информација мора бити тако заснован да омогући формирање нумеричких модела по свим критеријумима и једноставно преводње информација у изворном облику (нпр. графичком) на јединствену информациону основу.

Мрежа квадрата једнаких димензија (грид-систем), која је повезана са апсолутним геодетским системом, сигурно представља најповољније решење.

Поред основног недостатка да се, уз потребан ниво тачности, нумерички модел тешко може формирати у зонском систему, предности грид-система су вишеструке:

— Систем је просторно константан кроз време. Зона у којој се догоде промене које нарушавају хомогеност показатеља мора се поделити у две или више зона. Принцип хомогености показатеља у грид-систему искључиво је функција дужине странице квадрата.

— Свака зона неправилних граница може се довољно тачно приказати у грид-систему под условом да је одабрана одговарајућа дужина странице квадрата.

— Сви изведени показатељи који у себи садрже површину просторног носиоца инфор-

мација (нпр. густине становања) упоредиви су у грид-систему јер је површина јединице $P = \text{const}$.

— Границе зона су неправилне па је за њихово просторно одређивање у апсолутном геодетском систему потребно одредити низ тачака. У грид-систему довољна је само једна тачка, нпр. тежиште јединице, једно од теме-на квадрата.

— Увођење релативних координата не представља практично никакав проблем код грид-система нити веза са апсолутним геодетским системом захтева дуже прорачуне.

Основну дилему код грид-система представља дужина странице квадрата, тј. јединице информативног система. Ова величина зависи првенствено од захтеваног нивоа тачности анализа информација које су везане за просторног носиоца, карактеристика саме информације и могућности преводње информације у изворном облику на грид-систем.

Избор одговарајуће дужине странице квадрата је специфичан задатак те се не могу усвојити универзално важећа правила; искусно дефинисане границе крећу се од 100 м до 500 м.

НУМЕРИЧКИ ПОКАЗАТЕЉИ И МОДЕЛИ

Задатак избора најповољнијег коридора битно се разликује од задатка избора најповољније трасе у идејном пројекту. Наиме, тра-са је у односу на анализирани простор у суштини линија, док је коридор део простора; континуитет трасе је битно полазно ограничење, док се континуитет коридора може обезбедити укључивањем оптималних и субоптималних делова простора.

Из претходног става следи да је за сваку јединицу грид-система неопходно дефинисати нумерички показатељ који се може назвати оценом подобности.

Оцене подобности јединице грид-система могу се условно схватити као „трошкови“ укључивања одређене јединице у коридор саобраћајнице. Будући да су критеријуми избора најповољнијег коридора врло различити, како по својим суштинским карактеристикама тако и по јединицама мера којима се изражавају, оцене представљају и заједнички мерни систем који се само теоријски може изједначити са новчаним јединицама.

Оцена подобности је, у суштини, релативан показатељ вредновања јединица информативног система у оквирима једног подручја тако да треба тежити да се са поуздањем одреде релативни односи иако нису одређене или су недовољно дефинисане апсолутне вредности. У основи овако схваћене поузданости је обавеза да се доследно примењују исте полазне поставке.

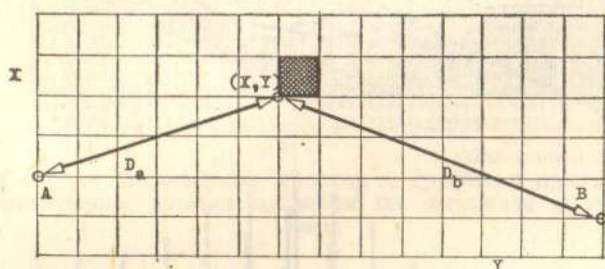
Врсте нумеричких показатеља

Када се подручје анализе покрије мрежом једнаких квадрата информационог система и

просторно одреде крајње тачке (А и В) између којих треба дефинисати најповољнији коридор саобраћајнице, за сваку јединицу GRID-система могу се јавити два основна вида показатеља:

— Независни показатељи, који су искључиво везани за карактеристике унутар јединице информационог система (нпр. максимални нагиб терена у оквиру те јединице, правац максималног нагиба, намена површина, густине и сл.).

— Придružени показатељи, који су информационо везани за ту јединицу система а дефинишу се на основу анализе последица проласка коридора саобраћајнице кроз ту јединицу. На пример, то може бити нумеричка индикација тешкоћа и последица на делу простора око те јединице или дуж неке апроксимације коридора од А до В преко разматране јединице грида (в. сл. 1).



Сл. 1 — Праволинијска апроксимација трасе А — X, Y — В као придружени показатељ јединице X, Y

У процесу избора најповољнијег коридора треба очекивати примену оба вида нумеричких показатеља; применом придружених показатеља индиректно се уводе захтеви континуитета коридора.

Оцене

Прегледом листе критеријума избора најповољнијег коридора (табела 1) може се запазити да постоје критеријуми за које је, уз одређене претпоставке, могуће одредити неку функцију стварних „трошкова“ ($C_i = F(p_i)$ у зависности од вредности показатеља p за критеријум и, а оцене дефинисати као функцију функције $O_i = f(C_i)$. Друга група критеријума нема довољно јасних законитости „трошкова“ и, последично, може се говорити само о претпостављеном облику функције $O_i = F(p_i)$ било да је она непрекинута или дискретна. За трећу групу критеријума тешко је дефинисати показатељ p_i на основу кога је могуће објективизирати оцене. Такви критеријуми могу добити придружену нумеричку вредност оцене доследним директним оцењивањем сваке јединице GRID-система на основу утиска пројектанта. Овакви критеријуми се могу релативно добро изразити оценама од 1 до 10 што је у суштини нумерички индикатор придружен вербалним констатацијама као што су врло лоше, лоше, добро, врло добро и сл.

У анализама „трошкова“ могу се јавити различите функционалне зависности. Функција оцена може бити функција једне променљиве $O_i = F(p_i)$, функција више променљивих $O_i = F(p_{i1}, p_{i2} \dots)$ или функција функције $O_i = f(F(p_i))$.

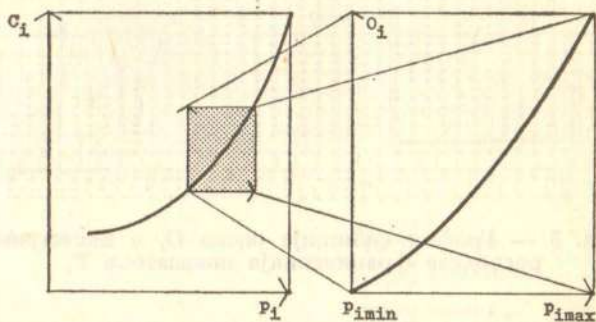
Функција оцена O_i по сваком критеријуму може имати различити облик, може се јавити као непрекинута или дискретна функција и сл. Имајући у виду потребан ниво детаљности анализа као и чињеницу да постоје критеријуми код којих се оцена директно придружује одређеној јединици информативног система, изгледа логично да се распон оцена ограничи у подручју $0 < O_i \leq 10$. На сл. 7 приказани су основни облици графика функције оцена.

На први поглед може се закључити да се овде ради о директном успостављању везе између функције трошкова C_i и функције оцена O_i , односно, као што је приказано на сл. 2, о примени једног дела криве $C_i = F(p_i)$ у границама $p_{imin} \leq p_i \leq p_{imax}$ тј. translацији координатног система тако да координатни почетак O' има координате $(p_{imin}, (p_{imin}))$. Функција трошкова C_i може се изразити као:

$$C_i(p_i) = C_i(p_{imin}) + \varphi(\Delta p_i)$$

где је: $C_i(p_{imin})$ — трошкови за јединицу GRID-система са мин. вредношћу показатеља p_i

$$\Delta p_i = \frac{p_i - p_{imin}}{p_{imax} - p_{imin}}$$



Сл. 2 — Илустративни приказ везе функције трошкова (C_i) и функције оцена (O_i)

Може се запазити да је $C_i(p_{imin})$ константа за цело подручје и да истовремено представља оптимум. Стога је за одређивање релативних оцена по критеријуму (i) од интереса само функција $\varphi(\Delta p_i)$.

Основни проблем представља дефинисање функције „трошкова“ јер у процесу избора најповољнијег коридора нема довољно елемената да се, по било ком критеријуму, дефинише ова функција. Наиме, не постоје трасе, количине радова итд. па се као логични излаз могу усвојити две могућности:

— да се, на основу неке апроксимације трасе и осталих елемената за прорачун стварних трошкова, дефинише функција C_i и одреде релативне оцене;

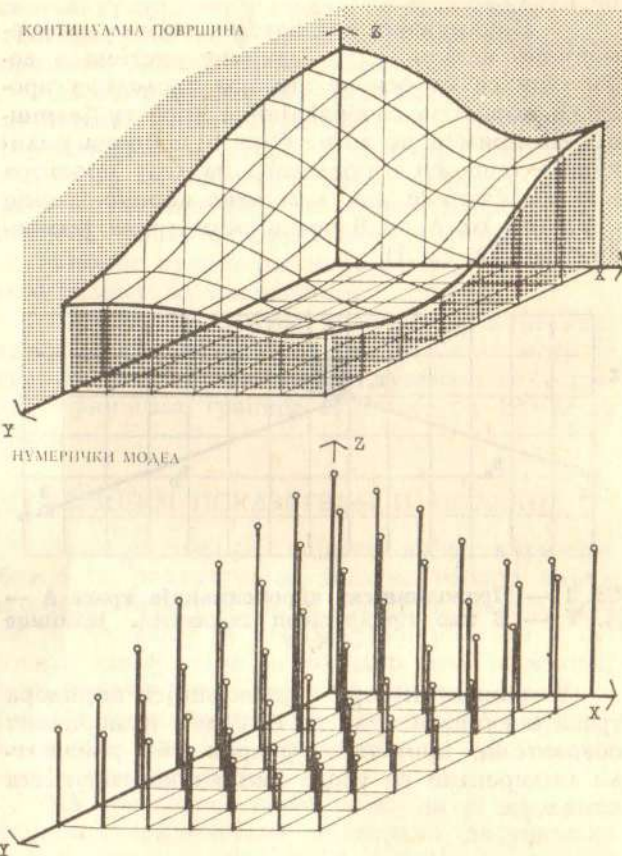
— да се усвоји изводна функција $\varphi(\Delta p_i)$ на основу претпоставке о основној зависности $C_i = F(p_i)$ у датим условима ограничења.

Изводна функција $\varphi(\Delta p_i)$ може се унапред развити у низу облика за које се може очекивати да одржавају највећи број законитости промене трошкова у зависности од вредности показатеља (p_i).

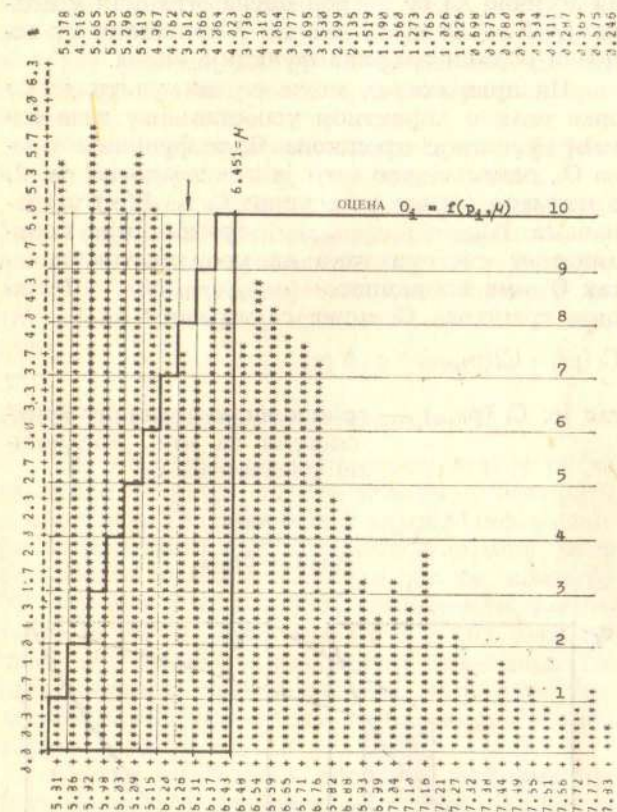
Једно од најбитнијих питања је проблем граница функције оцена (O_i). Наиме, ова функција је ограничена у распону $p_{imin} \leq$

Нумерички модели

Нумерички модели у суштини представљају апроксимацију континуалне површине (или функције). Такви модели се врло брзо и једноставно могу формирати и анализирати применом електронских рачунара. Основна разлика између континуалне површине и нумеричког модела приказана је на сл. 4.



Сл. 4 — Континуална површина и нумерички модел



Сл. 3 — График функције оцена O_i и хистограм расподеле фреквенција показатеља P_i

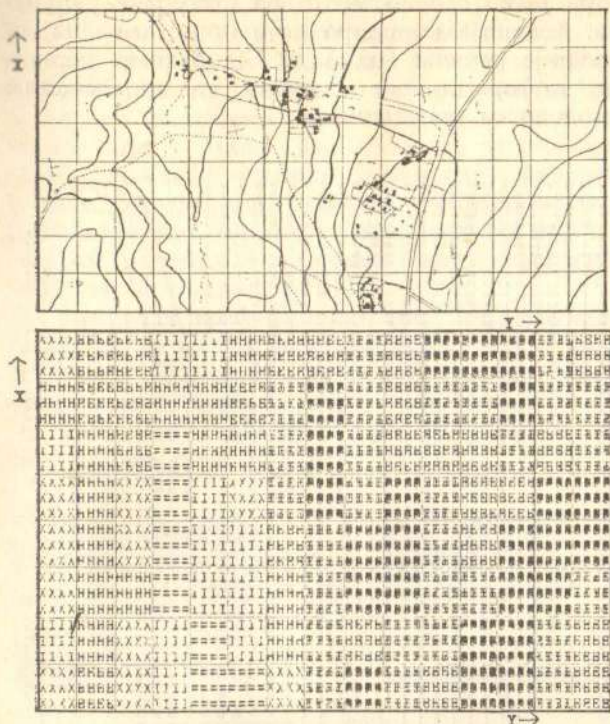
$p_i \leq p_{imax}$ те, изузев разлике граничних вредности показатеља $p_i (p_{imax} - p_{imin})$ нема никаквог утицаја специфичних услова подручја. Вредности p_{imin} и p_{imax} могу бити нетипичне вредности локалног домета те је логично да се границе функције (O_i) повежу са поузданијим статистичким показатељима који одражавају карактеристике подручја као целине (нпр. аритметичка средина вредности показатеља p_i по свим јединицама GRID-система — μ , стандардна девијација σ). Ако се усвоји $p_{igran} = \mu \pm C \cdot \sigma$ ($C = 0, 1, 2, 3$) скуп свих јединица ГРИДА дели се на два подскупа; подскуп условно прихватљивих јединица ($p_i \leq \mu$) који треба детаљно категорисати и подскуп неприхватљивих јединица ($p_i > \mu$) по критеријуму (i).

График дискретне функције оцена O_i , за услов $p_{igran} = \mu$ и $p_i > \mu \rightarrow O_i = \text{const} = 10$ приказан је на сл. 3 заједно са хистограмом расподеле фреквенција показатеља (p_i).

Примена нумеричких модела је практично неограничена по садржају. Ако се дефинише нумерички показатељ за сваку јединицу GRID-система, могуће је формирати и нумерички модел и извести његову графичку представу у равни или простору. Ниво тачности нумеричког модела зависи првенствено од нивоа тачности података и, као што је поменуто, величине јединице информационог система.

Начин презентације нумеричког модела може бити различит: почевши од класичног табеларног приказа (координата X , координата Y , вредност показатеља) па до графичких представа у равни или просторних модела.

Графичке представе у равни могу се врло брзо извести применом аутоматског цртача или штампача. Илустративни приказ нумеричког модела преко штампача дат је на сл. 5. Вредност нумеричких показатеља градирана је у 10 симбола различитог интензитета како би се обезбедила одговарајућа визуелна представа.



Сл. 5 — Анализирани простор и графички приказ нумеричког модела израђен на штампачу рачунара

Тростандардни приказ нумеричког модела, под условом да су показатељи градирани у мањи број категорија (нпр. $\max 20$), једноставно се формира израдом макета на усвојеном растеру информационог система.

Пример — нумерички модел утицаја саобраћајне буке

У овом примеру је из низа еколошких критеријума за избор најповољнијег коридора изабран утицај саобраћајне буке. Показатељи саобраћајне буке се дефинишу на основу експерименталних анализа или стварних опажања на саобраћајним правцима. Уобичајена је примена L_{10} , тј. нивоа буке у децибелима (dbA) изнад кога се налази 10% свих опажања нивоа буке. У Великој Британији је мерењем на низу путних деоница и статистичком обрадом података установљена следећа законитост нивоа буке L_{10} на 10m од ивице коловоза:

$$L_{10} = \alpha(p) + \beta(p) \cdot \log V + \gamma(p) \cdot \log Q \quad [\text{dbA}]$$

где је: p — проценат теретних возила у саобраћајном току

V — средња брзина саобраћајног тока

Q — саобраћајно оптерећење у возила/час

За функције $\alpha(p)$, $\beta(p)$, $\gamma(p)$ нађене су следеће законитости:

$$\alpha(p) = 11.4 + 0.3 \cdot p$$

$$\beta(p) = 20.3 + 0.18 \cdot p$$

$$\gamma(p) = 8.0 + 0.06 \cdot p$$

Будући да су показатељи p и Q константни за један одређени путни правац (меродавно саобраћајно оптерећење), такође је усвојено, за израду овог примера, да је $V = \text{const}$.

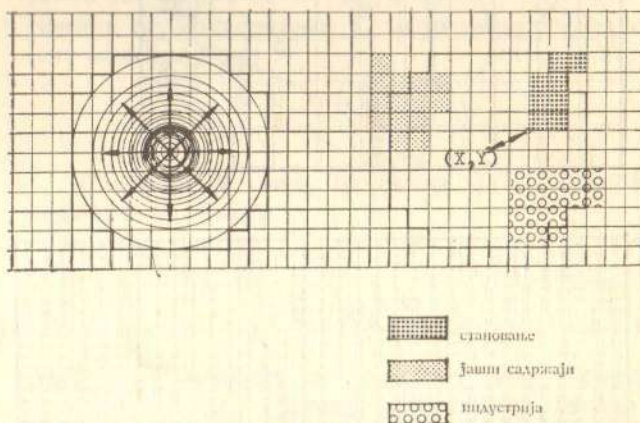
Ниво буке у урбанизованим зонама дуж трасе зависи од нивоа буке L_{10} , одстојања од ивице коловоза и услова простирања звучних таласа. У изради овог примера коришћен је коефицијент пригушења буке $\alpha = 18.5$. Проблем дефинисања оцена $O(x,y)$ са становишта утицаја саобраћајне буке решен је следећим поступком:

— У свакој јединици информационог система симулирано је постојање извора буке интензитета L_{10} .

— У зависности од коефицијента пригушења буке (α) испитане су све јединице информационог система на одстојању $d \leq 500 \text{ m}$ од симулираног извора буке.

— За јединице које су урбанизоване или предвиђене за урбанизацију а налазе се под утицајем симулираног извора буке одређен је ниво буке у dbA који се може очекивати ако траса прође кроз анализирану јединицу гريد-система.

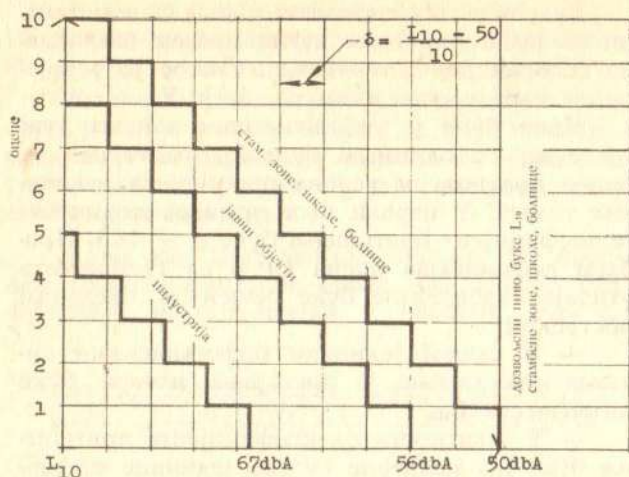
● Свакој јединици гريد-система (X, Y) придружена је вредност максималног нивоа буке у dbA који се може очекивати ако траса (извор буке) прође кроз јединицу X, Y изнети принципи су приказани на сл. 6.



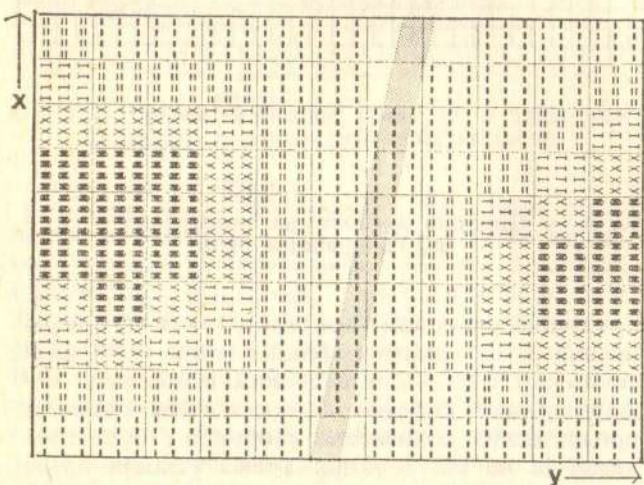
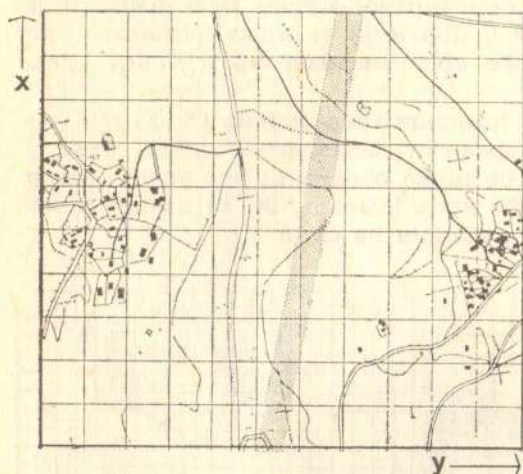
Сл. 6 — Принцип дефинисања показатеља — утицај саобраћајне буке

Оцене по овом критеријуму $O(x,y)$ дефинисане су на основу највишег нивоа буке који се може очекивати у суседним јединицама информационог система. Однос између оцена и придружених показатеља саобраћајне буке приказан је на сл. 7 уз укључење утицаја врсте намене површина (становане, индустрија, јавни садржаји).

Резултати примене изнетих принципа приказани су на сл. 8 и сл. 9. Графичка презентација нумеричког модела утицаја саобраћајне буке израђена је на штампачу рачунара с тим што су нивои буке приказани у 10 категорија. Најповољније локације коридора по овом критеријуму ($\geq 80 \text{ dbA}$) представљене су најтањим симболима. Свакој јединици гريد-систе-



Сл. 7 — Ниво саобраћајне буке и оцене (O_1) у зависности од врсте намене површина

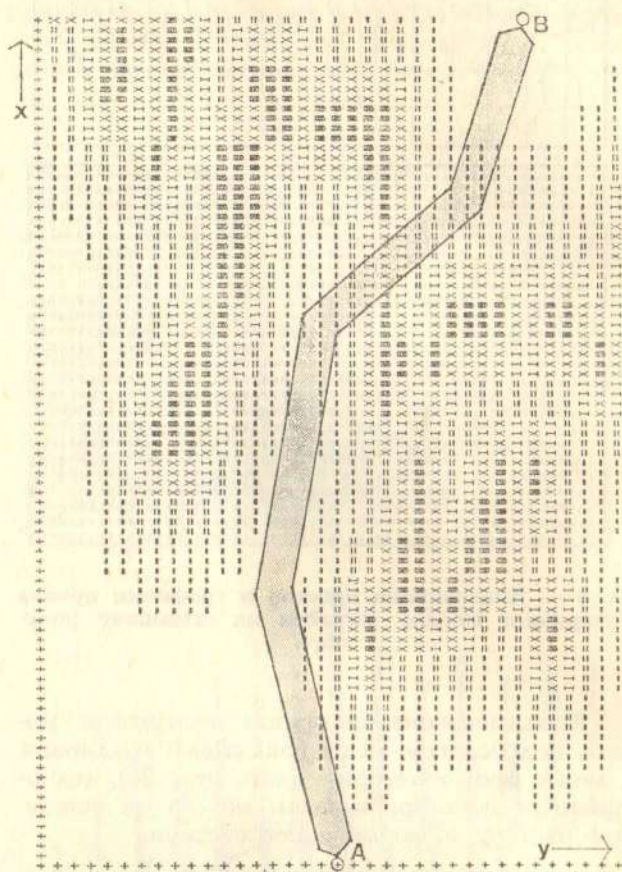


Сл. 8 — Упоредни приказ ситуације и графичке представе нумеричког модела утицаја саобраћајне буке

ма на сл. 8. одговара елемент од три реда са по четири словна знака.

На сл. 9 приказан је шири простор анализиран са становишта утицаја саобраћајне буке где свакој јединици гريد-система одго-

вара једно словно место на штампачу рачунара. Локација коридора који представља најповољније решење (од А до В) обухвата јединице информационог система са минималним еколошким последицама.



Сл. 9 — Графичка представа нумеричког модела утицаја саобраћајне буке и локација најповољнијег коридора

СИНТЕЗА

Синтеза је у суштини поступак којим се, комбинацијом и сажимањем појединачних информација, формира нова информација у облику који је погодан за даље коришћење.

Нумеричка синтеза се заснива на полазној поставци да је за сваку јединицу простора могуће дефинисати нумерички показатељ подобности по сваком од критеријума и дефинисати релативну важност, тј. тежину критеријума.

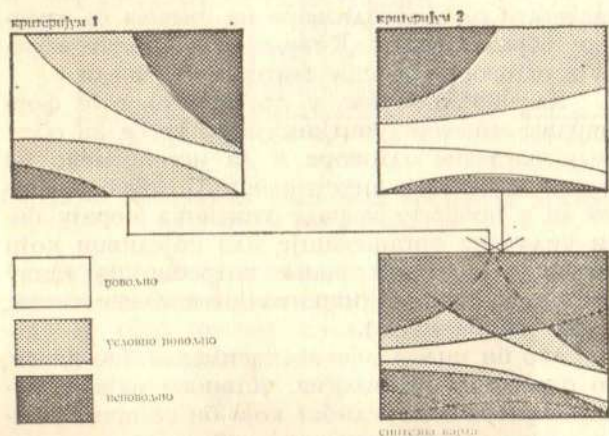
Основни проблем је, независно од метода синтезе, дефинисање релативних тежина појединих критеријума локације коридора и њихова доследна примена у процесу.

Поступак графичке синтезе

У традиционалном приступу овом проблему пројектант или тим пројектаната, мање или више свесно, успоставља неку матрицу критеријума и њихових тежина када формира варијантно решење. У истој ситуацији налазе се и сви чланови стручних или друштвених фору-

ма када доносе одлуку о коридору путног правца. Овакав приступ, иако често може дати позитивне резултате, подложен је низу могућих деформација услед неискуства пројектанта, недовољног познавања простора, чињенице да човек није у стању да доследно примењује исту, у мислима оквирно дефинисану, матрицу у свим ситуацијама. Основна размимоилажења и неспоразуми јављају се првенствено као последица разлика у „личним“ матрицама критеријума и тежина.

Поступак графичке синтезе, илустративно приказан на сл. 10, има низ недостатака: врло је тешко вршити графичку синтезу по већем броју критеријума, а скоро да је немогуће објективно синтетизовати низ критеријума са различитим нивоом важности.



Сл. 10 — Илустративни приказ процеса графичке синтезе

Израдом низа карата које садрже информацију о степену повољности појединих делова простора за локацију коридора саобраћајнице и преклапањем тако изграђених подлога може се издвојити најповољнији коридор чисто графичком методом.

Принципи нумеричке синтезе

Ако је свакој јединици гريد-система придружена нумеричка вредност по сваком критеријуму (оцене) и релативне тежине, као индикатор важности критеријума, одређене, испуњени су сви услови за прорачун синтезног показатеља подобности сваке просторне јединице за укључивање у коридор саобраћајнице. На тај начин би се формирао нумерички модел синтезног показатеља подобности и ограничили простори који, у датим условима ограничења, представљају најповољнију локацију коридора.

У сваком подручју сигурно је да постоје простори који представљају апсолутно ограничење (што је у суштини садржај синтезе карте ограничења изграђене традиционалним поступком) који се ни у ком случају не могу користити за коридор саобраћајнице (нпр. историјски споменици, национални паркови и сл.). Таква ограничења се дефинишу у истом

информационом систему и за њих се унапред усваја вредност синтезног показатеља која је бесконачно велика.

Синтезни показатељ за сваку јединицу гريد-система, изузев јединица које просторно одговарају апсолутним ограничењима, је пондерисани збир оцена по свим критеријумима.

$$S(X, Y) = T_1 \cdot O_1(X, Y) + T_2 \cdot O_2(X, Y) + \dots + T_n \cdot O_n(X, Y) = \sum_{i=1}^n T_i \cdot O_i(X, Y)$$

где је:

$S(X, Y)$ — синтезни показатељ подобности за јединицу информационог система са координатама (X, Y)

T_i — релативна тежина критеријума (i)

n — укупан број критеријума

$O_i(X, Y)$ — оцена подобности јединице информационог система са координатама (X, Y) по критеријуму (i)

Исти принцип треба применити и у случају када се оцена по једном критеријуму (i) дефинише на основу оцена по низу критеријума нижег реда. На пример, оцена по критеријуму време путовања може се дефинисати као пондерисани збир оцена за време путовања меродавним путничким аутомобилом и оцене за време путовања меродавним теретним возилом. Следи да у таквим случајевима оцена $O_i(X, Y)$ треба да се дефинише уз примену релативних тежина подкритеријума T_j^i који морају такође испуњавати услов

$$\sum_{j=1}^k T_j^i = 1.000$$

Следи да је сваку од оцена $O_i(X, Y)$ могуће изразити у облику

$$O_i(X, Y) = T_1^i \cdot O_{i1}^{(X, Y)} + T_2^i \cdot O_{i2}^{(X, Y)} + \dots + T_k^i \cdot O_{ik}^{(X, Y)} = \sum_{j=1}^k T_j^i \cdot O_{ij}^{(X, Y)}$$

где је: $O_i^{(X, Y)}$ — оцена за јединицу информационог система дефинисану координатама (X, Y) по критеријуму (i)

T_j^i — релативна тежина подкритеријума (k) у оквиру критеријума (i)

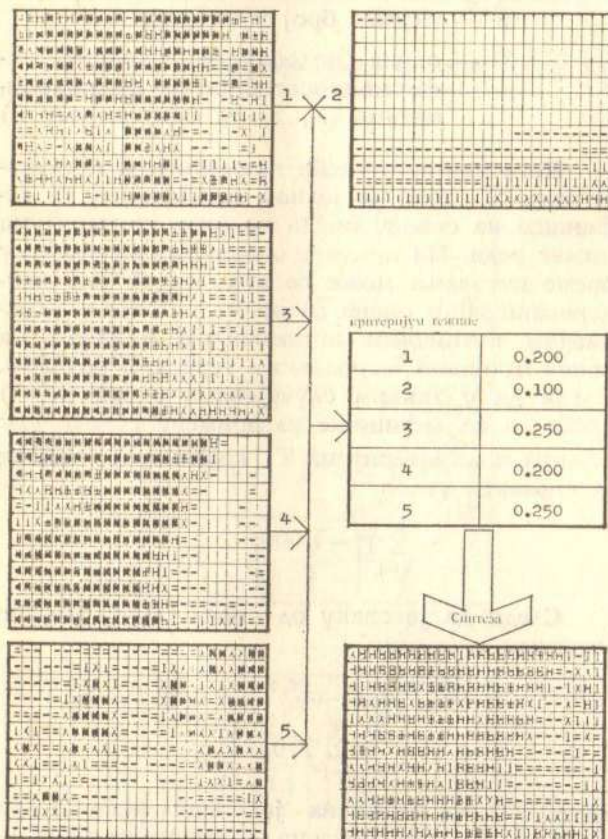
$O_{ij}^{(X, Y)}$ — оцена за јединицу информационог система дефинисану координатама (X, Y) по подкритеријуму (k) критеријума (i)

k — укупан број подкритеријума (k) у оквиру критеријума (i)

Очигледно је да се сваки критеријум а, следствено томе, и сваки подкритеријум може декомпоновати у показатеље нижег реда. Степен декомпоновања, односно број различитих хијерархијски уређених нивоа критеријума, зависи од потребног и могућег (првенствено од расположивих информација) степена детаљности анализе. Стога је неопходно у самом зачетку процеса оформити и хијерархијску

структуру критеријума као што је потребно и дефинисати листу критеријума истог нивоа.

Принцип нумеричке синтезе за пет критеријума избора корисног при усвојеним тежинама критеријума приказан је на сл. 11. Као резултат примене процеса нумеричке синтезе формира се нумерички модел синтезног показатеља (S^X, Y). Усвајајући низ јединица са најнижим вредностима синтезног показатеља може се ограничити простор који представља најповољнију локацију коридора магистралне саобраћајнице. Очигледно да је преко нумеричког модела синтезног показатеља могуће применити принципе динамичког програмирања и теорије графова и нумеричким поступком дефинисати најповољнији низ просторних јединица.



Сл. 11 — Илустровани приказ процеса нумеричке синтезе

Релативне тежине критеријума

Последњих година развијан је низ метода које формализују процес формирања матрице критеријума и њихових релативних тежина (T_i) са циљем да се умање и избегну могуће недоследности традиционалног приступа и омогући мерење донедавно немерљивих величина.

Одређивање релативних тежина је доста компликован задатак јер захтева напуштање традиционалног приступа и примену нових метода којима се релативно апстрактна размишљања могу превести у нумеричке индикаторе. Од низа метода може се навести метод Делфи чије карактеристике и принципи омогућавају да се примене и на проблему избора најповољнијег коридора.

— Делфи-метод је развијен са циљем да се превазиђу недостаци комисијског или форумског одлучивања. Наиме, догађа се да комисија заузме став гласније или ауторитативније мањине, врло често појединци нису спремни да воде или заоштре стручну полемику, чланови комисије обично избегавају да јавно мењају или модификују претходно изнете ставове и сл.

У основи делфи-методе је анонимност тако да је потпуно избегнута могућност доминације личности или претераног конформизма појединачца. Учесници Делфи-анкете, који могу бити различитих профила и нивоа стручности, писменим путем се замоле да размишљају о неком проблему. Посебна екипа припрема детаљно разрађене и осмишљене упитнике које ће истовремено послати свим учесницима и захтевати од њих одговоре на питања са кратким образложењем. Координатор анкете обрађује одговоре и врши статистичку анализу.

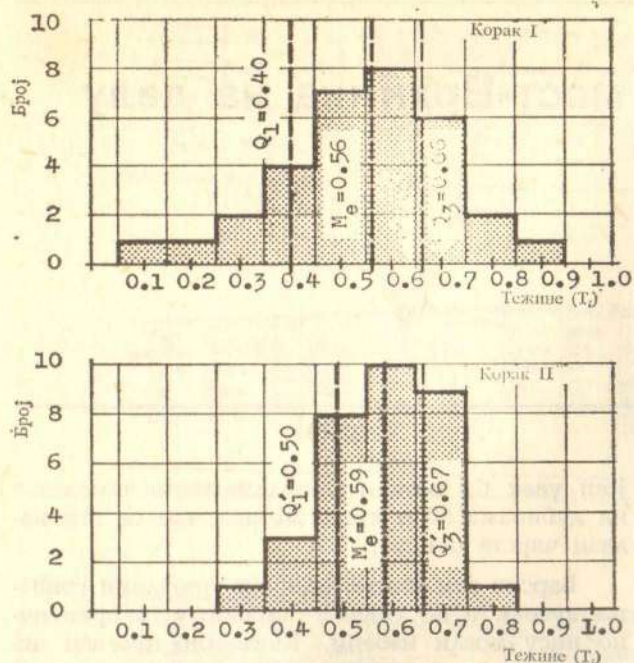
Кључни елеменат у делфи-методи је формирање анкетног упитника који треба да обезбеди поуздане одговоре и да истовремено не утиче на ставове анкетираних. Потпуно је јасно да у процесу разраде упитника морају бити укључене организације или појединци који поседују искуство и знање потребно за такву врсту испитивања (нпр. социолози, психолози, статистичари и сл.).

Ако би циљ делфи-експеримента био да се, по одређеним правилима, установи највероватнија нумеричка вредност која би се придружила неком апстрактном појму (као што су циљеви), статистичком обрадом добијених одговора резултати се могу груписати као што је то приказано на сл. 12. и одредити параметри статистичке расподеле*.

У следећем кораку учесници се информисају о добијеним резултатима (први квартал Ω_1 , други квартал $\Omega_2 = M_0$, трећи квартал Ω_3) и још једном се упуте да размисле о проблему и евентуално ревидују своје мишљење из првог корака. Одговори из другог корака обично показују мању дисперзију што значи да се постиже већи степен сагласности између анкетираних (в. сл. 12). Овај процес се може понављати у више корака све док се не сматра да добијена медиана M_0 представља довољно поуздану вредност тражене величине.

Изнети модел је базни метод. Постоји низ варијација истог метода као што су испитивања у једном кораку, пондерисање одговора према степену стручности анкетираних и дефинисање пондерисаних параметара расподеле и сл. Добијене вредности се обично јављају у симетричној расподели или приближно симетричној расподели тако да се у том случају може усвојити или средња вредност μ или медиана M_0 јер је у том случају $\mu \approx M_0$.

* Основни параметри су средња вредност, медиана M_0 за функцију расподеле случајне променљиве X $F(X_p) = p$ је квартал реда p . Квартал реда 0,5 назива се медиана M_0 или други квартал и добија се решењем једначине $F(M_0) = F(X_{0,5}) = P(X \leq M_0) = 0,5$. Први квартал ($Q_1 = F(X_{0,25})$) а трећи квартал $Q_3 = F(X_{0,75})$. Једноставније речено M_0 је вредност случајне променљиве X за коју важи да је број одговора већи или мањи од те вредности исти (50%—50%). Грфички то одговара вредности која дели површину добијеног хистограма на два једнака дела.



Сл. 12 — Емпиријска расподела вредности тежине (Т.) према методи Делфи

Будући да се у овом случају ради о релативним тежинама, логично је да се постави услов да збир тежина свих критеријума буде једнак јединици, тј.

$$\sum_{i=1}^n T_i = 1.00$$

Стога се усвојене вредности (M_e или μ) за сваки критеријум морају нормализовати према:

$$T_i = \frac{M_{ei}}{\sum_{i=1}^n M_{ej}}$$

где је:

T_i — тежина критеријума i

M_{ei} — медиана добијених одговора за критеријум i

$\sum_{j=1}^n M_{ej}$ — збир медиана добијених одговора за све критеријуме

n — број критеријума

ЗАКЉУЧАК

Примена нумеричких модела представља услов објективизације процеса избора најповољнијег коридора за изградњу магистралних

саобраћајница како у току израде варијантних решења тако и у поступку доношења одлука. С друге стране, овакав приступ условљава промену методологије израде генералног пројекта, усмерава напоре ка изради целовитог информативног система за регионално, просторно и саобраћајно планирање и недвосмислено упућује на тимски рад стручњака разних профила.

У даљим истраживањима неопходно је разрадити следеће аспекте:

— критеријуми избора и примена метода за одређивање релативних важности критеријума у нашим друштвено-економским условима;

— опште законитости „трошкова“ који су везани за одређене критеријуме;

— могућности нумеричког изражавања показатеља по појединим критеријумима;

— укључење већег броја критеријума и даље декомпоновање хијерархиског низа критеријума и подкритеријума.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Ang, A. H. S. Tang, W. H.: Theory and problems of Statistics, New York, 1972.
- [2] Amkreutz, J. Boesefeldt, J. Kreska, O.: Protem zur Optimierung des Strassenentwurfs, Bonn, 1972.
- [3] Alexander, C. Manheim, M. L.: The Use of Diagrams in Highway Route Location: an Experiment mit, 1962.
- [4] Baker, R. F.: Handbook of Highway Engineering, New York, 1975.
- [5] BPP: Transportation Planing Course, Washington D. C., 1969.
- [6] Belmann, R. E. Dreyfus, S. E.: Applied Dynamic Programming, Princeton, 1962.
- [7] Churchman, G. W. Ackoff, R. L. Arnoff, E. L.: Introduction to Operations Research, New York, 1968.
- [8] Dickey, J.: Metropolitan Transportation Planning, New York, 1975.
- [9] Frerich, J. Melcher, J. Steinheuer, H.: Die Methodendes Operations Research und ihre Anwendungsmöglichkeiten auf die Investitionsplanungim Strassenbau, Bonn, 1974.
- [10] Hobbs, F. D.: Trafficplaning & Engineering, Oxford, 1974.
- [11] Evaluation of Mutually Exclusive Design projects, Washington, 1967.
- [12] HRB: Planning Transportation Systems, Washington, 1972.
- [13] IBM: 1130 Numerical Surface Techniques.
- [14] Nelson, P. M.: A Computer Model for Determining the Temporal Distribution of Noise from, Road Traffic — TRRL, London, 1973.
- [15] OECD: Optimization of Road Alignment by the use of Computers, Paris, 1973.

Грађење ауто-пута Долги мост-Врхника на делу преко Љубљанског барја

Др. ЈАНЕЗ ЖМАНЦ, дипл. инж.

УВОД

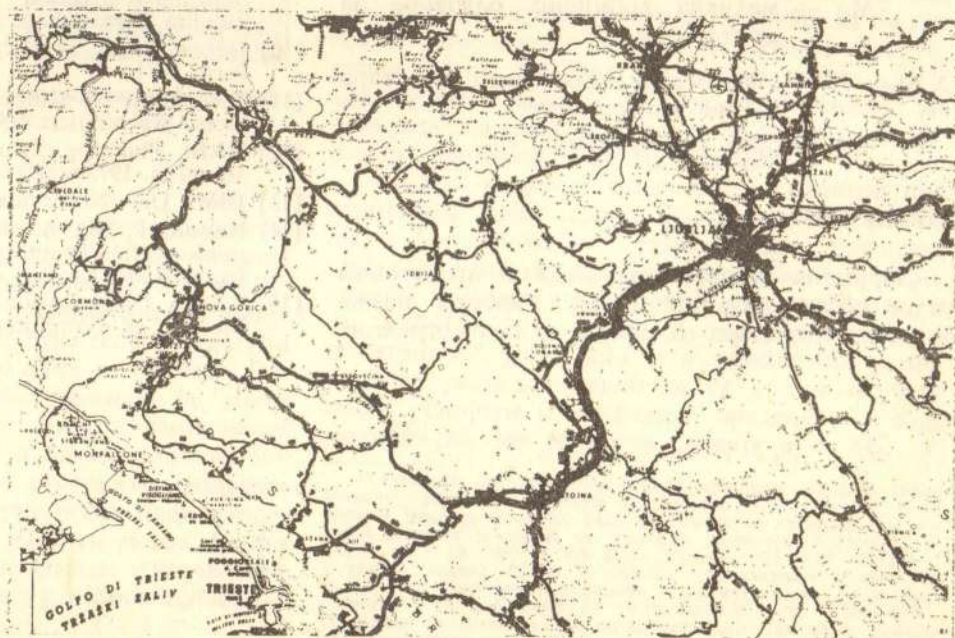
Јужно од Љубљане на површини од приближно 150 km² простире се Љубљанско барје. Преко њега пролазе два правца ауто-путева у Словенији: према Трсту (дужи одсек Љубљана — Врхника) и према Загребу (краћи одсек Љубљана — Лаврица — јужни обилазак Љубљане).

Варијантним студијама било је проучавано више различитих праваца грађења ауто-пута на деоници од Љубљане до Врхнике, односно до прикључка на већ изграђену деоницу ауто-пута Врхника — Раздрто. Пошто се правцем који би обишао Љубљанско барје не би битно смањили грађевински радови, а био би отежан прикључак на већ изграђену деоницу ауто-пута, а траса би била око 3 км дужа, усвојена је варијанта да траса делимично пролази по типичном барском земљишту. Изградњом дужих вијадуката између острва од стене било би могуће премостити критична дубока места и у већем обиму избећи сразмерно велика слегања, али у том случају — поред битно већих трошкова за такву изградњу —

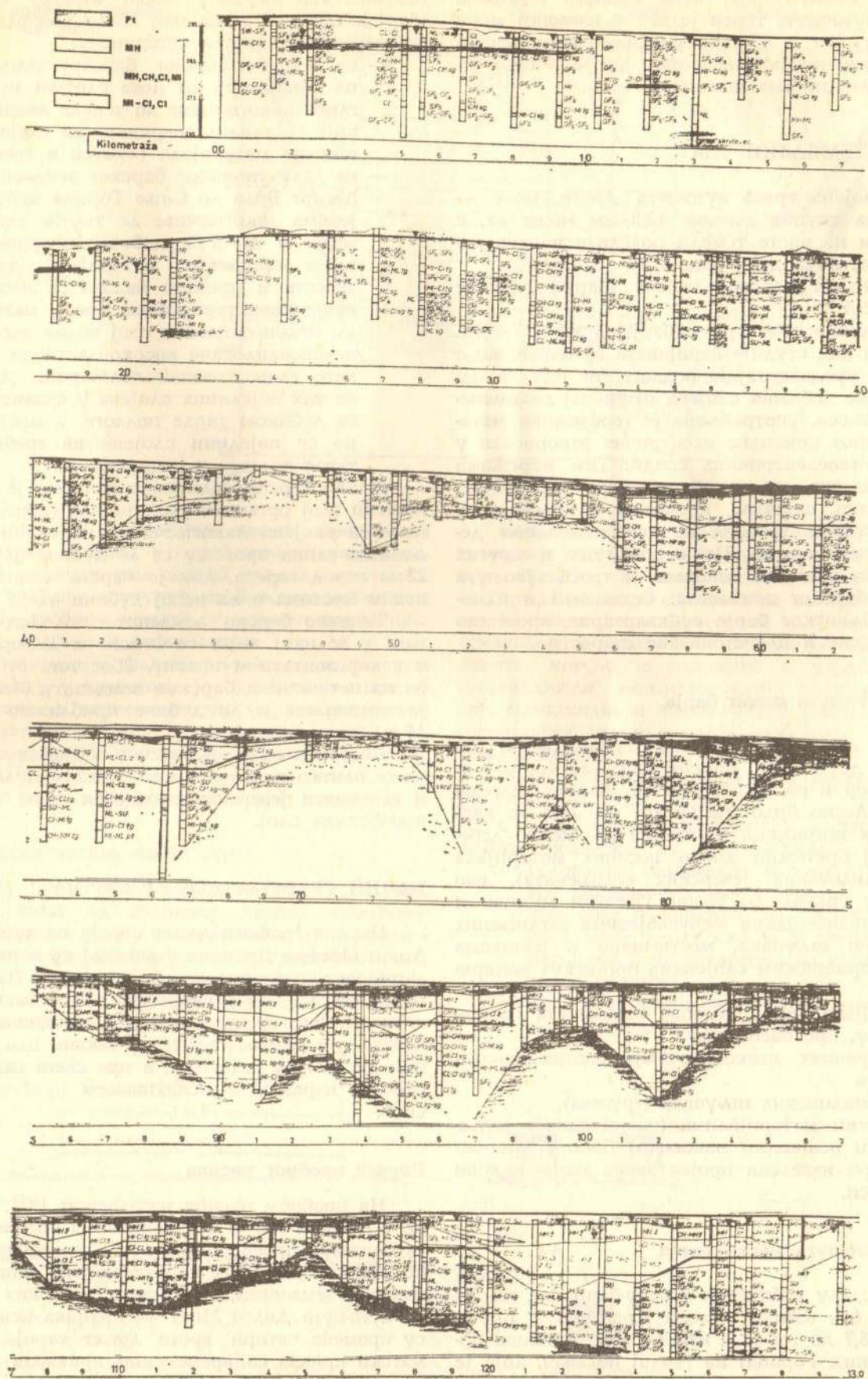
још увек би остало проблематично темељење на дубинама 50 и више метара, где се тек налази чврста основа.

Барско земљиште, односно проблеми грађења ауто-пута по таквом земљишту се практично нису могли избећи. Како би прелази из стабилних усека (претежно у стени) на нестабилне насипе — на ивици барја — могли проузроковати веће потешкоће, пре свега при одржавању пута подобрајајем (кад би била потребна већа изравнавања пута), усвојена је варијанта код које је различитим технолошким подухватима (употреба различитих насипних материјала, преоптерећење, замена неносивих материјала, вертикално дренажање, шипови) могуће осигурати задовољавајуће равномерно слегање приликом експлоатације.

Изабрана траса није обишла баровито земљиште али су у њему у великој мери коришћена више или мање консолидована земљишта (ближе постојећем путу, односно по обронцима западних брежуљака и уз напуштену железничку пругу Љубљана — Врхника) као основа на насипима новог ауто-пута (слика 1).



Сл. 1 — Локација деонице ауто-пута Љубљана — Врхника



Сл. 2 — Геотехнички уздужни профил Деонице ауто-пута преко Љубљанског барја

Уз ивицу барја, куда пролази изабрана траса ауто-пута, терен је већ у извесној мери подигнут, па је због тога коловоз изграђен на сразмерно ниским насипима, јер је и тако изнад 100-годишњих поплавних вода.

ОПИС ТЕМЕЉНОГ ТЛА

Усвојена траса ауто-пута Долги мост — Врхника укупне дужине 12,8 км може се, с обзиром на врсте темеља поделити на два карактеристична дела (слика 2):

- изван барског терена (барја) дужине 5,4 км,

- у барском терену (барја) дужине 7,4 км.

Већ код студије варијаната за одређивање дубина предквартарне подлоге, то јест за одређивање дебљина слојева (барских) седимената и наноса, употребљена је геофизичка метода мерења привидне електричне отпорности у мрежи геоелектричних сонди. Тим мерењима установљени су гребени пермокарбонских шкриљаца, пешчара, кречњака и доломита у продужецима гребена на северо-западном делу барског терена. На основу тих и других додатних података изабрана је траса ауто-пута преко барског земљишта. Седименти и наноси Љубљанског барја су квартарне, претежно холоценске и плеистоценске старости.

Део ауто-пута изван барја

На делу изван барског терена (барја) (од км 0,0 до км 5,4, између насеља Козарје и Драгомер и од км 6,7 до 8,7 између насеља Лог и Лесно брдо) на тврдој подлози од карбонских шкриљаца налази се сразмерно дебели слој претежно добро носећих материјала (консолидованих језерских седимената), као што су средње до тешко гњечиви муљеви и глине, испрекидани међуслојевима заглињених песака и шљунака, местимично и сочивима или површинским слојевима органских материјала.

Слојеви добро носећих седимената састављени су, пре свега, од:

- речних песковито-шљунковитих наноса и

- мадинских шљунака (грусева).

У тим материјалима (површинским муљевитим и пешчаним наносима) биће у претежној мери изведени пројектовани мањи ископи на траси.

Део ауто-пута преко барја

На делу у барском терену-барју (од км 5,4 до км 6,7, између насеља Драгомер и Лог и од км 8,7 до км 12,8, између насеља Лесно брдо и Сиња Горица) на тврдој подлози, која је на првом делу претежно од карбонских шкриљаца, а на другом од кречњака и доломита, на почетку сличан састав слојева претежно средње до тешко гњечивих глине, песака и

шљунка, као на делу изван барског терена (барја). Ове већ више или мање консолидоване слојеве материјала прикривају:

- на делу нетипичног барског земљишта од Драгомера до Лог слојеви муља и глина лакогњечиве до текуће конзистенције са тањим површинским слојем органских материјала (хумуса и тресета)

- на делу типичног барског земљишта од Лесног Брда до Сиње Горице међу слојевима лакогњечиве до текуће глине и муља и до 3 м дебелог површинског слоја органских материјала (хумуса, тресета и црнице) налази за ово подручје карактеристична врста материјала, неконсолидован слој водом засићене неконсолидоване високопластичне муљевите глине, назван полжарица. Дебљине тих појединих слојева у сразмери су са дубином тврде подлоге, а местимично су поједини слојеви на гребенима тврде подлоге и испрекидани.

Млађи барски седименти као што је површински слој органских материјала (тресет, црница) и слојеви лакогњечивих и текућих муљевитих глина протежу се до дубине највише 22 м испод терена, док је чврста основа на неким местима и на већој дубини од 55 м.

Типично барско земљиште под оптерећењем у великој мери се стисне и деформише и у хоризонталном правцу. Због тога су услови на нетипичном барском земљишту (без слоја полжарице и до дубине приближно само 14 м) битно повољнији.

Подземна вода на барском земљишту налази се плитко под површином, пошто муљевити и глиновити језерски седименти чине слабо пропустљив слој.

НАЧИН ГРАБЕЊА ДОЊЕГ СТРОЈА

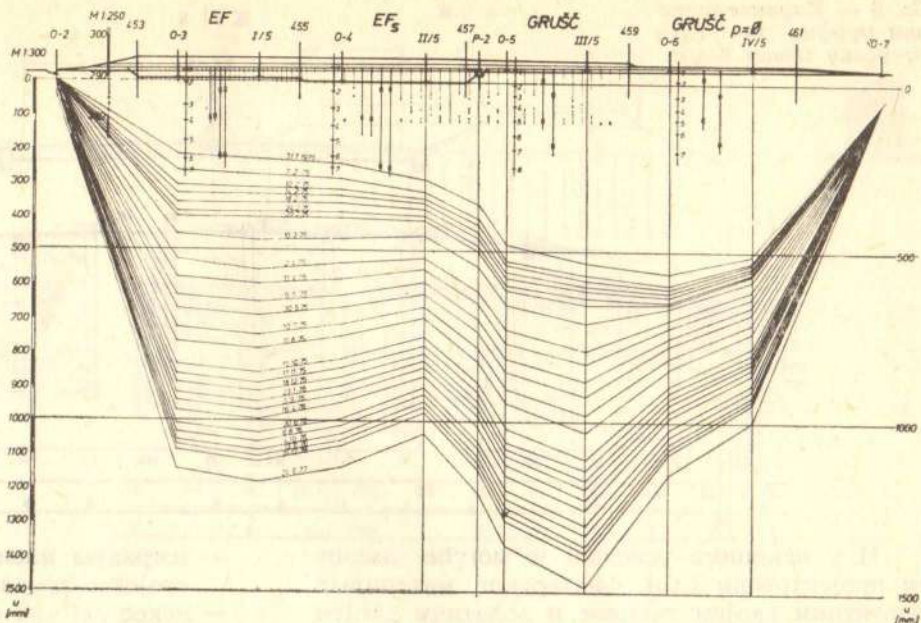
Начини грабења доњег строја на ауто-путу Долги Мост — Врхника у великој су мери прилагођени карактеристикама земљишта. При томе су узете у обзир савремене технолошке могућности исто толико као и дугогодишња искуства при грабењу путева у таквим или сличним теренским условима, а пре свега сазнања стечена израдом и испитивањем пробног насипа.

Израда пробног насипа

На пробном насипу изграђеном 1974. године у дужини 160 м и у попречном пресеку који одговара профилу ауто-пута, за геомеханичке анализе физичких карактеристика описаних барских земљишта, на једном од тежих одсека ауто-пута Долги Мост — Врхника испитане су промене четири врсте доњег строја. Шематски приказ са временским приказом слегања види се на слици 3.

Анализа резултата двогодишњих мерења, особина земљишта и проверених начина изградње доњег строја омогућила је закључке о

Сл. 3 — Уздужни профил пробног насипа код Лога



прикладности на пробном насипу **проверених** поступака грађења у одређеним условима, који су служили као основа за даља одлучивања о грађењу ауто-пута на барском земљишту.

На пробном насипу су мерени: порни притисак, слегање и деформације.

Технологија грађења ауто-пута на барском земљишту у принципу је одређена на основу података о геомеханичким карактеристикама земљишта на подручју трасе ауто-пута, а у време извођења радова допуњавана на основу сакупљених искустава увођењем нових, технички и финансијски повољнијих поступака.

Изградња насипа изван барја

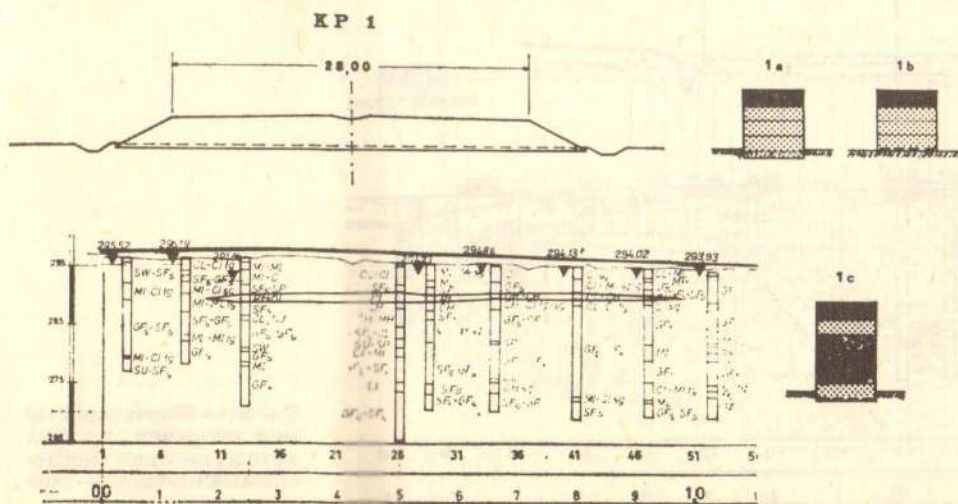
На делу трасе изван барја која обухвата више од половине дужине обрађива-ног одсека ауто-пута предвиђена је изградња насипа, а у претежној мери и сразмерно плитких ископа мање или више класичним начи-ном грађења доњег строја пута са кохерент-ним и каменитим материјалима.

Карактеристични профил изградње насића приказан је на слици 4. Дробљени материјал, предвиђен као насипни материјал, претходно је коришћен за предоптерећење на барском делу барског терена. Филтерски слој, пројектом предвиђен за уграђивање на припремљено земљиште, могуће је заменити и уграђивањем (постављањем) заштитног слоја полипропиленске, полиамидне и полиестерске тканине и одговарајућег додатног слоја каменитог материјала (миниране стене).

Карактеристични попречни профил у усеку приказан је на слици 5.

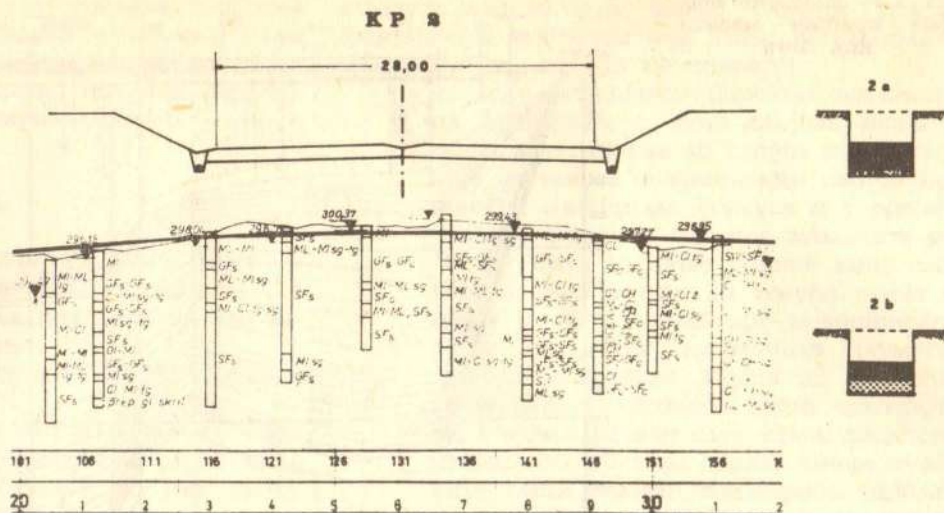
Слојеви каменог материјала у постељници ископа предвиђени су ради постизања:

- условљене минималне носивости на нивоу постељице доњег строја,
- што веће равномерности носивости на постељници доњег строја у усецима, на насипима и на прелазима из усека у насип и обрнуто,
- што мање зависности напредовања радова од временских услова.



Сл. 4 — Карактеристичан попречни профил ауто-пута у насипу изван барја

Сл. 5 — Карактеристичан профил ауто-пута у усеку изван барја



И у ископима успешно је могуће замени-ти пројектовани слој филтарског материјала заштитним слојем тканине и додатним слојем каменитог насипног материјала.

На делу изван барског терена — барја и делу нетипичног барског земљишта на краћим одсецима било је потребно изградити мешовити профил или плитки усек у условима где се завршен слој доњег строја — постелице састоји из различито дебелих слојева органских материјала. У таквим условима предвиђено је уграђивање заштитне полипропиленске тканине и слоја каменитог насипног материјала дебљине 1,0 м испод пројектоване постелице. (слика 6)

Такав начин утврђења односно побољшања доњег строја осигурава брзо консолидовање слојева у тлу и потребну носивост за условљено сабијање надграђеног горњег строја — коловозне конструкције.

Изградња насипа у барју

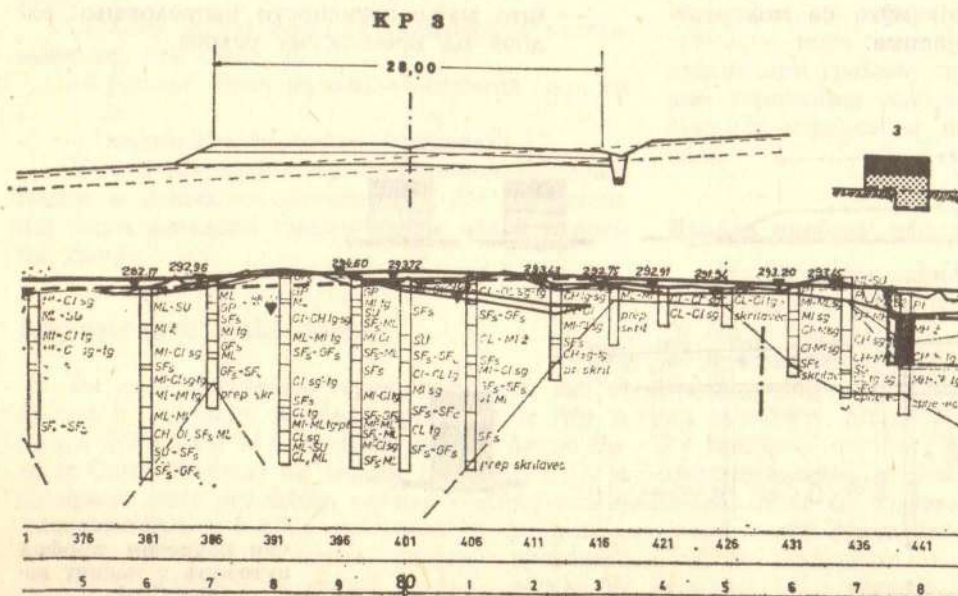
На барском земљишту предвиђени су у основи следећи начини грађења доњег строја:

- изградња насипа непосредно преко постојећег земљишта,
- ископ дебелих слојева органских материјала.

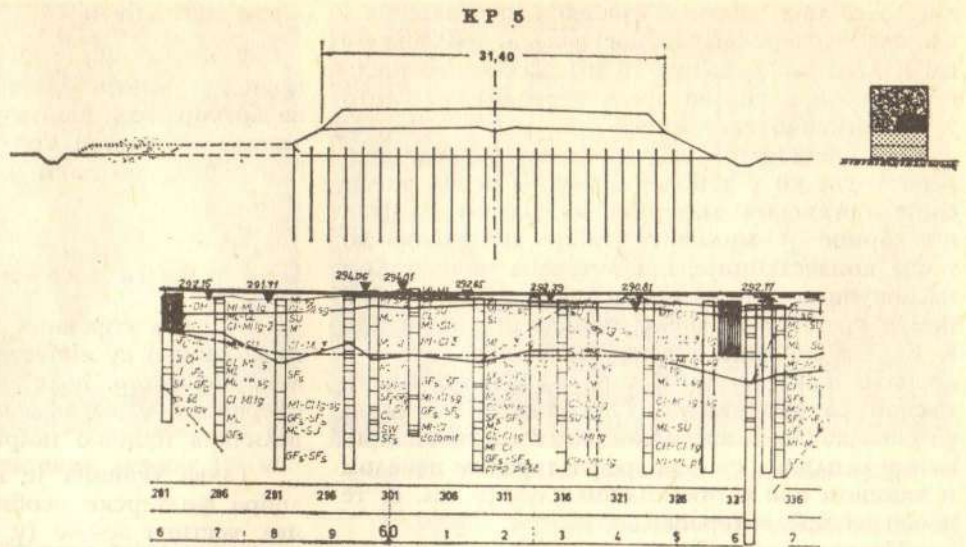
На деоници од Драгомера до Лога, где су особине земљишта повољније, пројектом је предвиђена изградња насипа, према поступку приказаном на слици 7, који се састоји у изградњи насипа са постојећим бочним насипом, вертикалним дренажама и предоптерећењем.

Постојећи насип напуштене железничке пруге, на који се левим боком ослања насип ауто-пута, одговарајућим проширењем служиће као леви бочни насип. На десној страни у непосредној близини налази се паралелно са трасом ауто-пута постојећи магистрални пут, па због тога, на десној страни, није потребно осигурање стабилности додатним бочним насипом.

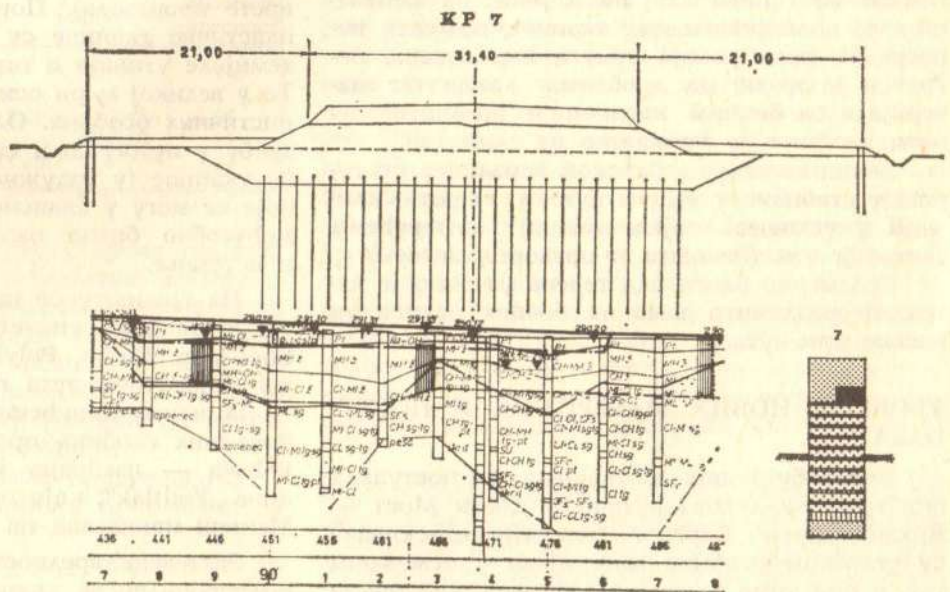
Између км 8,740 и 9,800, где су слојеви органских материјала — хумус тресета и црнице — дебели приближно 2 до 3 м, предвиђен је ископ тих слојева, како би се деформације насипа свеле на прихватљиве границе. У ту сврху требало би да послуже и уграђене вертикалне



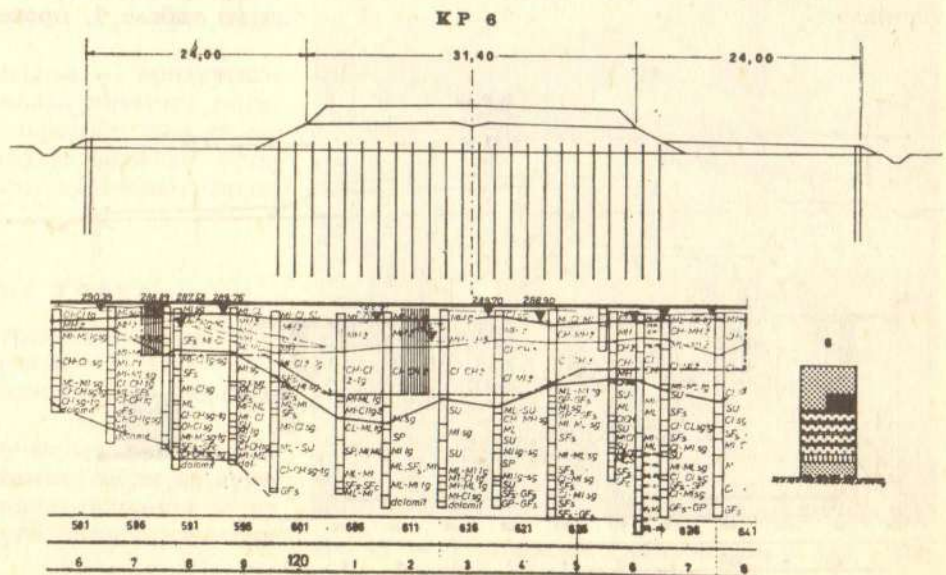
Сл. 6 — Карактеристичан попречни профил ауто-пута на небарском земљишту — мешовити профил



Сл. 7 — Карактеристи-
чан попречни профил
ауто-пута на нетипич-
ном барском земљиш-
ту



Сл. 8 — Карактеристи-
чан попречни профил
ауто-пута на типич-
ном барском земљиш-
ту



Сл. 9 — Карактеристи-
чан попречни профил
ауто-пута на типич-
ном барском земљиш-
ту

дренаже, лаки насип изграђен као сендвич од слојева електрофилтарског пепела дебљине 30 цм и дробине дебљине 10 цм са бочним насипима као и насип за предоптерећење, као што је то видљиво са слике 8.

На преосталом делу типичног барског земљишта, где се у темељном тлу — испод тањег слоја органских материја — налазе слојеви полжарице и муљевити глине пластичне до течне конзистенције, пројектована је изградња насипа на начин приказан на карактеристичном попречном профилу, приказаном на слици 9. Карактеристике тог профила су вертикалне дренаже у подручју насипа ауто-пута, бочни насипи са вертикалним дренажним застором уз спољашње ивице, лаки насип изграђен применом сендвича са електрофилтарским пепелом и каменом као у претходном случају (сл. 8) те насип за предоптерећење.

На одсеку од Дреновог грча до Лигојне, где се под слојевима органских материјала налази само тањи слој полжарице, на заштитни слој полипропиленске тканине, положен непосредно преко слоја хумуса или бусена, изграђен је насип од дробљеног каменитог материјала са бочним насипом и предоптерећењем, као што је приказано на слици 10.

Бочни насипи на барском земљишту осигуравају стабилност насипа ауто-пута против клизања у условима најнеповољнијег оптерећења темељног тла (насипом и предоптерећењем).

Сразмерно благи пад терена условио је изградњу различито високих бочних насипа уз насипе ауто-пута.

УВОЂЕЊЕ НОВИХ МАТЕРИЈАЛА И ПОСТУПАКА

Употребу нових материјала и поступака при грађењу делова ауто-пута Долги Мост — Врхника преко барског земљишта изискивале су углавном особине материјала у темељном тлу, а при томе је садржај воде — као битни елеменат смањења носивости материјала — условљавао употребу посебних, до сада мање познатих грађевинских поступака и нових материјала.

Нови материјали

У већем обиму у путоградњи код нас су први пут употребљени пластични материјали за дренарање и заштиту и отпадни материјали термоелектрана и топлана — електрофилтарски пепео, као лаки материјали за израду насипа.

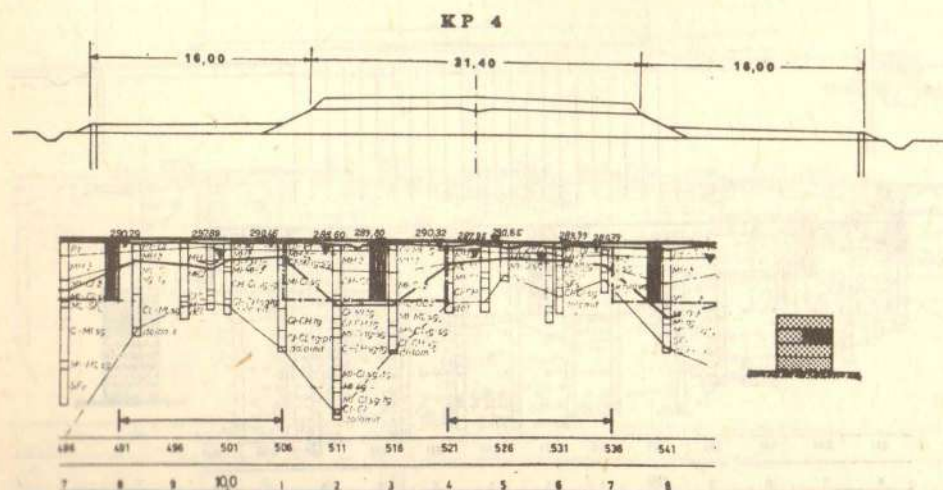
Пластична тканина

Основна сировина за производњу пластичних тканина су синтетичка влакна (полипропилен, полиестер, полиамид), посебно поступком прерађена у слој односно траку одређених величина (обично ширине 2 или 4 м).

Таква тканина је водопропустљива, а има добре филтерске особине за задржавање ситних честица земље (у зависности од дебљине слоја односно тежине на јединицу површине, која се обично употребљава и за означавање врсте производа). Поред поменутих особина, пластичне тканине су по правилу отпорне на хемијске утицаје и штетна дејства смрзавања. То у великој мери осигурава трајност карактеристичних особина. Од битног значаја за употребу у путоградњи су велике затезне чврстоће тканине (у уздужном и попречном смислу, које се могу у зависности од поступка израде међусобно битно разликовати), сила цепања и истезање.

На тржишту се налази више познатих врста тканина од синтетичних влакана (Colband, Sodospun, Bidim, Polyfelt, Trevira). При грађењу делова ауто-пута преко барског земљишта — на основу понуђених узорака, односно установљених особина производа домаћих произвођача — изабрана је полипропиленска тканина „Politlak“, коју производи Товарна филца Менгеш приказана на слици 11.

Захтеване вредности за основне особине полипропиленске тканине одређене су на основу страних искустава, техничких услова и техничких података страних произвођача, пре избора домаћег произвођача. Као што произлази из табеле 1, просечне вредности испитива-



Сл. 10 — Карактеристичан профил ауто-пута на типичном барском земљишту



Сл. 11 — „Политлак“ у свитцима дужине 150 м'

Табела 1

Врста испитивања	Јединица	Захте- вана вредност	Устано- вљена просечна вредност
— маса тканине	g/m ²	(400)	445
— дебљина тканине	mm	—	4,2
— затезна сила	kp/5 cm	59—80	66
— сила цепања	kp	17—23	15
— затезна сила споја	kp/5 cm	—	93

них особина узорака узетих у време грабења налазе се у границама постављених захтева.

Статистичка обрада резултата контролних испитивања полипропиленске тканине показала је, да су установљене вредности у границама двоструке стандардне девијације (95%), што представља задовољавајућу хомогеност произведене, односно уграђене тканине.

Траке тканине је могуће продужавати:

- преклапањем (у ширини приближно 50 цм)
- заваривањем (преклоп у ширини 15 до 20 цм)
- ушивањем (преклоп у ширини приближно 10 цм).

Најекономичније је ушивање, које је било претежно употребљено на делу ауто-пута Долги Мост — Врхника.

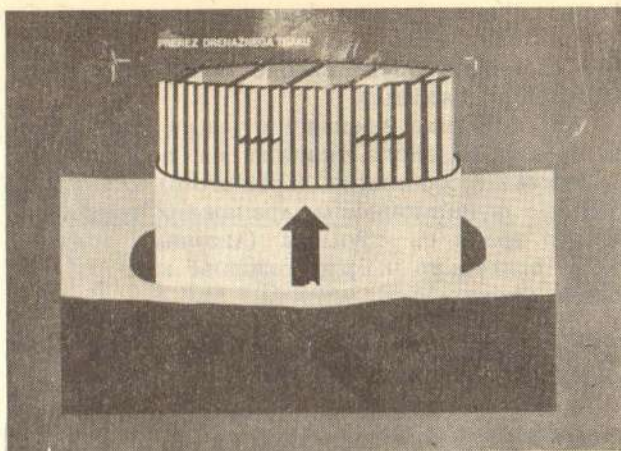
Захтев за квалитет спајања — продужавања ушивањем није условљавао квалитет нити, већ само једнаку затезну чврстоћу која се захтева за тканину. Као што је видљиво, установљене просечне вредности одговарају захтевним.

Пластичне дренажне траке

Пластичне дренажне траке се састоје од:

- полиетиленског језгра и
- полипропиленске тканине као обавијајућег слоја.

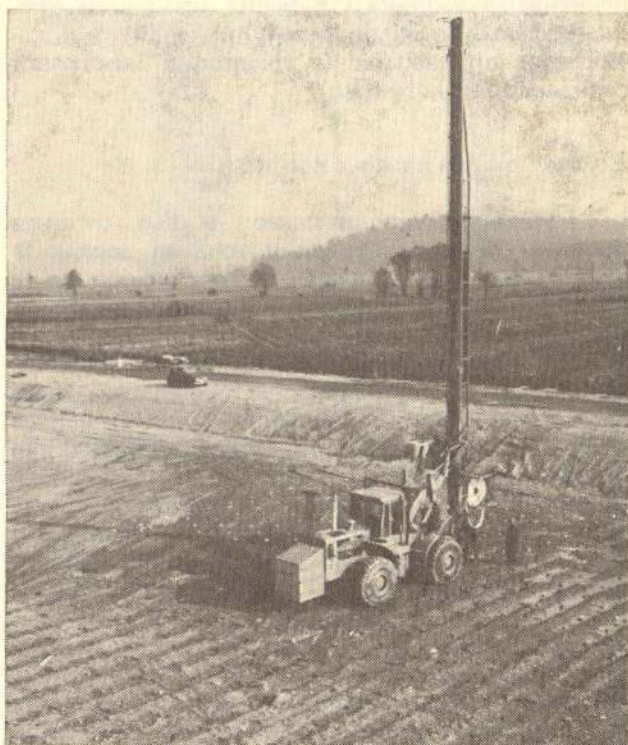
Пресек пластичне дренажне траке, каква је била уграђивана у претежној мери на ауто-путу Долги Мост — Врхника, приказан је на слици 12, а начин њеног уграђивања на слици 13.



Сл. 12 — Пресек пластичне дренажне траке

Пешчане вертикалне дренаже (Sandwich) и различити облици картонских дренажних трака у путоградњи употребљавају се већ дуже време. И најљебљена пластична језгра обавијена посебним папиром (Geodrain) била су већ успешно употребљена за дренажање — исушивање претежно пешчаних материјала.

Извршена испитивања постојаности обложеног папира у води показала су проблематичну функционалност таквих дренажних трака (Geodrain), уколико постоји могућност већих померања расквашеног обложног папира. При слегањима, као што су предвиђена на типичном барском земљишту (преко 1,3 м већ у фази предоптерећења, тј. у време грабења) жљебови пластичног језгра — због искиданог обложеног папира — могли би се зачепити земљиним материјалом у толикој мери, да би основни вертикални дренажни систем већ у



Сл. 13 — Уграђивање дренажне траке (до дубине 15 м)

фази грабења престао функционисати, што би могло имати врло тешке последице (дуготрајније слегање у време експлоатације пута и неравномерно слегање).

За обављање дренажног језгра употребљена полипропиленска тканина са побољшаним механичким особинама (apreturom) осигурава трајније функционисање дренажних трака, нарочито трака са шупљим (двојним) језгром, где је осигурано и брже отицање воде из дренажне траке.

Постављени квалитетни захтеви и контролним испитивањима установљене особине шупљих дренажних трака приказане су у табели 2.

Табела 2

Врста испитивања	Јединице	Захтевана вредност	Установљена просечна вредност
1. Полиетиленско језгро			
— маса	g/m ¹	225—275	264
— ширина	mm	83—87	82
— дебелина (укупна)	mm	10—10,5	10,4
— затезна сила (укупна)	kp	500—800	814
— растезање	%	>25	34
2. Полипропиленска тканина			
— маса	g/m ²	378—462	413
— дебелина	mm	3—4	3,2
— садржај апретуре	%	10—20	12,7
— затезна сила	kp/5 cm	>50	115
— затезна сила споја	kp	>30	37

Статистичка обрада резултата контролних испитивања узорака уграбених дренажних трака показала је задовољавајући квалитет и хомогеност производње (у границама двостраног стандардног одступања).

Електрофилтарски пепео

Електрофилтарски пепео — као отпадни производ термоелектрана и топлана досада је представљао за произвођаче трошак јер га је било потребно депоновати односно одлагати на уређена места.

Као лаки грађевински материјал са бољим или лошијим пучоланским особинама (које зависе пре свега од сировине — угља) већ се дуже време употребљава и у путоградњи као везиво (самостално или са додатком креча) за стабилизовање кохерентних, и пре свега, ситнозрних каменитих материјала, а исто тако и као лаки материјал за насипе који временом веже и очврсне.

За досадашње мање употребе у путоградњи електрофилтарски пепео је био мање или више увек на располагању у практично неограниченим количинама и бесплатно. Но, кад се указала могућност (и потреба) корисне употребе већих количина електрофилтарског пепела за грабење насипа за ауто-путеве — а

тима и у немалом обиму и заштита околине — вредност тог материјала порасла је до границе, која је иначе уобичајена за посебним поступцима изграбене грађевинске материјале.

С обзиром на различите изворе (Топлана Љубљана, Термоелектрана Трбовље и Шоштањ) за електрофилтарски пепео је постављен само један квалитетни захтев: мора бити уграђиван обичним поступком.

Нови поступци

Увођење нових поступака у немалој мери условљено је било употребом већ поменутих, код нас мање или више нових, путнограђевинских материјала.

Вертикално дренирање темељног тла

Вертикално дренирање материјала у темељном тлу било је изведено пешчаним дренажама Sandwick већ 1971. године под прикључним насипом на вијадукт Верд, где се исто тако налазе типични барски материјали. Поступци се разликују у томе што су пешчане дренаже биле уграбене у бушотине, док су пластичне дренажне траке уграђиване посебним прикључцима до дубине 15 м, колико износи највећа дужина шупљег ножа за утискивање.

Нови поступак омогућава пре свега знатно брже уграђивање вертикалних дренажних трака, а и сигурније функционисање дренажа због тога што обод бушотине уз дренажну траку остаје мање сабијен него у бушотини. То омогућава лакше отицање воде из земљаних материјала у дренажни систем.

Мишљења сам, да у вези с тим неће бити сувишан кратак приказ значаја односно сврхе вертикалног дренирања одређених слојева материјала у темељном тлу.

Као што је већ поменуто, у поглављу које се односи на израду застора у барју, на барском земљишту под површинским слојевима органских материјала налазе се слојеви полжарице и пластичне до течне муљевите глине. Садржај воде у тим материјалима је ванредно велик: тресет садржи 100 до 370 теж. % (на тежину сувог материјала), полжарица 60 до 120 теж. % и муљевита глина 40 до 70 теж. % воде. Тако велика садржина воде у материјалима у горњим слојевима темељног тла смањује чврстоћу на смицање тих материјала у таквој мери, да су оне практично без носивости, при оптерећењу се брзо деформишу и ломе због нарушавања равнотеже.

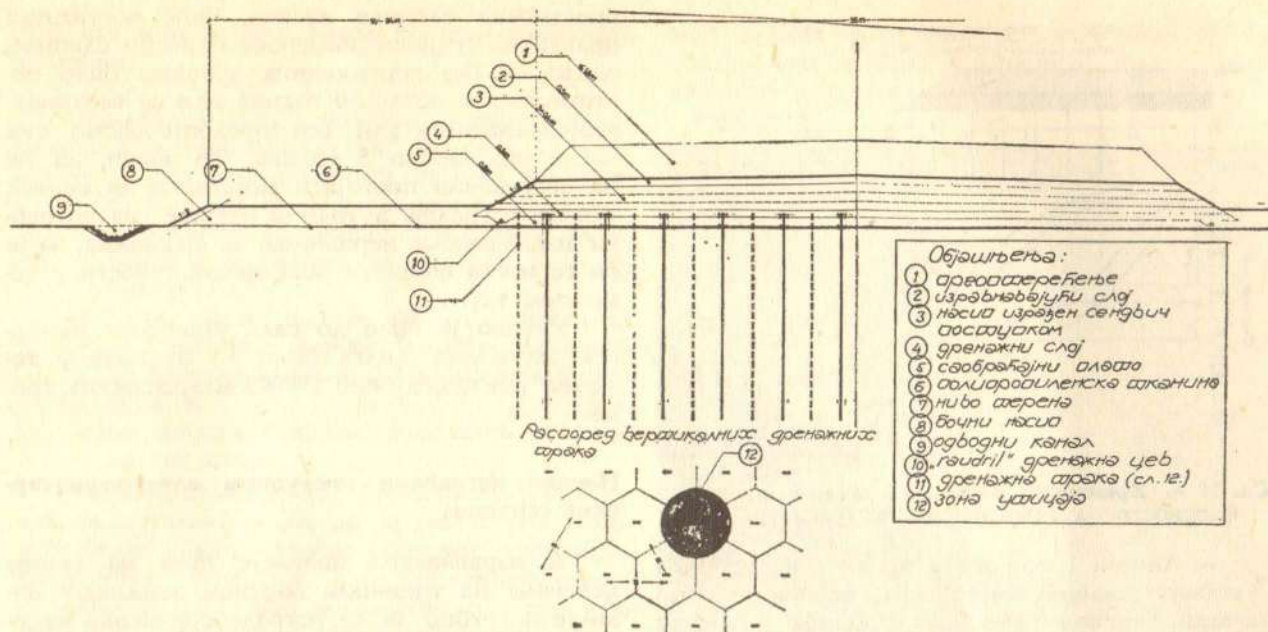
Чврстоћа на смицање земљаних материјала одређује се једначином

$$\tau = c + (\sigma_n - u) \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

где значе:

— c = кохезија земљаног материјала

— σ_n = нормални напон у земљаном материјалу



Сл. 14 — Попречни пресек путног насипа на барском терену са распоредом вертикалних дренажа

- u = порни притисак у водом засићеном земљаном материјалу
- φ = угао унутрашњег трења у земљаном материјалу.

У случају великих порних притисака, који се одмах после оптерећења водом засићеног земљаног материјала (као што је то пример на барском земљишту) уравнотеже са нормалним напонима у таквом материјалу, чврстоћа на смицање земљаног материјала практично у потпуности зависи од кохезије. Кохезија је, међутим, код засићених кохерентних материјала исто тако минимална (износи приближно $0,1 \text{ кп/см}^2$), па су због тога такви засићени земљани материјали у темељном тлу врло деформабилни и у њима брзо настају ломови тла.

Вертикалним дренажама је могуће — због скраћења путева отицања — битно убрзати процењивање воде из водом засићених земљаних материјала. Тиме се смањују порни притисци у земљаном материјалу. То условљава повећано унутрашње трење и побољшава кохезију земљаног материјала.

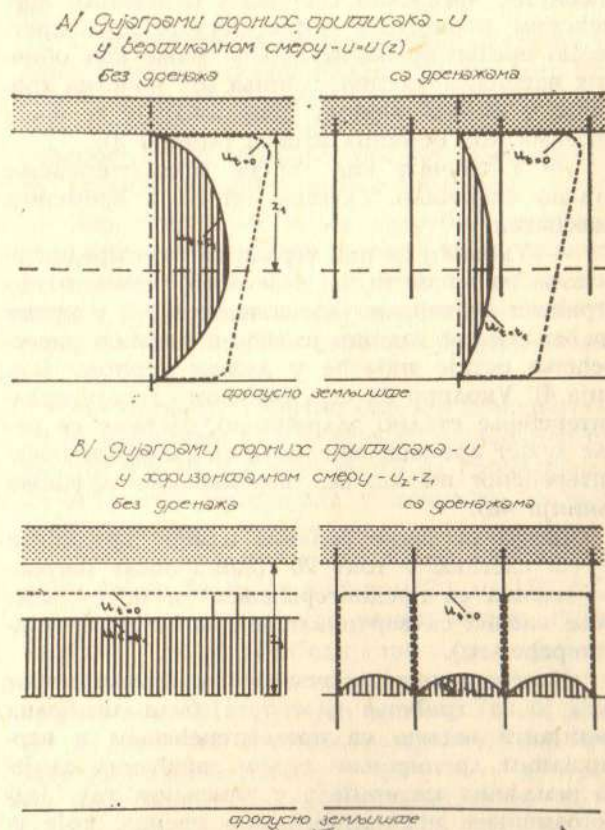
Распоред вертикалних дренажа видљив је на слици 14. Размак између појединих дренажа биран је између 1,25 до 2,00 м. У случају потребе за већи размак изабрана је другачија технологија грађења насипа.

Изабрани размак између дренажа треба да осигура консолидацију темељног тла у предвиђеном трајању предоптерећења = 1 година под одређеним оптерећењем, које је променљиво због различите висине = тежине насипа и тежине предоптерећења.

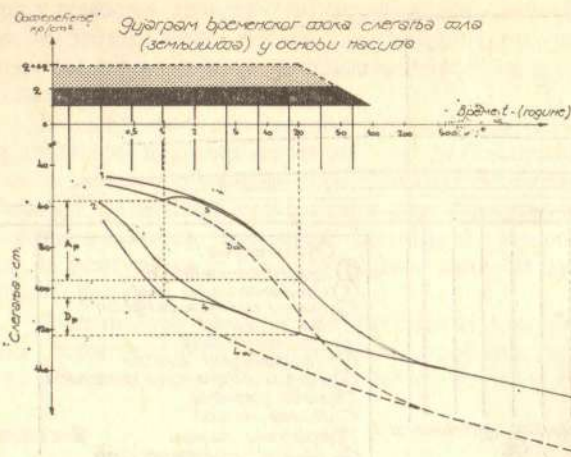
Шематски приказ смањења порних притисака у слојевима земљаних материјала са уграђеним вертикалним дренажама — у поређењу са недренираним слојевима земљаних материјала — приказан је на слици 15. Дијаграми

распореда порних притисака очигледно показују обим побољшања прилика у вертикално дренираним слојевима земљаних материјала.

Временски распоред слегања насипа на барском земљишту и случај вертикалног дренирања темељног тла и предоптерећења насипа шематски је приказан на дијаграму на слици 16.



Сл. 15 — Дијаграми порних притисака у кохерентним земљаним материјалима



Сл. 16 — Временский распад оседания насыпи в зависимости от технологического метода строительства

— Линия 1 показывает временный распад оседания классическим методом строительства на типичном барском земельном участке. Оседание в первые годы после строительства является сравнительно небольшим, а уменьшается только после приблизительно 50 лет.

— В случае, когда под таким насыпью выполняется вертикальное дренирование основного грунта, начальное оседание было бы несколько больше, а продолжалось бы дольше и в конце имело бы несколько больший объем (линия 2).

— Если насыпь (без вертикального дренирования основного грунта) дополнительно еще подвергается извращению, то несколько больше оседание, прежде всего, в начале (сразу после завершения строительства относительно еще в период строительства). Временные абсолютные значения оседания в определенных временных периодах после завершения строительства примерно соответствуют оседаниям насыпей меньшего объема обычных насыпей, а суммарное оседание (с начала строительства) в течение периода приближается к значениям оседания обычных насыпей (линия 3).

— В случае, когда бы еще подвергалось постоянное задержание, оседание было бы с течением времени увеличивалось.

— Если насыпь (без вертикального дренирования основного грунта) дополнительно еще подвергается извращению, то несколько больше оседание, прежде всего, в начале (сразу после завершения строительства относительно еще в период строительства). Временные абсолютные значения оседания в определенных временных периодах после завершения строительства примерно соответствуют оседаниям насыпей меньшего объема обычных насыпей, а суммарное оседание (с начала строительства) в течение периода приближается к значениям оседания обычных насыпей (линия 3).

Битна је дакле разлика између вредности A_p (= оседание в течение 20 лет после строительства насыпи с подвержением) и D_p (= оседание насыпи с вертикальным дренажом и подвержением).

Наведено образложение ясно показује због чега је за грађење ауто-пута била изабрана варијанта насыпи са подвержением и вертикалним дренирањем водом засићених слојева земљаних материјала у темељном тлу. Једногодишњим подвержением насыпи, које укључује и пројектовану тежину горњег строја (44 цм), саобраћајно оптерећење (30 цм) и

предвиђено слегање насипа, биће постигнута практично једнака збијеност односно слегање, какво би без вертикалних дренажа било постигнуто тек после 50 година или са вертикалним дренажама али без подвержења тек после приближно 5 година. То значи, да ће на овај начин постојати могућност да се већ у фази изградње ауто-пута изврше сва потребна изравнавања неравнина на насипима, која би се могла појавити због нехомогености у темељном тлу.

Укупно је било до сада уграђених на одсеку ауто-пута Долги Мост — Врхника у темељна тла приближно 590000 м дренажних трака.

Насипи изграђени поступком електрофилтарског сендвича

За изравнавање нивелете пута на неким деловима на типичном барском земљишту било је потребно да се изграде сразмерно високи насипи. И ископ површинских слојева органских материјала веће дебљине, који би могли проузроквати несразмерно велика слегања, условљава уграђивање насипних материјала у већим дебљинама. Пошто карактеристике постојећих материјала у темељном тлу показују да водом засићени материјали не би били способни да преузму таква оптерећења, која изазивају — стварају класични материјали за изградњу насипа, а да се при томе не појави опасност рушења — узимајући у обзир и потребно и корисно подвержење насипа, било је потребно изабрати што лакше материјале за насипање.

Електрофилтарски пепео, са сувом запремином тежином 1,0 до 1,2 т/м³ показао се као најповољнији материјал, поготову што се располагало потребним количинама за насипе (приближно 180000 м³).

Поступак изградње електрофилтарског сендвича, тј. наизменичних слојева од 30 цм електрофилтарског пепела и 10 цм дробине, био је изабран пре свега ради осигурања делимичне флексибилности насипа. Слегање насипа на слабо носивом тлу по правилу је приближно двоструко веће у осовини насипа него на ивицама. Такве разлике у слегањима могле би угрожавати стабилност, јер би код предвиђеног слегања у осовини насипа, на пример 120 цм, слегање на ивици насипа било око 60 цм. Толика разлика између ивица и осовине сигурно би проузроквала веће напрслине у доњим слојевима насипа, а тиме непожељна односно опаснија померања.

Како је везани слој електрофилтарског пепела отпоран против мржњења, изградњом насипа од електрофилтарског сендвича, поред сразмерно врло добре носивости, осигурана је безбедност против деформација односно промена које иначе проузрокује смрзавање са свим пратећим појавама у различитим материјалима. А то значи, да је у таквим условима могуће изградити одговарајуће сразмерно тању коловозну конструкцију.

Заштита минералних смеша полипропиленском тканином

Основна намена уграђеног слоја полипропиленске тканине „политлак“ је

- да раздвоји површински слој земљишта (тла) од слоја невезаног каменог материјала и да спречи утискивање кохерентних земљаних материјала у минералну смесу
- да на доњој ивици затезне зоне слоја од невезаног материјала преузме затезне напоне, односно да делује као арматура, и
- да олакша отицање воде која продире до тог слоја.

У датом примеру, где је носивост темељног тла била толико мала, да је био скоро немогућ било какав превоз обичним превозним средствима, уграђени слој полипропиленске тканине је спречавао продирање односно утискивање кохерентних земљаних материјала у 50 до 60 цм дебели слој хумусног материјала, који је због сачуваног унутрашњег трења могао цело време служити као коловозна површина за градилишни саобраћај (слика 17).

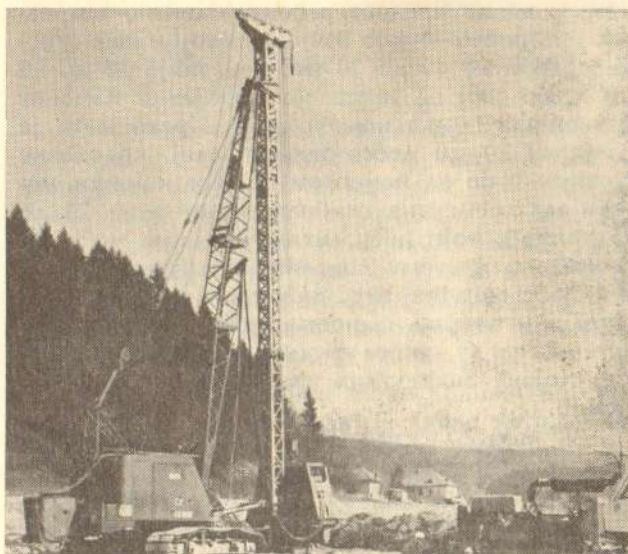


Сл. 17 — „Политлак“ постављен непосредно на природни терен испод слоја од каменог материјала који служи као привремени коловоз

Са том намером досада је било уграђено приближно 450000 м² полипропиленске тканине. При томе је подједнако значајна способност задржавања финих честица и пропуштање воде с једне стране и ванредна еластичност односно истезање полипропиленске тканине, која се ванредно добро прилагођава неравнинама на подлози и коју при нормалним радним условима није могуће исцепити односно пробušити.

За осигурање стабилности и убрзање односно смањење слегања прикључних насипа веће висине на објекте (надвожњаке и путњаке) употребљено је појачање насипа израдом стојећих шљунчаних шипова. Овакви шипови преносе тежину насипа кроз мека, слабоносећа барска земљишта најбоље носеће слојеве песка и шљунка, тврде кохерентне земљане материјале или на стеновиту основу. Израда

вертикалних шљунчаних шипова изведена је утисавањем дробине у утиснуте оплатне цеви, као што је приказано на слици 18.



Сл. 18 — Израда (уграђивање) вертикалних шљунчаних шипова

Остало

Слегања која би настала због распадања органских материјала у површинским слојевима хумуса у упоређењу са слегањима због консолидације темељног тла на поменутој деоници ауто-пута су минимална, односно безначајна.

С друге стране, корен бусена и других биљака ствара у површинском слоју арматуру, која има посебан значај у почетном раздобљу консолидације земљишта, док је оно због засићености још најмање носиво односно док му је чврстоћа на смицање најмања.

Због тога је на већем делу била положена полипропиленска тканина непосредно на постојећи површински слој (хумус или бусен) а слично је уграђен и слој камена насипног материјала као темељни слој под бочним насипима.

На подручју типично барског земљишта били су изграђени — као што је видљиво из слика 7, 8, 9 и 10, а у зависности од карактеристика земљаних материјала у темељно тле и тежим насипима (оптерећење темељног тла) — једнострано или обострано бочни насипи у ширини 16 до 24 м, са висином 70 до 110 цм, и нагибом према спољној ивици. Сврха бочних насипа је да се обезбеди стабилност предоптерећених насипа односно заштити темељно тло против лома. Истој сврси требало би да послужи и дренажни застори, разграђени вертикалним дренажама дубине 4 до 8 м, у два реда, на међусобној удаљености приближно 150 цм и размаком међу дренажама у једном реду приближно 150 цм на крајњој спољашњој ивици бочних насипа.

Због очекиваних неравномерних слегања насипа у време предоптерећења, односно изградње, предвиђен је као завршен слој доњег строја, првобитно 10 до 20 цм, а касније 30 до 40 цм дебео слој од неvezаног дробљеног каменог материјала (доњи носећи слој). Преко њега је изграђен 20 цм дебео носећи слој коловозне конструкције од цементом везаног каменог материјала (цементна стабилизација, $\sigma_7 = 25$ до 35 kp/cm^2), који ће у датим условима моћи да оптимално преузму локална критична напрезања (због могућег неравномерног слегања подлоге) а и напоне смицања због саобраћајних оптерећења (у првим фазама изградње, док буду слојеви асфалтних смеша још сразмерно танки).

За раздобље првих 5 година предвиђена је израда привременог коловозног застора који се састоји од носеће асфалтне мешавине од битуменизиране дробине у дебљини 6 цм. Такав систем изградње коловозне конструкције изабран је како би била у случају неочекивано великих неравномерних слегања још увек могућа одговарајућа изравнавања возне површине са носећим асфалтним мешавинама, која је довољно отпорна против пластичног деформисања.

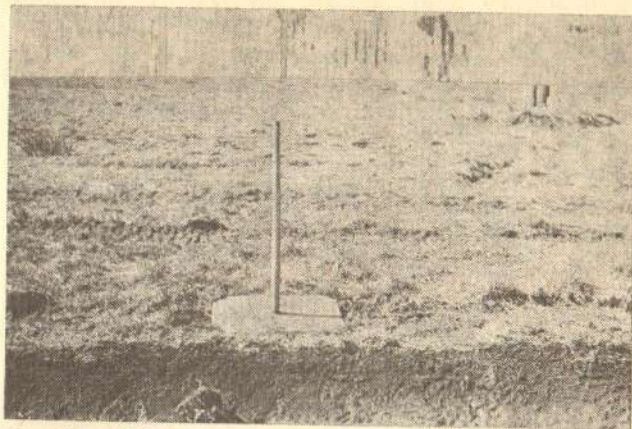
Као даља фаза изградње предвиђа се уграђивање два слоја асфалтног бетона (у дебљинама по 4 цм): први, приближно после 5 година, а други после 10 година након пуштања ауто-пута у саобраћај.

КОНТРОЛА ИЗГРАДЊЕ

Контрола изградње деонице ауто-пута Долги Мост — Врхника обухвата:

— контролу квалитета и контролу праћења примењених поступака грађења.

Контролу квалитета изведених радова обавили су:

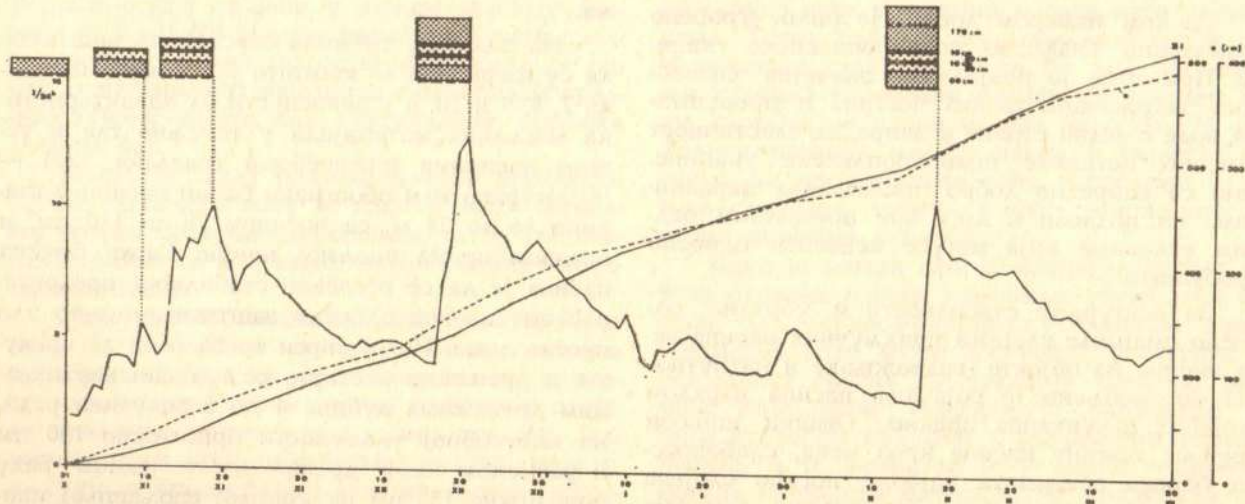


Сл. 19 — Припремљена мерна плоча за вертикална померања

- извођачи радова (СГП „Словенија цесте“, СГП „Приморје“ и ГИП „Градис“) текућим испитивањима и
- инвеститор радова контролним испитивањима која је највећим делом уговором предао Заводу за разискаво материјала и конструкциј у Љубљани, а нека испитивања у другим овлашћеним организацијама (Лабораториј за механику тал при ФАГГ, Водоградбени лабораториј, Институт за текстилно технологију при ФНТ).

Контролно праћење поступака и ток извођења радова обавио је за рачун инвеститора Геолошки завод из Љубљане.

Код ових контролних мерења од битног је значаја брзина слегања насипа која условљава ток радова, јер одражава промене у темељном тлу. Плоче за слегање (слика 19), уграђене — у зависности од услова у темељном тлу и попречног профила — на 3 до 7 места (претежно на сваких 40 до 80 м трасе) омогућавају да се редовним геодетским мерењима висина прате слегања насипа. Тек кад се установи одређено умирење слегања могуће је почети с насипавањем следећег слоја. У супротном, постојала би опасност да због превеликог оптерећења настане лом у тлу.



Сл. 20 — Временски дијаграм истицања воде кроз вертикалне дренажне траке из барског земљишта

Контролна мерења истека воде из вертикалних дренажа показују добро слегање са измереним слегањима над дренажама. Из дијаграма на слици 20 уочава се изразито повећање слегања (и истека воде) у фази оптерећивања насипа (уграђивања следећег насута слоја) и полагањем умиривање након неколико дана.

Измерена укупна слегања насипа (и количина истиснуте воде из вертикалних дренажа) показују добро слегање са израчунатим вредностима.

ЗАКЉУЧАК

При досадашњем грађењу путева Љубљанског барја примењена је већина познатих поступака. Као што показују ископи (у непосредној близини постојећег магистралног пута и новог ауто-пута) већ су Римљани познавали значај везаних доњих носећих слојева. Веза греда, непосредно на носећем барском земљишту, у датим условима, сигурно представља оптимално решење; надграђени слој пешчаног материјала ипак омогућује исцеђивање истиснуте воде испод коловоза. Сличној намени, као веза града, служи и касније употребљени односно уграђени слој грања, местимично и балвана. Код свих поменутих поступака слегање је било прилично равномерно али дуготрајно, што је условљавало стално дограђивање насипа. Пре свега, у последњим годинама, при грађењу неких виших насипа за путеве на типичном барском земљишту употребљена је шљака односно згура, које у бити представљају лаки грабевински материјал, који је омогућавао да критички смичући напони у земљишту не буду превазиђени, а да и ток слегања темељног тла под тим насипима буде сразмерно повољан. Уколико је пак чврстоћа на смицање у

темељном тлу због преоптерећења тежином насипа била превазиђена, долазило је до лома тла. Текуће или лакогњечиво земљиште у темељном тлу-тежи насипни материјал је изривао, док се не би спустио — потпуно до носећих слојева земљаних материјала у дубљим слојевима. Тако се често дешавало, да би до сути каменити материјал преко ноћи потпуно потонуо у барје.

Поступак, примењен овога пута, темељи се на убрзаном исушивању — дренажању водом засићених земљаних материјала вертикалним дренажним тракама (и максимално дозвољеним оптерећењем — предоптерећењем), које, поред повећаног унутрашњег трења и кохезије земљаног материјала и својом затезном чврстоћом знатно доприносе побољшању смичућих карактеристика земљаних материјала.

Често употребљаван назив „пливајући“ пут за употребљени поступак је мање погодан но за било који досада. Убрзано изучавање типичног барског материјала према предвиђањима већ у фази изградње осигураће темељење насипа ауто-пута на сразмерно исушеном, а пре свега битно боље носећем земљаном материјалу, што се досада употребљаваним поступцима постизало тек након неколико десетина година.

С обзиром на специфичност и обим проблематике грађење деонице ауто-пута Долги Мост — Врхника сигурно представља за нашу путоградњу значајан ниво. Стечена искуства користиће се ускоро при изградњи још тежег дела јужног обилазног пута око Љубљане од Козарије до Лаврице. При томе не би смела изостати претходна темељна анализа досадашњих успеха — али и неуспеха при изградњи грађење одсека ауто-пута Долги Мост — Врхника, а нарочито при грађењу потребних објеката.

Нова истраживања из области аеродромских застора

БРАНИСЛАВ КРСМАНОВИЋ, ДИП. ИНЖ.

УВОД

Пошто аеродромски застори морају да испуне посебне функционалне и технолошке захтеве, они се доста разликују од коловозних застора на путевима. Због тих специфичности аеродромских застора неопходна су посебна истраживања у тој области. У истраживањима се нарочито улаже у САД, земљи са најразвијенијом мрежом ваздушних пристаништа, највећим обимом ваздушног саобраћаја и производњом ваздухоплова. Америчка управа цивилног ваздухопловства (US Federal Aviation Administration) објавила је почетком ове године опсежан програм истраживања за период од 1978. до 1983. године која обухватају: пројектовање, експлоатацију и одржавање аеродромских застора.

Овај програм је интересантан и за наше стручњаке који се баве аеродромском проблематиком, посебно због тога што је наша земља значајан градитељ аеродрома ван Југославије и што већину тих аеродрома пројектују наши стручњаци. У табели 1 приказан је календарски план ових истраживања.

ПРОЈЕКТОВАЊЕ ЗАСТОРА

Истраживачки програм из ове области је наставак постојећег из 1971. године ради утврђивања вишег ступња пројектантских критеријума и стандарда. Садржи у себи развој нове методологије пројектовања, тестирања и прорачуна, а на основу резултата достигнутих до 1977. године. Оцењује се да је у поступку димензионисања застора са еластичним слојевима достигнут ниво са поузданошћу резултата од око 70%.

Циљ наредних истраживања је да се добије ниво поузданости од око 90% како би се са што већом сигурношћу прихватили авиони и саобраћајни захтеви до 2000 године. С обзиром на обимност ових истраживања иста се изводе у заједници са више сличних стручних

организација и владиних тела. Главни правци истраживања су следећи:

ИСТРАЖИВАЧКЕ ОБЛАСТИ	Планирана истраживања по годинама						
	раније	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Пројектовање							
— Потврђивање прорачуна вишеслојних еластичних система	x	x	x				
— Универзално пројектовање застора				x	x	x	x
— Студија експанзивних тла	x	x	x				
— Заштита застора од мраза	x	x	x	x	x	x	x
— Цемент за засторе	x	x	x				
— Општећења застора услед замора за велики број прелаза				x	x		
— Модел за анализу у аеродромском саобраћају			x	x			
— Међусобно принањање слојева у застору							
Материјали и грађење							
— Употреба материјала из коловоза после обраде	x	x	x				
— Критеријуми за сабијање		x	x	x			
— Пренос оптерећења преко бетонских спојница		x	x				
— Геотехничке тканине и њихова примена		x	x	x			
— Кречом стабилизовања тла		x	x				
— Обележавање менаварских површина		x					
— Рефлектовање пукотина			x	x			
Опти и истраживања							
— Неразарајућа испитивања за лаке авионе		x	x				
— Методе на бази вибрационих уређаја	x	x	x				
— Методе на бази дефлексија	x	x					
— Методолгија прегледа стања застора		x	x	x	x		x

Сл. 1 — Израда бетонског застора на аеродрому финишером са клизајућом оплатом.



Потврђивање прорачуна за засторе са еластичним слојевима неразарајућим тестовима (без лома конструкције).

Испитивања ће бити извршена на флексибилном застору једног новог аеродрома пројектованог за тешке транспортне авионе. Резултати испитивања за време стварне експлоатације биће упоређивани са теоретским вредностима ради потврде пројектних захтева. Слично испитивање биће касније извршено и за цементно-бетонски застор.

Теорија вишеслојних еластичних застора

Ову теорију треба уврстити у методе пројектовања аеродромских застора. Она се односи на спречавање појаве оштећења, перформансе различитих материјала, критеријум напрезања асфалтног бетона и ефекте носивости различитих врста подтла на функционалне карактеристике застора.

Студија земљаних материјала — тла која бубре. И ако је ова област и до сада веома позната, испитивања се продужавају у правцу развоја мерења упијања влаге за разне врсте тла и анализу односа оптерећења према промени запремине тла услед бубрења.

Студија заштите конструкције застора од мрза

У наредном периоду предвиђају се искључиво практична мерења на конструкцији застора полетно-слетних стаза у експлоатацији.

Цемент са минимумом промене запремине

Ова студија односи се на познати проблем промене запремина цементно-бетонског застора под утицајем температуре. Истраживања се сада усмеравају на технолошко унапређење цемента, уз евентуално додавање бетону челичних влакана, како би се добио бетонски застор са размаком спојница и до 75 м, наравно без пукотина. Сва испитивања такође ће се извршити на пробној деоници већ поменутог аеродрома.

Критеријум замора застора за велики број пролаза

Садашње методе димензионирања предвиђене су за релативно мали број прелаза авиона, до 2500. Међутим, већ има много аеродрома у свету који имају у свом веку и 100 пута већи број прелаза, или се то очекује у будућности*). Из тог разлога се наставља са теоријском разрадом овог проблема.

Моделска анализа саобраћаја на аеродромском застору

Предвиђа се развој математичког модела за анализу дистрибуције максималних оптерећења на различитим местима на полетно-слетним стазама и стазама за вожњу. Моделом ће

*) „Прелаз“ значи број пута када ће једна одређена тачка бити под напоном као резултат датог броја авио-операција.

се одредити распоред максималних напрезања застора, и то за 4 врсте аеродромских застора, сагласно обиму авионског оптерећења.

Веза између појединих слојева застора

Утврдиће се стварна вредност силе приањања међу слојевима и добијена вредност унети у садашње анализе које тренутно подразумевају или пуну слепољност слојева или никакву везу међу њима.

Рециклирани асфалтни и бетонски материјали

Провериће се могућности поновне употребе материјала из старих асфалтних или бетонских застора, као и нове методе обнове и оправке застора (тзв. Репаве поступак код асфалтних застора).

Критеријум сабијања

Често је тешко добити тачне вредности за оптимално збијање доњих носећих слојева и подлога застора. Садашњи критеријуми су усвојени са већим толеранцијама. У том циљу ће се извршити потврђивање или ревизија садашњих критеријума, односно утрошка енергије сабијања за разне врсте материјала и дебљине слојева.

Системи преноса оптерећења преко бетонских спојница

Познати проблем израде бетонских спојница и преноса оптерећења и даље се проучава. Једино се решење са радним спојницама на перо и жлеб сигурно одбацују, а даље се развијају остале врсте са котвама и можданицима.

Употреба тканина (плетених и неплетених)

Предвиђа се слично као и у путоградњи, употреба тканина, првенствено на контакту коловозне конструкције и тла, и као филтер

код дренажа. Размотриће се и армирање асфалтних слојева ради спречавања појаве пукотина.

Стабилизација тла

И даље се развија техника стабилизације тла ради повећања носивости и пријема пројектованог оптерећења. Посебно ће се испитати кречом стабилизоване подлоге на више аеродрома.

Обележавање саобраћајних површина

Садашња техника обележавања се преиспитује са нагласком на цене, трајност и карактеристике храпавости.

Рефлектовање пукотина

Поново ће се проучити ефикасност садашње методе контроле и спречавања рефлектовања пукотина на ново појачаним бетонским површинама.

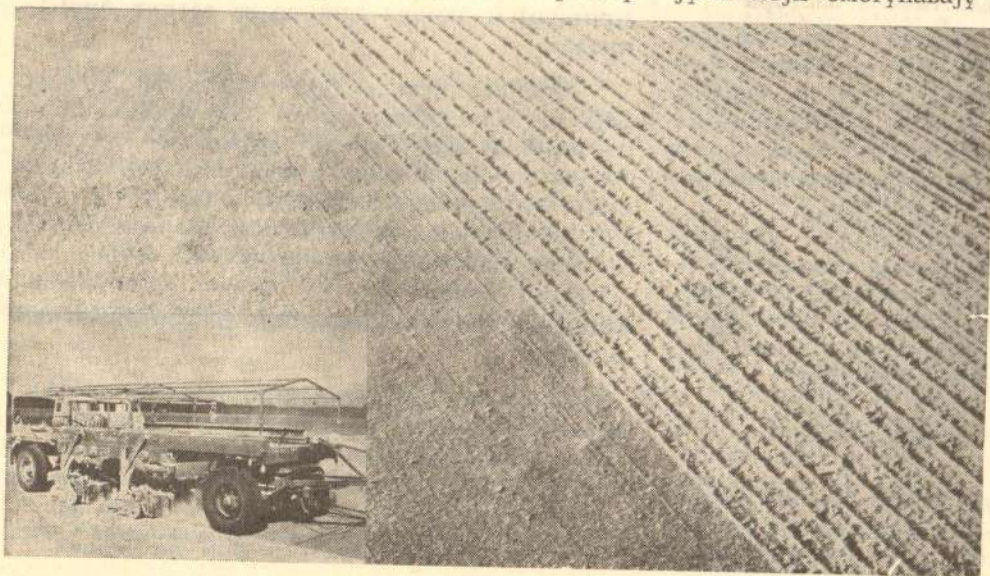
Неразарајућа испитивања

Тренутно су у употреби методе које се базирају на модулу динамичке крутости, јер су јефтиније и шире применљиве, мада су у потпуности непотврђене, што треба учинити. Метод који се заснива на мерењу дефлексија обећава даљу редукцију трошкова и погодност. Испитаће се и неразарајући метод испитивања за лаке авионе (до 41 МН).

Досадашњи резултати ових испитивања показују релативно брз и јефтин поступак, а потребно време за једно мерење не прелази 8 минута — уз могућност да се врши и ноћу, односно без прекида летења. Повећава се и број испитаних места и повећава тачност резултата за цео објекат.

Експлоатација и одржавање застора

Тренутно постоје врло различити критеријуми који омогућавају више закључака. Са-



Сл. 2 — Детаљ бразданог застора и изглед машине за брздање у раду.

дашњи метод рада заснива се на упоређењу стања више прегледа застора у различитим временским периодима, на основу чега се даје оцена и предвиђају мере одржавања и оправки.

Даља истраживања утврдиће критеријуме за рехабилитацију хабајућег слоја, првенствено у зависности од његове храпавости, затим методе појачања застора и спречавања ширења већ насталих оштећења да се зауставе почетна оштећења.

Посебна пажња обраћа се даљој оцени и примени браздања постојећих застора ради смањења аквапланинга (хидропланинга). Иако су досадашњи резултати врло повољни, примена браздања није нашла ширу примену на аеродромима из више разлога: високи почетни трошкови браздања (висока цена дијамантских тестера), потреба да се за време извођења радова прекине летење, високи накнадни трошкови рехабилитације застора (када избраздани делови изгубе свој правилан облик), повећава потрошња авиогума и тешкоће око чишћења гумених трагова у браздама застора, убрзано даље пропадање застора у виду појачаних пукотина, итд.

Следствено томе програм истраживања усмерен је на изнаглажење оптималног метода браздања са посебном пажњом на дубину, облик и размак бразди. Практични опити извршиће се са моделском платформом тежине 50 МН — покретаном млазним моторима брзином од 370 min/h — на специјалном стајном трапу.

ПРЕЛИМИНАРНИ РЕЗУЛТАТИ ГОВОРЕ да је оптимални размак бразди око 75 мм уместо 25 мм, како се то до сада препоручивало. Већ овај први резултат испитивања указује на ефекат уштеде у браздању од око 30% што је у трошковима врло значјно и оправдава улагања у испитивања (Сл. 2).

НАША ДОСТИГНУЋА У ОВОЈ ОБЛАСТИ

Иако је наша земља са скромно развијеним ваздушним саобраћајем, код нас је развијена традиција ваздухопловства из његових пионирских дана. Данас смо, као што је већ речено, значајан градитељ и пројектант аеродрома. У вези с тим, мада не нарочито организовано, код нас се разматрају неки од наведених делова програма и постоје одређена практична и научна достигнућа, те је врло интересантно извршити једно краће упоређење.

Тако, на пример, у нашим институтима су извршена бројна истраживања градње на слабоносивим глиновитим земљиштима, карактеристичним по промени запремине са влажношћу. Такође су познати радови у вези прорачуна дебљине конструкције застора ради заштите од мрза, који су извршени на сарајевском универзитету. Запажена су и практична испитивања продирања мрза кроз различите слојеве коловозне конструкције, постављањем мерних уређаја, која се врше у Институту за испитивање материјала СР Србије.

Питање примене цементно-бетонских застора код нас је у последње време расправљано на свим стручним састанцима и манифестацијама, уз широку акцију да се примена ових застора поново обнови као што је то било између 1950—1965. године. Једна од јаких препрека овој акцији у садашњим условима је несташица цемента уопште, а посебно квалитета који би одговарали условима за цементно-бетонске засторе. У изнаглажењу оптималне формуле за цемент који ће задовољити потребне услове (да има малу хидратациону топлоту и вредност почетног и коначног скупљања, да је пријемљив за адитиве и ослобођен неких штетних састојака) до сада су код нас дали значајан допринос Институт хемијске индустрије Кармос-Катранкутрилин и фабрика цемента „Нови поповац“ кроз предлог техничких услова за производњу нове врсте цемента за цементно-бетонске засторе под називом „Поручем“ (мада до шире производње није дошло), односно Војнотехнички институт из Београда и Институт за испитивање материјала из Бања Луке кроз теоријска разматрања и прве успешне кораке да се такав цемент произведе са цементаром „Анхово“, при изградњи аеродрома Бања Лука.

Производња и примена тзв. геотехничких тканина се у нашој земљи за врло кратко време веома развила.

Наши градитељи и пројектанти имају већ веома јасне ставове о теоријској и практичној вредности ових тканина и већина ових сазнања је већ објављена у нашој стручној литератури. Примењена је такође и тканина, односно мрежа (позната под трговачким називом „Structoforce“) за армирање танких асфалтних пресвлака преко бетонског застора у једном експерименталном покушају Војнотехничког института, мада не и са задовољавајућим резултатом.

Стабилизација тла је област која се код нас проучава и научно прати упоредо са њеним развојем и применом у свету. Стабилизација тла се изучава на нашим факултетима и институтима и бројни су научни радови из ове области. Примена механичке стабилизације започета је још при изградњи ауто-пута „Братство-јединство“, а остали видови стабилизације, нарочито са цементом, кречом и битуменом касније преузимају примат. У овој области наша знања у потпуности прате светски ниво и поједини радови су запажени и признати и ван наше земље.

Рефлектовање пукотина у асфалтним пресвлакама преко постојећих цементно-бетонских застора је проблем који код нас датира од 1970. године, односно од како смо започели са реконструкцијом бетонских застора на нашим аеродромима. Проблем се код нас раздваја на два питања: пројектантско, које подразумева прорачун оптималне дебљине пресвлаке важећим методама за димензионирање, и технолошко, које подразумева изнаглажење оптималне асфалтне мешавине која ће обезбедити што већу жилавост асфалтног бетона. На овом

другом питању значајан успешан допринос, теоријски и практични, даје Војнотехнички институт, који се огледа у заиста dobrim резултатима постигнутим на реконструкцијама наших војних и цивилних аеродрома. О техничким детаљима већ је објављено више радова, а суштина успеха огледа се у избору што крупнозрније скелетне асфалтне мешавине, уместо мешавина малтерског типа, као и у избору кречњачког агрегата за све слојеве. Овај агрегат обезбеђује добро обавијање, храпавост, минимум температурних промена асфалтне масе, односно високе вредности чврстоће на затезање. Констатацију потврђује чињеница да на овим аеродромима нема појава пукотина, осим тамо где је био примењиван еруптивни агрегат. При свему томе не треба занемарити ни аспект економичности, јер се средствима са којима се располагало не би извршила ни половина ових реконструкција да се радило према нашим важећим стандардима, за путеве који предвиђају искључиво агрегат еруптивног порекла, који је знатно скупљи.

Методе за испитивање квалитета, односно угиба и замора постојећих коловоза без разарања застора су у нашој земљи добро истражене и примењују се већ дуго на путевима, првенствено захваљујући истраживањима која врши Институт за испитивање материјала СР Србије. Мерењем дефлексија данас се код нас димензионишу ојачања застора постојећих путева и оцењује њихов квалитет и трајност. На аеродромима примену ових метода спроводи Војнотехнички институт, одређујући за флексибилне засторе њихов АЦН број. Може се слободно потврдити закључак који је донесен

у САД да ове методе знатно убрзавају и појефтинјују поступак за добијање доказа о носивости одређених застора.

ЗАКЉУЧАК

Као што се види из овог краћег упоредачног прегледа, у нашој земљи се одржава један завидан ниво научно-истраживачког и експерименталног рада у области изградње аеродромских застора, чиме се обезбеђују и употпуњују наше градитељске услуге у овој области. У неким од наведених области дајемо значајан допринос даљем развоју грађевинске мисли и обезбеђујемо квалитет радова и објеката који не заостају за високо развијеним земљама, чиме појачавамо нашу конкретну способност на страним тржиштима.

Свакако да би та достигнућа била још већа када би у истраживањима из области аеродрома постојала планска и усмерена акција коју би подржале и финансирале радне организације које се баве изградњом и пројектовањем аеродрома. Поред истраживања одређених конкретних проблема, тада би могло да се дође и до одређених стандарда за аеродроме бар у оним областима где захтеви и досадашња искуства указују на изражена одступања од путарске праксе.

Свој допринос даће, вероватно, и Секција за аеродроме која се формира при Савезу југословенских друштава за путеве.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Systems research and development service Progress report, 1978, National technical information service, USA.

Димензионисање коловозних конструкција помоћу рачунара

АЛЕКСАНДАР ЦВЕТАНОВИЋ

Грађевински факултет, набавком новог електронског рачунара ДЕЦ 2040 и одговарајућих програма за димензионисање коловозних конструкција, пружа шансу да се ниво израде пројеката знатно побољша.

Конфигурација новог рачунара је: централна јединица 128 kW (једна реч је 36 бита), једна јединица магнетног диска од 100 МВу, једна јединица магнетне траке, конзолни терминал, три видеотерминала, један терминал са „hard copy“ принтером, један графички терминал, читач, штампач и плотер.

Захваљујући овако моћном рачунару у стању смо да за неколико секунди до једног минута добијемо нумеричка решења о стању напона и деформација у флексибилним и крутим коловозним конструкцијама.

Пишући овај чланак, намерно сам прескочио теоријско образложење метода на основу којих су написани програми да бих дао само елементарне податке о методама, начину припремања података за коришћење програма и приказ резултата рада програма.

Основна улога рачунара, у савременом пројектовању, огледа се у томе да сложене нумеричке поступке приближи пројектантима и омогући им да се баве креативним и аналитичким радом.

Од више програма са којима располажемо, овде ће бити приказана два бројна примера за прорачун флексибилних и крутих коловозних конструкција.

ПРОРАЧУН ФЛЕКСИБИЛНЕ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ПО МЕТОДИ „SHELL“

„Shellova“ метода се базира на претпоставци да се флексибилна коловозна конструкција састоји од три или више слојева, који се понашају еластично под динамичким оптерећењем проузрокованим дејством возила.

Користећи теорију еластичности за вишеслојне системе, срачунава се расподела напона и деформација у битуменом везаним слојевима, невезаним гранулираним слојевима и постељици.

Да би се сложен нумерички поступак поједноставио за практичну примену, написан је прво програм БИСТРО (Bitumen Structures in Roads)*, а затим његова савршенија верзија БИСАР (Bitumen Structures Analysis in Roads), којима се срачунавају напони, деформације и померања у вишеслојном систему под једним или више кружних оптерећења на површини. Ово оптерећење може се комбиновати од вертикалних и тангенцијалних сила.

Улазни подаци, које пројектант задаје су:

- број слојева,
- Јангови модули еластичности слојева,
- Поасонови коефицијенти слојева,
- дебљине свих слојева, осим за постељцу,
- коефицијент трења између појединих слојева,
- број оптерећења,
- вертикална компонента оптерећења,
- хоризонтална-тангенцијална компонента трења и угао који она заклапа са Х осом,
- радијус оптерећења,
- положај оптерећења (правоугле координате).

Као резултат прорачуна добијају се:

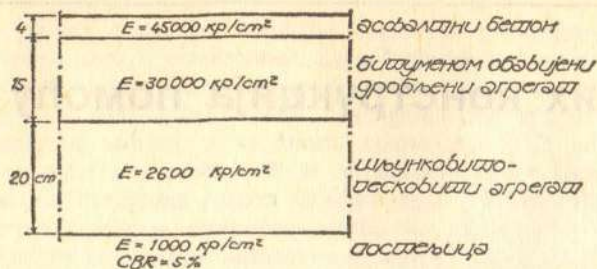
1. За свако оптерећење посебно

- цилиндричне компоненте тензора напона,
- цилиндричне компоненте тензора дилатација,
- цилиндричне компоненте вектора померања.

2. За комбиновано оптерећење:

- правоугле компоненте тензора напона,
- правоугле компоненте тензора дилатација,
- правоугле компоненте вектора померања,
- основне вредности и правци тензора напона,
- основне вредности и правци тензора дилатација,
- највећи напони смицања
- највеће дилатације при смицању.

*) Програм БИСТРО су развили Peutz, Jones i Van Kempen, истраживачи Koninklijke (Shell — Laboratorium, Amsterdam).



Сл. 1 — Флексибилна коловозна конструкција

ПРОРАЧУН КРУТЕ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ПО МЕТОДИ КОНАЧНИХ ЕЛЕМЕНАТА

Са развојем рачунара, нарочито нумерички сложени прорачун по методи коначних елемената, добија широку примену код прорачуна напона и деформација у свим конструкцијама које се срећу у грађевинарству и машинству. Захваљујући радовима Cheunga, Zienkiewicz* и Wang, који су први почели да примењују коначне елементе у крутим коловозима, данас постоји велики избор програма за димензионисање цементно-бетонских коловозних конструкција.

У зависности од програма, посматрана конструкција се дели на троуглове, правоугаонике

* Cheung и Zienkiewicz су 1965 објавили први рад из области димензионисања крутих коловоза.

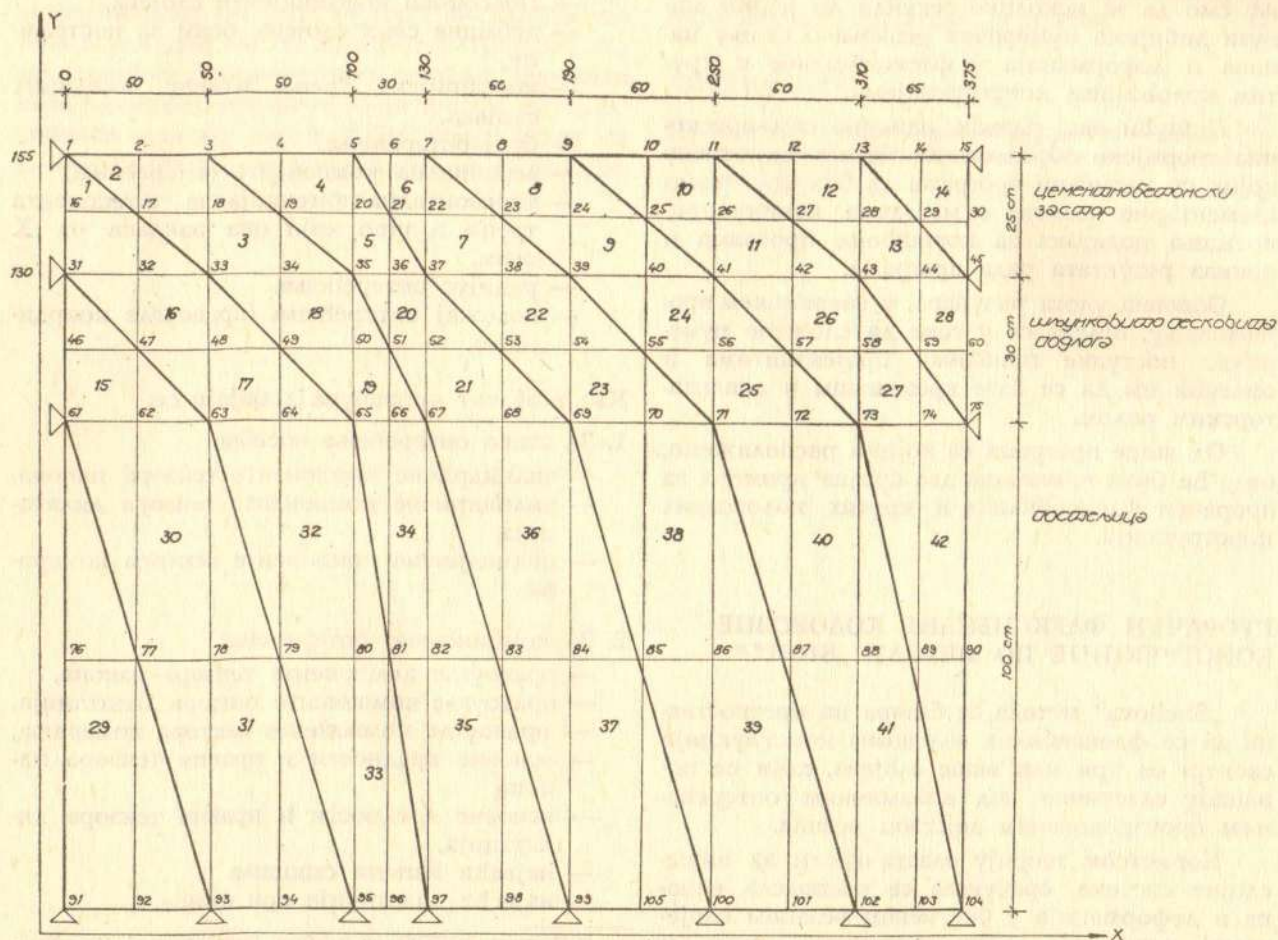
или просторне фигуре (сасвим произвољно изабране), са дефинисаним контурним условима, карактеристикама материјала, температурама и оптерећењем.

Улазни подаци за прорачун круте коловозне конструкције приказане на сл. 2 обухватају:

- број елемената,
- број угаоних тачака,
- број чворова,
- број ослонаца,
- број различитих оптерећења,
- број различитих материјала,
- модул еластичности,
- Поасонов коефицијент,
- запреминске тежине,
- коефицијент термичког ширења,
- координате (X, Y) свих угаоних тачака,
- контурне услове,
- оптерећења.

Као резултат прорачуна добијају се у свим угаоним тачкама (и на срединама страна) елементи: померања чворова, напони и деформације.

Улаз и излаз из рачунара доста је обиман па се овде не приказује. Заинтересовани читаоци могу добити одговарајуће примере од аутора чланка.



Сл. 2 — Крута коловозна конструкција

Ово су две најпознатије методе за димензионисање флексибилних и крутих коловозних конструкција. Сами поступци за њихово коришћење су крајње поједностављени захваљујући великим рачунарима и одговарајућим програмима. Трошкови анализа су занемарљиви.

Једино треба обратити пажњу на улазне податке и на коректно тумачење добијених информација. Ту би требало да се испоји инвентивност пројектаната и логика одабирања „правих“ улазних податак и контурних услова. Не

желећи да ширим дискусију, напомињем да избор модула еластичности у асфалтним слојевима, због распрострањања температуре, представља прилично сложен проблем, који се може само експериментално решити (а такву опрему за сада у СФРЈ једино има Завод за саобраћајнице и геотехнику на Грађевинском факултету у Београду). Ако се покаже интересовање у нашој стручној јавности за примену рачунара у димензионисању коловозних конструкција у неком од наредних бројева могу се дати и шира објашњења наведених метода.

ИНСТИТУТ ЗА ИСПИТИВАЊЕ МАТЕРИЈАЛА СРС

11000 Београд

Булевар Војводе Мишића бр. 43

Пошт. преградак 843, 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, ХИДРОМЕХАНИЧКА 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.

Ефекти једногодишње експлоатације ауто-пута на деоници Сурчин-хотел „Национал“ и „Ласта“-Умчари

РАТОМИР ЛАЗИЋ, дипл. саобр. инж.
ЉУБИША СТАНОЈЕВИЋ, дипл. грађ. инж.

На деоници магистралног пута број 1 од Сурчина (аеродрома) до Умчара (59,11 км), од 1. септембра 1977. године саобраћај се одвија у различитим смеровима на посебним коловозима, осим на деоници кроз Београд дужине 4,4 км која још није изграђена као ауто-пут.

Од Сурчина до хотела „Национал“ пре изградње ауто-пута саобраћај се одвијао врло успорено и небезбедно због великог броја возила (15000 за 24 часа). Многобројни прикључци за фабрике дуж пута и аеродром још више су успоравали брзину саобраћаја.

На деоници ауто-пута кроз Београд, од хотела „Национал“ до Прешернове улице (12,4 км), раније су изграђени раздвојени коловози и овде се саобраћај одвија уз велике осцилације у току дана. Велики утицај на проточност и безбедно одвијање саобраћаја има период почетка и завршетка радног времена.

На путу кроз Београд у току 1978. године евидентирале су 24 саобраћајне незгоде са настрадалим лицима (повећање за 50% у односу на 1977. годину) у којима је погинуло 6 лица (1977. погинуло 6) и тешко повређено 23 (повећање за 77%). У овим незгодама погинуло је 3 пешака, 2 возача и један путник.

Главни узроци настајања незгода на путу кроз Београд су непоштовање прописа од стране пешака, који често прелазе коловоз ван обележеног прелаза и непоштовање растојања.

На неизграђеном делу ауто-пута од Прешернове улице до „Ласте“ (4,4 км), још увек је само један коловоз за оба смера. Ту се возила увек крећу у колони, веома успорено. Од „Ласте“ до Умчара (34,2 км) пре изградње другог коловоза, саобраћај се одвијао успорено, тако да је било потребно више од једног часа да се прође овај пут. Томе су нарочито допринели велики успони, преко 5%, на Бегаличком брду и у Бубањ Потоку. Коловоз пута је био дотрајао тако да је кретање возила било врло споро и небезбедно. Део пута око „Траншледа“ и Врчина био је познат по великом броју врло тешких саобраћајних незгода.

У току једногодишње експлоатације (1978), на деоницама ауто-пута Сурчин — хотел „Национал“ и „Ласта“ — Умчари, показатељи оствареној безбедности у саобраћају знатно су

повољнији него у истом периоду 1977. године, када је започета изградња ауто-пута. Број саобраћајних несрећа са настрадалим лицима и њиховим последицама је мањи.

На деоницама пута Сурчин — хотел „Национал“ и „Ласта“ — Умчари у току 1977. године евидентирале су 84 саобраћајне незгоде са настрадалим лицима, у којима је погинуло 25 лица и тешко повређено 105. У 1978. години догодило се 56 саобраћајних незгода са настрадалим лицима (смањење за 33,3%) у којима су погинула 4 возача (33,3% од укупног броја погинулих лица), 4 путника и 4 пешака, док је тешко повређено 30 путника, 25 возача и 9 пешака (табела 1).

Табела 1

Стање на деоницама ауто-пута од Сурчина до хотела „Национал“ и од „Ласте“ до Умчара			
Година	Број саобраћајних незгода са настрадалим лицима	Поги-нуло	Повре-ђено (тешко и лако)
1977.	84	25	105 + 51
1978.	56	12	64 + 17
% сма-њења	33,3%	52%	38%
Погинули и повређени учесници у саобраћају у 1978. години			
Возачи	Путници	Пешаци	Свега
4 + 25	4 + 30	4 + 9	11 + 64

Најчешћи узроци настајања ових незгода на ауто-путу су: вожња на малој недовољној удаљености, прелажење односно кретање пешака по ауто-путу, слетање возила са ауто-пута, непрописно претицање и непрописно укључивање возила на ауто-пут.

Због вожње на малој, недовољној удаљености догодило се 20 незгода са настрадалим лицима односно 36% од укупног броја, у којима су погинула 2 лица (возач и путник). Затим због непоштовања прописа од стране пешака, односно прелажења и кретања пешака по ауто-путу — 12% односно 21,5% у којима су

погинула 4 пешака; због слетања возила са ауто-пута — 11 незгода односно 20%, у којима је погинуо један возач, и 10 незгода због непрописног претицања, односно 20% од укупног броја незгода, у којима су погинула 3 лица (2 путника и возач), а догодиле су се и 2 незгоде због непрописног искључивања, тј. вожње на коловозној траци намењеној за кретање возила у супротном смеру у којима су погинула 2 лица (возач и путник).

Одвијање саобраћаја на ауто-путу је безбедније, што се види из показатеља оствареног стања безбедности, а неупоредиво су побољшани и саобраћајно-технички услови пута. У време туристичке сезоне (јули — август 1978. године), кад је саобраћај најинтензивнији а прилив странаца највећи, догодило се само 11 незгода са настрадалим лицима у којима су погинула 2 лица.

С обзиром на различите услове под којима се одвија саобраћај, у даљем тексту ће бити приказани ти услови и број саобраћајних незгода са последицама, посебно за сваку помешину деоницу пута.

Деоница ауто-пута кроз Београд од Сурчина до хотела „Национал“.

Стање безбедности у 1978. години — посебно на деоници ауто-пута кроз Београд од Сурчина до хотела „Национал“ — тако рећи није промењено у односу на претходну годину. Број саобраћајних незгода са настрадалим лицима је исти (21) у односу на 1977. годину, а број погинулих лица је мањи за 25% (1978. године погинула 3, а 4 лица 1977). Број тешко повређених лица (33) мањи је за 45,5% у односу на 1977. годину.

Услови одвијања саобраћаја на овој деоници су специфични, што се одразило и на укупно стање безбедности. Поред транзитног саобраћаја (Београд — Загреб — Нови Сад), који је веома интензиван, на овој деоници ауто-пута свакодневно је присутан велики број возила локалног значаја, посебно у одласку и повратку са посла јер је на овој деоници лоциран велики број радних организација („Змај“, „Икарус“, ЈАТ Аеродром „Београд“).

Карактеристично је да су погинула лица у 1978. години били пешаци, и то због непоштовања прописа, односно преласка или кретања ауто-путем. Прелаз пешака преко ауто-пута је изражен код „Змаја“. На овом месту постављен је пешачки мост — пасарела, ради безбедног прелаза пешака преко ауто-пута.

Главни узроци настанка саобраћајних незгода на деоници ауто-пута Сурчин — хотел „Национал“ су због прелаза и кретања пешака на ауто-путу — 7 и вожње на недовољној удаљености — 7 затим слетање возила са ауто-пута — 4 и непрописног претицања — 3. Истина је да се на овој деоници догодило исти број саобраћајних незгода као и у 1977. години. Међутим, број погинулих и повређених лица је мањи. Забрињава чињеница да су сви погинули пешаци. На коловозу ове деонице има много пешака најпре због тога што су на зауставној

траци аутобуске станице локалног аутобуског саобраћаја. Тих станица има укупно осам. Пешаци, најчешће учесници, претрчавају коловозе да би ушли у аутобус и по изласку из аутобуса, а врло често се крећу дуж коловоза да би стигли до својих кућа, јер не постоје за посебне стазе за кретање пешака. Дуго од дана пуштања пута у саобраћај није био изграђен прелаз за пешаке преко коловоза код „Змаја“. Када је монтиран онда дуго није био у употреби, а и данас га велики број пешака не користи. Проблем кретања пешака на коловозу ове деонице може да буде поучан и подлога за правилна решења на другим путним правцима. Једно је сигурно: пешацима треба онемогућити да ступе на коловоз ауто-пута па је потребно изградити већи број прелаза за пешаке одговарајућих карактеристика. Такође, треба са ауто-пута уклонити линије јавног градског саобраћаја.

Деоница ауто-пута од „Ласте“ до Умчара

Знатно повољније стање безбедности саобраћаја у 1978. години остварено је на деоници ауто-пута „Ласта“ — Умчари. Евидентирано је укупно 35 незгода са настрадалим лицима (смањење за 44,4%). У овим незгодама погинуло је 9 лица, што представља смањење за 57% у односу на 1977. годину кад је погинуло 21 лице. Такође је и број тешко повређених лица (47) мањи за 34,7%.

Табела 2

година	Број саобраћајних незгода са настрадалим лицима	Погинуло	Повређено (тешко — лако)
1977.	63	21	72 + 37
1978.	35	9	44 + 13
% смањење	—44,4%	—57,0%	—34,7%
Погинули и повређени учесници у саобраћају — погинули у 1978 години			
Возачи	Путници	Пешаци	Свега
4 + 14	4 + 25	1 + 5	9 + 24

Повољније стање на овој деоници првенствено је остварено изградњом ауто-пута, када су услови одвијања саобраћаја у односу на раније стање неупоредиво бољи. Највећи број саобраћајних незгода са тешким последицама, пре пуштања у саобраћај ауто-пута, догађао се због непрописног претицања, а често пута је долазило и до застоја саобраћаја.

На овој деоници највише незгода се догодило због вожње на недовољној међусобној удаљености — 13, непрописног претицања — 8, слетања возила са ауто-пута — 7, прелаза и кретања пешака на ауто-путу — 5 и непрописног укључивања возила на ауто-путу — 2.

На овој деоници пута били би знатно повољнији услови за одвијање саобраћаја да су елиминисана нека опасна места и да су сви радови били завршени пре пуштања пута у саобраћај.

И данас постоји неколико прикључака на ауто-путу који нису предвиђени пројектом, а има изгледа да неки од њих трајно остану. То су прикључци за насеље Г. П. „Партизански пут“ у Малом Пожаревцу, прикључак за насеље Мали Пожаревац и прикључак за насеље Умчари. На сва ова три прикључка није потпуна саобраћајна сигнализација, а на импровизованим петљама постоје и аутобуска стајалишта. На петљи за Мали Пожаревац било је неколико незгода у 1978. години а и у 1979. години догодило се неколико незгода са погинулим лицима.

За време израде завршног хабајућег слоја саобраћај се одвијао на једном коловозу за оба смера и у таквим условима се догодило неколико тешких саобраћајних незгода у којима су погинула два лица.

Смањењу безбедности одвијања саобраћаја допринело је и то што је у 1978. години вршено озелењавање разделног појаса и косина насипа и усека, побијана је челична одбојна ограда и извођени су неки радови везани за одводњавање коловоза.

На коловозу пута креће се доста пешака, што има резултат једног погинулог и 5 повређених пешака. То указује на потребу да буду

боље решени токови пешачког саобраћаја у односу на ауто-пут.

Са обе стране Бегаљичког брда има много дивљих прикључака на ауто-пут који служе власницима околних кућа и имања. Око ових прикључака на коловозу често има блата, а сигурно је да возило које се овде укључује на ауто-пут угрожава себе и остале учеснике у саобраћају што треба спречити.

Због недовољне површине за паркирање велики број возила се паркира, нарочито ноћу, на зауставним тракама. Ова возила најчешће нису означена правилно и у каснијем периоду било је саобраћајних незгода у којима су возила ударала у овако паркирана возила.

Чињеница да се на овој деоници ауто-пута догодила 21 саобраћајна незгода због непрописног држања одстојања и претицања указује да возачи нису били искусни за вожњу ауто-путем. То је и нормално јер је то била прва деоница изграђеног ауто-пута у СР Србији.

Охрабрује чињеница да су нам први километри изграђеног ауто-пута у току почетне експлоатације донели смањење броја саобраћајних незгода и броја погинулих лица на њима. Број настрадалих лица био би још мањи да су сви радови око изградње другог коловоза ауто-пута били готови у моменту предаје истог у саобраћај.

На крају, све мане деоница ауто-пута о којима је говорено треба да буду поука да деонице ауто-пута које сада градимо буду безбедније за одвијање саобраћаја.



ГРАЂЕВИНСКО ПРЕДУЗЕЋЕ

СА СОЛИДАРНОМ ОДГОВОРНОШЋУ

ЗЕМУН, 22. октобар 15. СРС:

Телефон 607-071 — Телекс 11136 УИ ПЛАНУМ,

жриг 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

дизне модерних аеродрома у земљи и иностранству са бетонским и асфалтним пистама (аеродроми: „Београд“, „Скопје“, „Титоград“, „Мостар“, „Пула“, „Ријека“, „Иванград“, „Приштина“, као и аеродроми у Авгани, 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 „Мили“ на прузи Београд—Бар. Такође је довршен тунел водостан и машинска зграда ХЕ „Глобичница“ као и неколико подземних хала посебне намене са попречним профилима до 16 м укупне дужине око 5 км. Сала-

зије 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 окова, пресека 2,5—20,0 м укупне висине око 3000 м као и низ других подземних објеката.

САДА ИЗВОДИ У ЗЕМЉИ

деоницу аутопута Мали Пожаревац—Умчари—Нини, реконструкцију и проширење аеродрома „Београд“ као и реконструкцију старих и изградњу нових саобраћајница на територији Београда. Такође изводи тунел „Дедине“ 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.

Двогодишњица увођења наплате путарине на путу Е-75 деоница Нови Сад-Београд

Крајем јула 1979. године навршило се две пуне године откако су покрајински органи управе новоизграђену деоницу пута Е75 од Новог Сада до Београда прогласили „економском“. Од тада је уведена и наплата путарине за кориснике која се убира на наплатним станицама код Ковиља и Старе Пазове.

Примењени отворени систем наплате путарине, по студији „Урбиса“, тренутно најоправданији за поменућу деоницу, активирао је одређене стручне службе за праћење и анализу, па је у току обрада студије саобраћаја и убрзаних финансијских средстава за протекли период. Уочен је основни недостатак примењеног ручног начина убирања: потреба за великим бројем запослених, субјективност при процени категорије возила и немогућност увођења ефикасне контроле рада запосленог особља. Према подацима добијеним приликом испитивања на италијанским путевима помиње се 25—30% губитака од годишње убрране суме због ручне наплате. Сопствених искустава још нема, иако је током 1978. године РО Завод за путеве СОУР-а „Војводинапут“ у сарадњи са Одељењем за саобраћај спровео контролу саобраћаја на наплатној станици код Ковиља. Констатована је разлика (између података ручне обраде и аутоматског бројача саобраћаја) од свега 2%. Пошто је ту уједно и декларисана толеранција грешке аутоматског бројача, податак је узет само као статистичка евиденција.

У протеклом двогодишњем периоду просечно је обрађивано 5345 возила/дан, док је дневни убир износио 83.900 динара, уз констатацију да је око 63% од укупног саобраћаја (и новца) обрађено на наплатном пункту Стара Пазова, док је Ковиљ „учествовао“ у реализацији са 37%. Потребно је констатовати и једно повећање тарифе путарине (јануар 1970) у просеку за 25% у односу на претходну која је важила у периоду од јула 1978. до јануара 1979. године. У протеклом двогодишњем периоду обрађено је укупно 3,9 милиона возила и убрано 62 милиона динара. Структура тарифе је и даље остала крајње једноставна (VI категорија) и с обзиром на примењени (отворени) систем наплате, за одређену категорију возила

се увек наплаћује исти износ без обзира од коришћене дужине деонице пута.

Анализом наведеног прегледа могу се констатовати два значајна момента.

Преглед пораста саобраћаја и урбаних финансијских средстава

Наплатна станица	Месец	Возила %			Финансијска средства %		
		1977	1978	1979	1977	1978	1979
Ковиљ	VIII—XII I—VI	1* —	31,3 1*	5,4	1* —	30,9 1*	25
Стара Пазова	VIII—XII I—VI	1* —	22,1 1*	6,5	1* —	25,7 1*	21,2
Просек	VIII—XII I—VI	1* —	25,4 1*	7,1	1* —	27,4 1*	22,8
Напомена: 1* коефицијент упоређења							

— Контролисани саобраћај у току друге половине 1978. године, у односу на исти период претходне године (када је наплата уведена) показује знатнији пораст (у односу на исти остварен годину дана раније). Уопште узевши, праћени саобраћај не показује уједначеност пораста и пада, него се скоковито (и понекад битно) мења из месеца у месец, из сезоне у сезону. С обзиром да се овде ради само о транзитном саобраћају, потребно је указати да маргинални саобраћај (онај који се без наплате одвија) на делу преплета Бешка — Инђија (с обзиром на отворени систем) до сада још није обрађиван (не постоје подаци о истом). Потребно је напоменути евидентан број специјалних возила ослобођених накнаде путарине (милиција, војска, хитна помоћ, ватрогасци, возила под пратњом те возила органа управе) о којима се засад не води никаква евиденција пролаза, тако да је и проценат њиховог учешћа у укупном саобраћају непознат.

— Анализа убраних финансијских средстава у временском периоду поменутом у претходној алинеји указује да су она функција оствареног саобраћаја, који по вредности „не прате“ идентично јер су директно зависна од

структуре саобраћаја. Детаљнијом анализом (по месецима) констатован је битан пораст локалног саобраћаја (оног који прође само кроз једну наплатну станицу) и то нарочито у току летње сезоне. Релативна близина Дунава у односу на правац пружања трасе пута Е75 и локацију наплатних пунктова, омогућила је убрзану изградњу викенд-зоне, а директна „последница“ је пораст локалног саобраћаја. Овде је такође потребно поменути проблем наплате путарине од странаца без динарских средстава плаћања. Пошто не постоји мењачница (чије је увођење засад дискутабилно с обзиром на локацију наплатних станица у односу на државну границу, као и не поседовање података о броју и процентуалном учествовању странаца у укупном саобраћају) приликом обраде наведеног саобраћаја стварају се непотребне колоне на платоима наплатних пунктова, нарочито у летњој сезони.

Двогодишње искуство на наплати путарине омогућило је како масу сопствених сазнања тако и једну евидентну констатацију да је неоп-

ходно што пре омогућити полуаутоматску наплату путарине (пуштањем у рад већ уграђене електронике „Искре“ — тип Ценот „2000“) која би омогућила квалитетнију контролу рада особља и тачније праћење саобраћаја. Можда и одговарајуће службе, за то надлежне, анализом процентуалног учешћа појединих категорија возила у укупном саобраћају требало би да донесу одлуку о изuzeћу истих од плаћања, што би аутоматски повећало ефикасност и ажурност при обради осталих категорија возила. Коришћење целокупне деонице пута Е75 на релацији Нови Сад — Београд према важећој тарифи у распону од 5 до 60 динара (I—VI категорија) у једном правцу терети постојеће трошкове ауто-километра са 0,07—0,75 динара. Путничко возило, које у структури укупног саобраћаја учествује са око 65% (податак добијен на основу ручне обраде података) „оптерећено“ је са 0,25 динара по километру.

Припремио
Стојановић Светислав, техн.



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 непуне 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 послује на најсавременији начин у свим видовима своје делатности па из године у годину увећава обим свога пословања.

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

Стање и досадашњи развој Ауто-транспорта СР Србије (ван САП)

ЗЛАТОМИР В. РАКОВИЋ, ДИПЛ. ИНЖ.

УВОДНЕ НАПОМЕНЕ

Развијеност саобраћаја је и последица и услов опште развијености привреде неког организованог друштва. Саобраћај функцијом битно утиче на убрзање токова привреде, али их може и успоравати ако није складно развијен, односно организован. Овај утицај се утолико више осећа ако се превоз (добара или људи) више пута појављује у процесу репродукције (од производње сировина до завршних превоза у сфери потрошње) или ако се због недовољно развијене мреже саобраћајница чине дужи токови.

Ова законитост се појављује и у нас и нешто је ублаженија у току последње деценије. Када су се већ стекли објективни услови за интензивнији развој транспорта уопште а посебно ауто-транспорта. Ти услови су пре свега створени општим порастом националног богатства из кога је проистекла могућност интензивнијег улагања у развој путне мреже, као и развој домаће индустрије моторних возила.

БРОЈ МОТОРНИХ ВОЗИЛА ПО ВРСТАМА

Од 1975. године до данас имамо следећи пораст броја моторних возила у СР Србији (ван САП):

Табела 1

	Година				
	1975.	1976.	1977.	1978.	1978. 1975.
Путнички аутомобили	401.782	453.488	508.541	563.277	141
— друштвени	25.839	27.209	32.510	39.034	151
— приватни	375.943	426.279	476.031	524.243	140
Аутобуси	6.022	6.024	6.140	6.547	108
— јавни	3.026	2.934	2.769	2.618	86
— градски	932	1.009	1.337	1.939	208
— за сопствене потребе	2.064	2.081	2.034	1.990	97
Камиони	36.894	39.069	41.101	43.891	119
— јавни	3.222	3.284	3.463	3.465	107
— за сопствене потребе	24.420	26.089	27.664	29.193	120
— приватни	9.252	9.696	9.974	11.233	122

Уочљив је знатан степен пораста путничких аутомобила (индекс 141) а затим камиона око 20%, док је раст аутобуса спорији. Код аутобуса јавног саобраћаја примећује се извештај пад. У ствари, ради се о привидном паду. Наиме, у међувремену је дошло до пораста броја аутобуса у градском саобраћају (индекс 208) што такође није реално јер је у овом периоду дошло до наглог развоја тзв. „приградског саобраћаја“ који се обавља аутобусима за градски саобраћај а врше га организације које једновременно обављају и јавни међумесни превоз путника. Ако се посматрају оба ова вида превоза, уочава се да је код њих повећан број аутобуса за око 12% (индекс 112).

Свакако да је и убрзана индивидуална моторизација грађана утицала на извештај успорен раст броја аутобуса за последње четири године.

ОБИМ РАДА И КАПАЦИТЕТА ЈАВНОГ АУТО-ТРАНСПОРТА

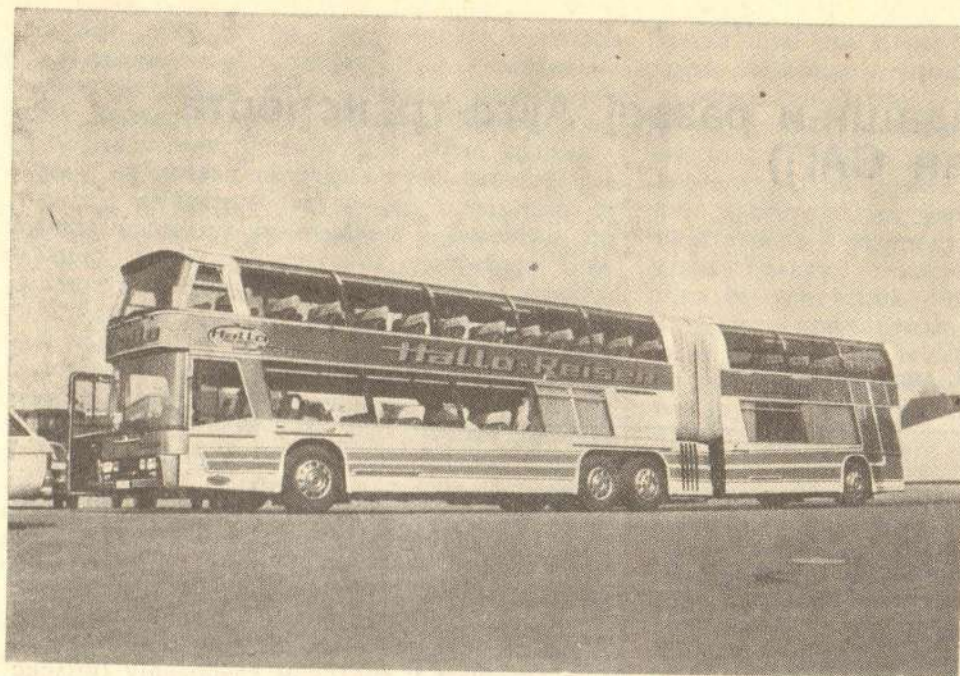
Јавним превозом робе или путника у СР Србији (ван САП) бави се 35 радних организација у чијем саставу је конституисано око 94 основне организације, и то претежно на територијалном принципу (код превоза путника) или технолошком (у превозу робе).

У току последње четири године ове организације су оствариле следећи обим рада:

Табела 2

	Година			
	1975.	1976.	1977.	1978.
Путнички				
— пређено километара (у 000)	239.562	235.498	222.211	215.789
— превезено путника (у 000)	261.474	263.754	234.952	229.221
— остварено мил. Пкм	7.893	8.214	7.710	7.524
Теретни				
— пређено километара (у 000)	204.946	202.086	226.926	227.125
— превезено робе (у 000 т)	16.179	15.089	18.563	21.827
— остварено мил. Ткм.	1.746	1.795	2.007	2.767

Сл. 1 — Аутобус за
дуже релације



Занимљиви су неки показатељи капацитета и рада у 1978. години који указују да је у тој години било:

Међуградски аутобуси	2.618
број седишта	113.895
просечно седишта по аутобусу	44
просечно пређено (km) по аутобусу	85.733
просечан пут једног путника (у km)	32,8

Камиона	3.465
носивост (t)	43.830
просечна носивост једног камиона (t)	12,6
просечно пређено (km) по камиону	55.784

Приколица	1.033
носивост (t)	16.966
просечна носивост једне приколице (t)	16,4
просечно пређено (km) по приколици	40.513

Просечан пут једне тоне терета (km)	126,8
-------------------------------------	-------

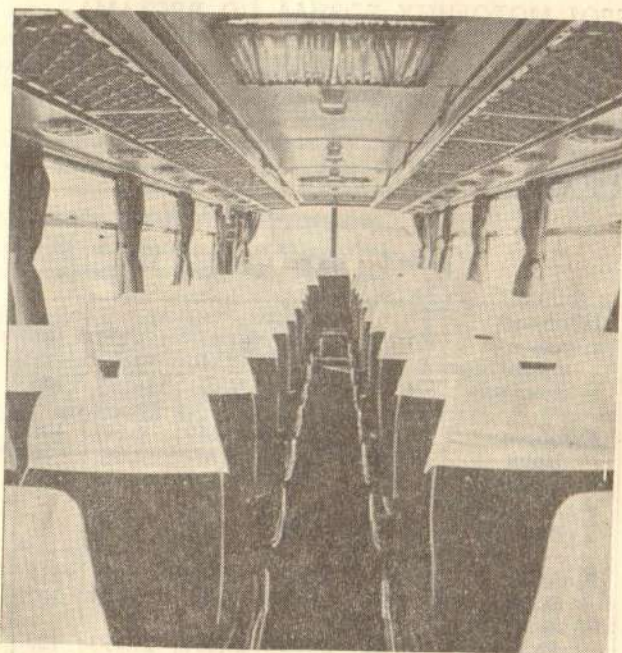
Структура возног парка по старости изгледала је овако:

	камиони	аутобуси
до 1 год. старости	16%	17%
до 2 год. "	17 "	15 "
до 3 год. "	13 "	13 "
до 4 год. "	12 "	14 "
до 5 год. "	13 "	10 "
преко 5 год. "	29 "	31 "

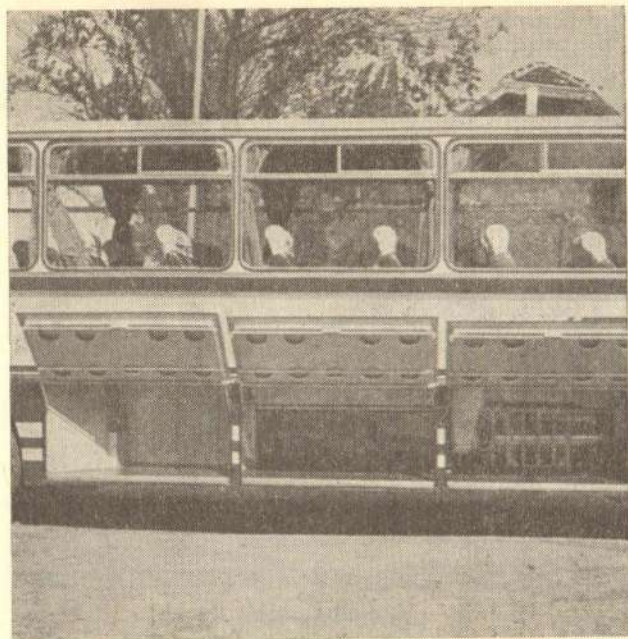
Уочава се веома незадовољавајући проценат возила старијих од 5 година јер он износи 29% за камионе и 31% за аутобусе. С обзиром

на услове експлоатације и брзе промене и измене типова возила који се производе у свету и у нас, сматра се да је економски, а и технички- век возила ове врсте око 5—7 година. Значи проста репродукција возних паркова у организацијама јавног ауто-транспорта одвија се успореније него што то захтева економика савременог пословања. С друге стране, присутне су велике тешкоће у одржавању ових групација возила: застарели типови, резервни делови и сл.

Ако се узме у обзир да је структура по типовима и маркама такође незадовољавајућа, долази се до реалне представе о тешкоћама са којима се непрекидно боре техничке и друге службе одржавања возила. Ради илустрације напомињемо да су теретна возила заступљена



Сл. 2 — Унутрашњи изглед домаћег аутобуса



Сл. 3 — Простор за пртљаг домаћег аутобуса

са 13 основних типова и марака са још великим бројем (око 18) осталих марака. Значи скоро сви европски произвођачи теретних возила нашли су купце на нашем тржишту. Наравно најмасовнији су домаћи произвођачи ТАМ и ФАП са 74% свих возила.

Да би се добила представа учешћа јавног ауто-транспортa у укупном обиму превоза за посматрано подручје изнећемо неке показатеље обима рада за период од 1975. до 1978. године.

Табела 3

	Година					
	1955.		1976.		1977.	1978.
Превоз путника (милиона)		%		%		%
— железница	27	8,1	30	8,9	28	9,3
— друмски јавни	261	78,1	264	78,3	235	78,4
за сопствене потребе	46	13,8	43	12,8	37	12,3
Остварено мил. Пкм						
— железница	1.939	18,2	2.043	18,4	2.242	20,8
— друмски јавни	7.893	74,1	8.214	73,8	7.710	71,6
за сопствене потребе	813	7,7	866	7,8	820	7,6

Из табеле 3. се уочава да је јавни ауто-транспорт апсолутни носилац масовног превоза путника, и то како по броју превезених путника тако и по обиму транспортног рада (80 односно 70% од укупног обима) мада последњих година релативно стагнира, јер је можда за наше услове достигао неки оптимум.

Слична кретања се дешавају и у робном саобраћају тако да имамо:

Табела 4

	Година							
	1975.		1976		1977.		1978.	
Превезено робе (милиона t)		%		%		%		%
— железница	21	9,5	22	9,2	23	7,9	22	7,1
— друмски укупан	186	84,2	203	85	253	87	270	87,7
јавни	16	7,2	15	6,3	19	6,5	22	7,1
за сопствене потребе	159	72	176	73,7	215	74	225	73,1
приватни	11	5	12	5	19	6,5	23	7,5
— речни	14	6,3	14	5,9	15	5,2	16	5,2
Остварено Ткм (милиона)								
— железница	4.536	31,4	4.137	27,9	4.214	26,1	4.571	25,7
— друмски јавни	5.960	41,2	6.597	44,5	7.668	47,4	8.920	50
за сопствене потребе	1.746	12,1	1.795	12,1	2.007	12,4	2.767	15,5
приватни	3.920	27,1	4.450	30	5.145	31,8	5.531	31
— речни	294	2	352	2,4	516	3,2	622	3,5
	3.968	27,4	4.094	27,6	4.281	26,5	4.330	24,3

Код овог вида превоза уочава се стални пораст учешћа ауто-транспортa у укупном обиму рада, мада би повољније било да је овај пораст израженији код јавног саобраћаја на рачун саобраћаја за сопствене потребе. (Напомињемо да су неки подаци о обиму рада код возних паркова за сопствене потребе и код приватних превозника процењени, односно узети су емпиријски јер их званично не обрађују статистичке организације).

Не улазећи у шира анализирања ових промена које се дешавају на нашем транспортном тржишту, ипак треба нагласити да су оне настале из више разлога:

— промена у структури производње а тиме и потрошње;

— смањење производње масовних роба (угаљ, камен, грађа, необрађено дрво и сл.) а тиме и опадање превоза ових врста терета;

— непостојање ефикасније координације појединих грана саобраћаја у најширем смислу;



Сл. 4 — Домаћи кипер од 8 т.

— слаба репродуктивна способност железнице као последица објективних околности (мимо утицаја саме железнице); и најзад

— субјективне слабости на железници које се манифестују преко недовољног коришћења превозних капацитета, што је имало за последицу „одливање“ роба на ефикаснији вид превозења — аутомобилски транспорт.

Мора се признати да су у међувремену настали и повољни услови за развој друмског транспорта тако да се не може рећи да су постигнути резултати искључива заслуга техничко-технолошких предности ове гране саобраћаја или неких изванредних залагања запослених у њој.

Слична кретања на транспортном тржишту су се догађала и у осталим саобраћајно и привредно развијенијим западним земљама. Значи и овде постоји одређена законитост која се мора свестраније анализирати и, по потреби, друштвено каналисати, ако показује извесне нелогичности које нису ни економски оправдане.

Једна од мера је свакако координација саобраћаја путем Друштвеног договора о саобраћајној политици Југославије који је донет почетком 1978. године.

Иако је ауто-транспорт показао запажене резултате у досадашњем развоју, не би се могло тврдити да би се досадашњи тренд могао и наставити углавном због околности које су изван моћи ове гране. Настала енергетска ситуација у свету, па и код нас, битније ће утицати на досадашње токове развоја појединих грана саобраћаја где се пре свега очекује и извесна прерасподела рада између појединих грана саобраћаја, а такође и у унутар самог аутомобилског транспорта. Овде пре свега мислимо на потребу бржег јачања јавног теретног саобраћаја на рачун тзв. превоза за „сопствене потребе“, а такође и на јачање масовног превоза путника средствима јавног превоза на рачун индивидуалне моторизације која је имала тренд раста међу најбржим у свету.



Сл. 5 — Домаћи кипер од 12 т.

Посебне анализе указују да је производност камиона и аутобуса у јавном друмском саобраћају већа за 2 до 3,5 пута од производности истих врста возила која се налазе у возним парковима за сопствене потребе. Наравно, ово не значи да треба потпуно елиминисати овај вид превозења, посебно кад су у питању специјални превози који се врше у склопу технологије производње. Међутим, остаје чињеница (и императив) да се рационализацијом транспорта, у најширем смислу, могу постићи и огромне уштеде на трошковима транспорта и овај „додатни“ издатак у сфери промета знатно смањити. А то је на тај начин од општедруштвеног значаја и интереса свих производно-прометних организација.

Организације јавног ауто-transporta ипак имају објективне шансе да се развијају брже него до сада, али само уз координацију са осталим гранама саобраћаја како то предвиђају постојећи друштвени договори и споразуми из области саобраћаја.

Прилог проучавању отпора клизању на асфалтним коловозним засторима

Др БРАНИМИР УЈДУР, дипл. инж.

УВОД

Већи број параметара, више или мање значајних, присутни су у фази пројектовања, али несумњиво да је остварење безбедности саобраћаја један од основних захтеваних услова.

Уколико је траса пута коректно испројектована и изведена, а несреће се дешавају услед клизања возила по коловозу, онда је недовољан отпор клизању један од најчешћих узрока незгоде.

Прва обимнија испитивања вредности отпора клизању, с обзиром на велике брзине ваздухоплова и захтевани висок степен сигурности, обављена су на аеродромима у Енглеској 1950. године. Десет година касније овом проблему се посвећује адекватна пажња приликом пројектовања и грађења путева.

Обимна истраживања отпора клизању која су извршена последњих година у Западној Европи и САД указала су на постојање његове повезаности са безбедношћу саобраћаја, хрпавошћу коловозног застора и прионљивости гуме возила за коловозни застор, па је остварење ових параметара један од основних задатака сваког пројектанта коловозних конструкција.

У покушајима да се изађе из оквира традиционалних лабораторијских испитивања која дају увид у квалитет коловозне конструкције или коловозног застора са аспекта остварене стабилности, течења, модула „кртости“ или

остварених шупљина, неопходно је усвојити нови приступ у истраживања са циљем утврђивања повезаности између хрпавости коловозне површине, прионљивости гуме за коловозни застор и отпора клизању.

Како количина и врста битуменског везива утиче на вредност отпора клизању и које су најпогодније асфалтне мешавине за наше услове које ће пружити висок отпор клизању задржавајући га за дужи временски период. Утицај микро и макро хрпавости су недовољно проучени са аспекта отпора клизању. Недостају критеријуми за отпор клизању и хрпавост застора за наше услове, као и рангирање саобраћајница у односу на коефицијент смањења отпора клизању.

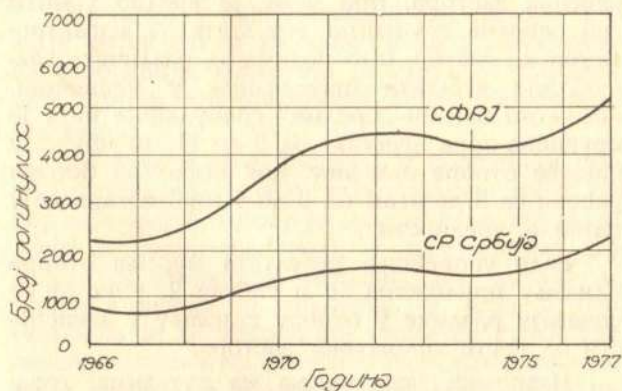
У овом раду је у најкраћем дат приказ вишегодишњег мерења отпора клизању, а добијени резултати су послужили да се изведу потребни закључци. Измерене су вредности отпора клизању на посебно изграђеним деоницама пута за потребе истраживања, као и на деоницама пута које су од интереса за разматрање. Испитивања су обухватила мерења на „црним тачкама“ на основу којих су формиран иницијални услови. Мерењима су обухваћени многи путеви СР Србије, Црне Горе и САП Војводине ради што комплекснијег сагледавања проблема и доношења одговарајућих закључака.

Теоријско разматрање проблема и обављен експериментални рад омогућили су да се сагледају и они проблеми којима до сада нисмо посветили потребну пажњу.

На основу добијених резултата испитивања и статистичке обраде података добијене су граничне криве за минералну мешавину која даје асфалтни коловоз са високим отпором клизању и повећаном хрпавошћу за три карактеристична случаја (ванградске путеве, градске саобраћајнице и пресвлачење деградираних коловозних површина ради повећања отпора клизању при влажном стању површине коловоза за дужи временски период.

Мерења отпора клизању обављена су са Портбле скид резистанце тестером.

Испитивања отпора клизању обављена су и на носећим слојевима коловозних конструкција који служе као „привремени застори у



Сл. 1 — Број погинулих у СФРЈ и СР Србији са покрајинама у периоду од 1966. до 1977. године.

току етапне изградње са ограниченим временом употребе.

Мерења на путевима и у лабораторији указала су на значајан утицај везива у асфалтној мешавини на отпор клизању што раније није у потпуности било познато.

Анализа резултата мерења извршених у оквиру експерименталног дела рада указала су на битне параметре о којима мора да се води рачуна приликом пројектовања и извођења асфалтних застора, као и на могућност даљег истраживачког рада у овој области.

1.0 Мерење отпора клизању на коловозним засторима од асфалтног бетона у СР Србији, СР Црној Гори и САП Војводини

Према важећем стандарду ЈУС У. Е. 4014, за израду асфалтних бетона, извршена је подела према саставу и величини зрна у асфалтној мешавини, и то:

- пешћани асфалт са зрном од 0 до 2,0 мм
- асфалтни бетон са зрном од 0 до 5,0 мм
- асфалтни бетон са зрном од 0 до 8,0 мм
- асфалтни бетон са зрном од 0 до 11,0 мм
- асфалтни бетон са зрном од 0 до 16,0 мм

Поред захтеваних физичко-механичких својстава за агрегат примењен у асфалтној мешавини, захтеваних физичко-механичких својстава асфалтних мешавина или уграђеног слоја, важећи ЈУС прописује количину и тип битумена за поједине мешавине. Међутим, уочава се недостатак критеријума у погледу потребних отпора клизању које треба да пружи застор на почетку и у току експлоатације. ЈУС У. Е. 4.014 прописује начин уграђивања, транспорт готове асфалтне масе, справљање асфалтне мешавине, контролу равности изграђеног застора, међутим нема речи о храпавости коловозних застора и његовим захтевима у погледу остварења безбедне површине при различитим временским условима. То је био разлог за мерење отпора клизању на асфалтно бетонским засторима који задовољавају стандард ЈУС У. Е. 4.014 и утврди њихова зависност од крупноће примењеног агрегата, количине и врсте везива и мешавини. У табели 1 сажето су приказани резултати мерења отпора клизању на путевима СР Србије, Црне Горе и САП Војводине.

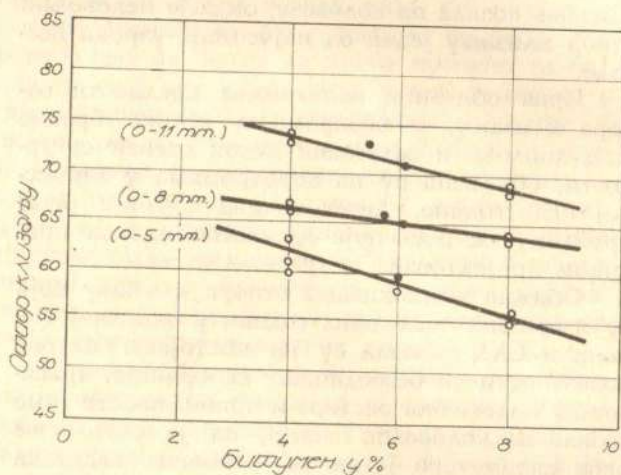
Табела 1

Асфалтни бетон са величином зрна	Просечан отпор клизања	Врста Битумена
0—5 mm	58	Бит. 60, (45)
0—8 mm	66	Бит. 60, (45)
0—11 mm	73	Бит. 90—60 (45)
0—15 mm	69	Бит. 60, (90)

Анализом резултата датих у табели 1 уочава се да асфалтни бетон са величином зрна агрегата 0 — 11 мм пружа највећи отпор кли-

зању, а асфалтни бетон компонован са великим зрна агрегата од 0 до 5 мм најнижу. Код средњезрних мешавина у пуној мери долази до изражаја макро и микро храпавост. Крупнозрна мешавина од које се очекивало да пружи највећи отпор клизању, у односу на друге мешавине, има нешто нижу вредност. Извршена мерења су показала да у почетку експлоатације ови застори дају високе отпоре клизању, а да у зависности од величине саобраћаја и квалитета агрегата, често знатно опадају, убрзо после изградње. Врхови агрегата на површини застора, који је изложен саобраћају, се углачају и при влажном стању површине коловоза чине његову површину клизавом.

Ситнозрне мешавине типа пешчаног асфалта, чија је крупноћа зрна агрегата 0 до 5 мм, показују задовољавајућу отпорност клизању, међутим, не задовољавају у погледу храпавости (евидентирана је храпавост испод 0,60) па ове засторе не би требало користити за путеве са већим брзинама кретања саобраћаја. Немогућност дренажа воде кроз коловоз у тренутку наилаaska гума возила ограничава њихову примену.



Сл. 2 — Графички приказ вредности отпора клизању на асфалтним коловозним засторима.

На слици 2 дат је графички приказ вредности отпора клизању на асфалтним засторима у коме се уочава групација резултата код одређених застора, при чему је вредно уочити три основне групације резултата за асфалтно-бетонски застор, што потиче од различите гранулације агрегата примењеног у мешавини. Асфалтни бетони „средње“ гранулације чија је крупноћа зрна агрегата од 0 до 11 мм пружају највеће отпоре клизању, док асфалтни бетони рађени са агрегатом од 0 до 5 милиметара дају најниже вредности.

Ради упоређења резултата мерења отпора клизању приложена је и табела 2. у којој се уочавају разлике у отпору клизању у зависности од врсте коловозног застора.

Извршена испитивања на путевима, градским саобраћајницама, општим деоницама, мостовима и на асфалтним засторима различитим

Табела 2

КЛИЗАЊЕ У ЗАВИСНОСТИ ОД ВРСТЕ АСФАЛТНОГ ЗАСТОРА

ВРСТА ЗАСТОРА	Макс. вредност	Средња вредност	Мин. вредност	Захтевана мин. вредност	ПРИМЕДБА
Отпор клизању					
Асфалт-бетон	83,6	66,4	53,1	55	Неуједначеност у резултатима потиче до разнородних мешавина — крупнозрнасте или ситнозрнасте — као и од века трајања
Дробљени битуменизирани агрегат	88,8	81,5	76	55	Висок отпор на клизање препоручује ову мешавину за застор у етапној изградњи коловозне конструкције са ограниченим временом употребе
Битуменизирани шљунак	82	70,4	62	55	„ „
Ливени асфалт	45	44,2	43,4	55 60 (55)	Класично рађен ливени асфалт има низак отпор на клизање те на основу овог критеријума није погодан за моторни саобраћај

по саставу и дужини експлоатације омогућила су формирање одређених закључака:

„Црне тачке“ на путевима на којима су учестале саобраћајне незгоде изазване клизањем возила по коловозу послужиле су као основ за формирање граничних услова о минималним допуштеним вредностима отпора клизању.

Обимна испитивања коловозних површина изграђених путева, са аспекта отпора клизању омогућила су рангирање саобраћајница у односу на коефицијент смањења отпора клизању (K_s).

Утврђено је да квалитет минералног агрегата, његово неједнако хабање, има позитивног утицаја на постојаност отпора клизању и његову апсолутну вредност.

Скелетна структура асфалтне мешавине и мања количина битуменоског везива у мешавини спречавају појаву колотрага и тиме доприносе квалитету како хабајућег слоја тако и отпора клизању.

На почетку експлоатације сви застори пружају висок отпор клизању, а да у зависности од саобраћаја, квалитета агрегата и битуменоског везива, отпор клизању опада убрзо после изградње.

Колотрази (деформације у попречном профилу пута) по правилу имају знатно нижи отпор клизању у односу на делове пита ван њега. Локално накупљање воде у колотразима најчешћи су узроци несреће, јер долази до клизања возила по коловозу. У вези с тим, утврђено је да недостатак скелетне структуре, повећана количина везива у асфалтној мешавини и недовољна збијеност асфалтног слоја поспешује стварање колотрага.

Визуелном оценом површина коловозних застора може се извршити следећа класификација у погледу храпавости:

- глатка текстура са просечним отпором клизању од 0 до 60,
- средња текстура са просечним отпором клизању од 60 до 70,
- груба текстура са просечним отпором клизању већим од 70.

Генерално би се могло закључити да у принципу важи подела:

- глатка текстура — клизав коловоз,
- средња храпава текстура — хватљив коловоз,
- груба текстура — врло хватљив коловоз.

2.0 Анализа резултата мерења отпора клизању у лабораторији

Анализом резултата добијених мерењем отпора клизању на путевима и опитним деоницама уочена је зависност отпора клизању од количине битумена. Да би се ова зависност испитала у лабораторији су извршена испитивања на три карактеристичне асфалтне мешавине.

Испитивање је извршено на асфалтно-бетонским засторима који су рађени према техничким условима за израду асфалтних бетона, и то:

- асфалтном бетону са величином зрна агрегата 0 до 5 мм
- асфалтном бетону са величином зрна агрегата 0 до 8 мм
- асфалтном бетону са величином зрна агрегата 0 до 11 мм.

Мешавине су компоноване са 4% и 8% битумена а коришћен је битумен Бит 60 из Босанског Брода. Пројектоване су три асфалтне мешавине за сваки проценат битумена, а нису компоноване мешавине са мање од 4% и више од 8% битумена, јер такве мешавине не могу остварити потребне физичко-механичке карактеристике захтеване ЈУС. У. Е. 4.014.

У табели 3. дат је приказ лабораторијских мерења отпора клизању, а ради упоређивања приказане су просечне вредности отпора клизању измерене на путевима.

Табела 3

Т и п асфалтне мешавине	% Битумена						% Бит. по Јус-у			Врста битумена
	4	6	8	4	6	8	6	5.8	5.5	
	Измерени отпор клизању									
	У лабо- раторији			Средња вредност			Мерено на путу			
Асфалтни бетон 0-5 mm.	63	58	55							
	31	59	56							
	60	60	56	61.3	69.6	55.6	58			Бит. 60
Асфалтни бетон 0-8 mm.	66	65	63							
	67	65	64							
	66	65	63	66.3	65.0	63.3	66			Бит. 60
Асфалтни бетон 0-11 mm.	73	72	69							
	74	72	68							
	73	72	69	73.3	72.0	69.6	73			Бит. 60

Као упоређење дати су резултати средњих вредности отпора клизању на основу мерења извршених на путевима, при чему се уочава сличност у резултатима оба мерења.

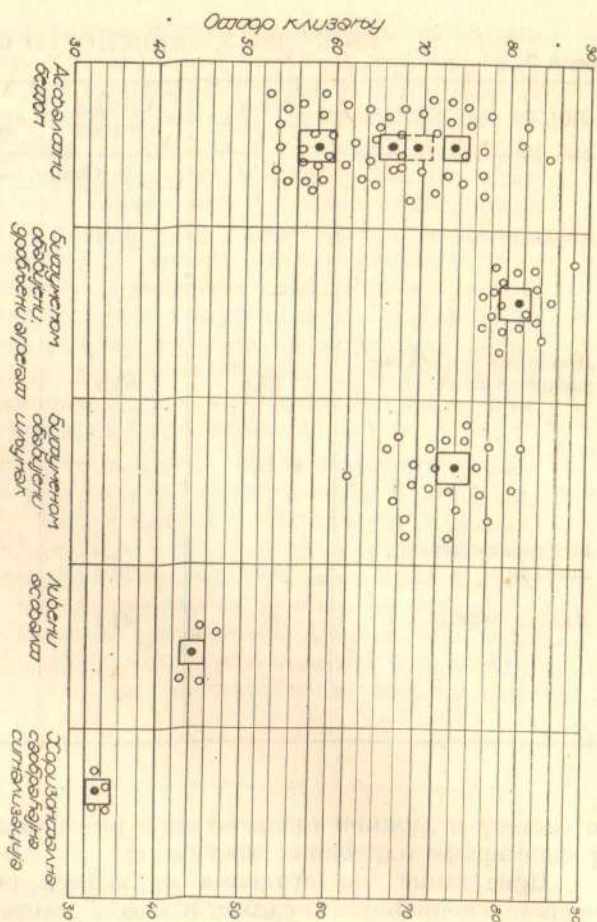
На слици 3. дат је приказ зависности отпора клизању у функцији примењене количине битумена.

Анализирајући дијаграм (сл. 3) видимо да повећана количина битумена у асфалтној мешавини негативно утиче на отпор клизању и да тзв. смањење количине везива пружају већи отпор клизању од мешавина компонованих са већом количином битумена.

Крупнозрне мешавине су мање осетљиве на промену количине битумена од ситнозрних.

Уочава се да ситнозрна мешавина даје ниже, а мешавина 0 до 11 мм више вредности отпора клизању, као и да мешавине 0 до 8 мм и 0 до 11 мм имају мањи нагиб од мешавине 0 до 5 мм.

Ова испитивања су указала на примаран утицај гранулометријског састава, поред значајног утицаја учешћа битумена у минералној мешавини. Мерењима на путевима је утврђено да повећана количина везива у асфалтној мешавини утиче на појаву „масних“ флека на површини коловоза што доводи до смањења отпора клизању и указује да на тим површинама долази до пенетрације асфалтног мастикса (песак + камено брашно + битумен) у горње слојеве асфалтног застора. То је оцењено као неповољно са аспекта отпора клизању.



Сл. 3 — Зависност отпора клизању од количине везива у асфалтно-бетонској мешавини.

На таквим засторима уочен је губитак макро храпавости и појава колотрага (трајна деформација површине коловоза у попречном профилу на трагу кретања возила).

Упоредјујући компоноване мешавине у лабораторији и зависност отпора клизању од количине везива, са искуствима стеченим током мерења на путевима, може се претпоставити да би лабораторијски резултати били за 5 до 8% већи када би се са површине лабораторијских узорака скинуо танки битуменски слој који се ствара на површини новог коловоза. Пракса је показала да после 3 месеца експлоатације долази до повећања отпора клизању код нових коловоза а то је просечно време које је потребно да се под утицајем саобраћаја скине танак слој сувишног везива са површине коловоза.

У том случају реално је очекивати да би лабораторијски резултати били за исти % већи, а то значи да би асфалтне мешавине требало радити за (0,2 до 0,4%) мањом количином битумена него што је предложено ЈУС-ом У. Е. 4.014 за одређену мешавину.

ЗАКЉУЧАК

Пројектовање асфалтних мешавина и димензионисање флексибилних коловозних конструкција представља, без сумње, врло сложен

проблем у области прорачуна грађевинских конструкција, па је дефинисање потребне храпавости и отпора клизању само један од проблема који треба решити ради остварења потребне безбедности, сигурности и економичности при изградњи и експлоатацији пута.

Асфалтни коловози су директно изложени утицају саобраћаја па морају поседовати одговарајуће особине како би задовољили низ параметара које захтева данашњи степен моторизације и експлоатације пута. Имајући ову чињеницу у виду, појављује се потреба за изналажењем коловозне површине која ће пружити пуну сигурност и безбедност саобраћају при свим временским условима са аспекта потребне храпавости и отпора клизању, задржавајући их за дужи временски период.

Одређивање потребног отпора клизању коловоза експерименталним путем су постала неопходна, јер је то готово једини начин да се дошло до стварних података који ће послужити као основ и провера теоријских поставки приликом пројектовања коловоза.

С обзиром на изузетну сложеност проблема који је мултидисциплинарног карактера, намеће се потреба и за солидним теоријским разматрањем, али су директна мерења на путевима и експерименталним деоницама најбољи прилаз проучавању овога проблема.

Комплексном анализом добијени су одговарајући закључци. Обављени експерименти указују на више значајних закључака. Међутим, посебно се може издвојити неколико битних.

1. С обзиром да у нашој техничкој регулативи не постоје критеријуми за мерење отпора клизању, неопходно је било извршити претходна мерења и формирати граничне услове. У том циљу, искоришћени су подаци Републичког СУП-а за безбедност саобраћаја о „црним тачкама“ на путевима СР Србије, на којима се дешавају учестале саобраћајне незгоде изазване клизањем возила по коловозу. Ова мерења су допуњена мерењима на мостовима, кривинама малог радијуса, градским и ванградским саобраћајницама и деловима пута који су значајни за разматрање овога проблема. Комплексном анализом резултата установљени су критеријуми о минимално допуштеним вредностима отпора клизању за поједине путне правце и делове пута који су дати у табели 4, а уједно су формиран и гранични услови. Остали услови су формиран на основу искуства стечених експерименталним радом на основу понашања изграђених деоница пута у току осматрања.

2. Анализом резултата добијених мерењем отпора клизању на путевима и опитним деоницама уочена је зависност отпора клизању од количине битумена. То је био повод да се у лабораторији изврше испитивања на карактеристичне асфалтно-бетонске мешавине и утврди њихова зависност од количине везива у односу на отпор клизању (Табела 5).

Утврђено је да повећана количина битумена у асфалтној мешавини негативно утиче на отпор клизању и да мешавине са мањом коли-

Табела 4

КАРАКТЕРИСТИКЕ ПУТА	Отпор клизању		
	Граница вредност	Експлоат. вредност	Почет. вредност
А). Путеви са брзинама мањим од 80 km/h — Градске саобраћајнице	min. 50	min. 55	> 60
Б). Путеви и ауто путеви са брзинама већим од 80 km/h	min. 55	min. 60	> 65
В). Деонице са отежаним условима саобраћаја: — путеви са две или више саобраћајних трака по смеру — кривине са „R“ мањим од 150 m. после дугачких праваца — успони већи од 8% и дужи од 100 m.	min. 60	min. 65	> 70
Д). Улази и излази из тунела где дува јак ветар	min. 60	min. 65	> 70
Д). Деонице пута испред семафора и на раскрсницама	min. 60	min. 65	> 70
Ђ). Мостови и надвожњаци	min. 60	min. 65	> 70
Е). Носећи слојеви коловозне конструкције у функцији привремених застора	min. 60	min. 65	> 70
Ж). Друга опасна места	min. 60	min. 65	> 70

Табела 5

Тип асфалтне мешавине	% битумена у асфалтној мешавини						Врста битумена
	4	6	8	4	6	8	
	Измерени отпор клизању						
	у лаборатор.			средња вред.			
Асфалтни бетон 0—5 mm	63	58	55	61,3	59,6	55,6	Бит. 60
Асфалтни бетон 0—8 mm	66	65	63	66,3	65,0	63,3	Бит. 60
Асфалтни бетон 0—11 mm	73	72	69	73,3	72,0	70,6	Бит. 60

чином везива пружају већи отпор клизању. Уочено је да ситнозрне мешавине дају ниже, а средњезрне (0 до 11 mm) више вредности отпора клизању, као и да су мешавине (0 до 8 mm) и (0 до 11 mm) мање осетљиве на варијације количине везива од мешавине (0 до 5 mm).

Пракса је показала да се после просечно три месеца експлоатације танки битуменски слој под утицајем саобраћаја скине са површи-

не коловоза и да се отпор клизању повећа за просечно 5 до 8%. У том случају, реално је очекивати повећање лабораторијских резултата за исту вредност, а то значи да би асфалтне мешавине требало радити за (0,2 до 0,4%) мањом количином битумена него што је предвиђено ЈУС-ом У. Е. 4.014 за одређену асфалтну мешавину.

3. Због економске оправданости, етапна изградња коловозних конструкција све чешће се користи у нашој пракси. Шљунковито-песковити или дробљени камени материјали обавијен битуменом су при томе најчешће у примени као „привремени“ коловозни застор.

То је био разлог да се мерењем отпора клизању утврди квалитет и подобност примене ових мешавина.

На основу обављених експеримената се може закључити да шљунковито-песковити материјал обавијен битуменом не би требало користити дуже од 2 до 3 године као коловозни застор у етапној изградњи коловозних конструкција за велики обим саобраћаја. Треба истаћи да на почетку експлоатације ови застори пружају висок отпор клизању где примарни утицај има микро-храпавост као последица присуства кварца у пешчаној фракцији мешавине.

При дужем коришћењу овог „привременог“ застора уочена је појава трајних деформација у попречном профилу на трагу кретања возила што у кишним данима доводи до локалног накупљања воде, а то директно утиче на безбедност саобраћаја јер нагло опада отпор клизању.

Нешто више вредности отпора клизању регистроване су на засторима који поред песковито-шљунковите фракције садрже и дробљени агрегат у количини 30 до 40%.

„Привремени“ коловозни застори рађени од дробљеног агрегата обавијеног битуменом имају нешто блажи пад вредности отпора клизању у функцији времена те се дуже могу користити као коловозни застори од претходне песковито-шљунковите мешавине обавијене битуменом. Због тога је било неопходно „привремено“ коловозе контролисати у погледу отпора клизању периодичним мерењима и извршити прекривање завршним слојем асфалта чим се уочи пад вредности овог параметра, као и појава деформације у попречном профилу, уколико се из других разлога то не обави раније.

4. На основу праћења понашања изграђених асфалтних коловоза са аспекта храпавости и отпора клизању, на путевима и експерименталним деоницама у СР Србији, Црној Гори и САП Војводини, анализирајући примењене мешавине и њихов гранулометријски састав, 1977. године компоноване су три асфалтне мешавине које одступају од стандарда ЈУС У. Е. 4.014.

Све три асфалтне мешавине су типа асфалтног бетона и уграђене су на градску саобраћајницу у Новом Београду, као опитну деоницу а представљају резултат сазнања, кроз експериментални рад о оптималним асфалтним мешавинама погодним за наше услове које пружају

висок отпор клизању при влажном стању површине коловоза, задржавајући га за дужи временски период.

Компоноване мешавине се међу собом разликују по гранулометријском саставу и врсти употребе.

Мешавина типа „А“ погодна је за ванградске путеве и градске саобраћајнице. Мешавина типа „Б“ за градске саобраћајнице и прекривање изграђених деградираних застора. Мешавина типа „Ц“ за градске саобраћајнице.

Гранични појас и основне карактеристике асфалтних мешавина које пружају висок отпор клизању дате су у табели 6.

Табела 6

ОТВОР СИТА и mm	Тип А		Тип Б		Тип В	
	% прола- за кроз сито	% одсту- пања	% прола- за кроз сито	% одсту- пања	% прола- за кроз сито	% одсту- пања
18	100	± 0	—	—	—	—
11	95—100	± 5	100	0	100	0
8,0	65—85	± 5	95—100	± 5	95—100	± 5
5,0	32—65	± 6	45—70	± 6	65—80	± 4
2,0	15—39	± 7	8—40	± 7	—	—
0,63	8—26	± 6	—	—	35—70	± 4
0,25	3—12	± 3	3—15	± 5	17—40	± 3
0,09	2—6	± 6	2—8	± 2	5—12	± 2

% битумена 5,5—6,5 ± 0,4 6—7,5 ± 0,4 7,5—8,5 ± 0,4

Пенетрација 80—100 80—100 50—70

Температура

на месту уграђивања 110—150 110—150 140—180

Структура мешавине Гранулирана Пешчана Пешчана

Типична употреба У ванградским и градским условима У градским условима и за пресвлачење

С оузиrom на тенденцију повећања отпора клизања у протеклом периоду (два лета и једна зима) и његову релативно високу вредност, као и позитивно понашање асфалтног застора под утицајем саобраћаја, све три мешавине се могу препоручити за ширу употребу у пракси.

5. На основу мерења извршених у лабораторији, опитним деоницама и путевима, утврђено је да су разлози за губитак храпавости, односно отпора клизању повећан обим саобраћаја, повећана количина везива у асфалтној мешавини, лако углачљив агрегат на површини коловозног застора, пенетрирање асфалтног мастика у горње слојеве асфалтног коловоза појава деформација-колотрага на трагу возила у попречном профилу пута. Комплексан или делимичан утицај наведених фактора доводи до разлике у храпавости коловозних застора у експлоатацији. Међутим, величина храпавости има великог утицаја на величину отпора клизању.

На основу визуелне оцене површине коловоза у погледу храпавости, може се извршити следећа класификација са аспекта отпора клизању:

- глатка текстура са просечним отпором клизању од 0 до 60,
- средња храпава текстура са просечним отпором клизању од 60 до 70,
- груба текстура са просечним отпором клизању већим од 70.

Условно би се могло рећи да:

- глатка текстура карактерише клизав коловоз,
- средња храпава текстура карактерише хватљив коловоз,
- груба текстура карактерише врло хватљив коловоз.

Ово указује да треба тежити остварењу средње храпавим и грубим текстурама коловоза уколико се жели постићи висок отпор клизању коловозног застора.

6. Периодично мерење отпора клизању у одређеним временским размацима добијена је промена отпора клизању у функцији времена.

Требало би тежити пројектовању мешавина за коловозне засторе који ће повећавати отпор клизању у функцији времена, што је веома тешко, или да се процес углачавања агрегата на површини застора што више успори.

Коефицијент смањења (K_s) отпора клизању после две године експлоатације дат је односом:

$$K_s = \frac{O_{k2}}{O_{k1}}$$

при чему је:

- O_{k1} — отпор клизању на почетку експлоатације, а
- O_{k2} — отпор клизању после две године експлоатације.

У приложеној табели 7 дата је зависност коефицијента смањења отпора клизања (K_s) од ранга саобраћајнице.

Табела 7

Редни број	K_s —коефицијент	Категоризација путева с обзиром на величину саобраћаја
1.	$\geq 0,95$	Ауто-путеви и путеви I разреда
2.	0,90—0,95	Путеви II разреда
3.	0,85—0,90	Путеви III разреда
4.	$< 0,85$	Путеви IV и V разреда

7. Структура асфалтно-бетонских мешавина, поред осталих утицајних фактора има прима-ран утицај на отпор клизању.

На путевима са великом фреквенцијом саобраћаја, где су заступљене велике брзине кретања возила, не би требало радити засторе „затворене“ фино-зрне структуре, јер они спречавају дренажање воде испод гуме точка возила, што представља потенцијалну опасност за безбедност саобраћаја.

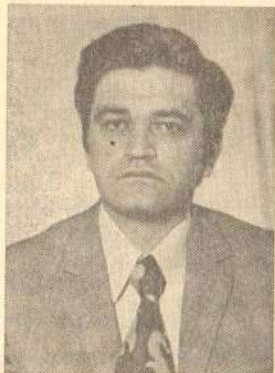
„Отворене“ структуре асфалтних мешавина, најчешће дисконтинуалног гранулометријског карактера, дају храпаве површине коловоза са високим отпором клизању, па их треба употребљавати као засторе на путевима са великом брзином кретања саобраћаја.

Сви добијени резултати, извршене анализе и изведени закључци у овом раду представљају само један део доприноса и етапу рада у дефинисању отпора клизању и храпавости асфалтних коловозних застора. Свакако да ће даља истраживања решити низ других проблема у овој комплексној области која захтева дугогодишњи рад и велика материјална улагања, и то:

- до које мере скелетна структура и врста везива могу утицати на спречавање појаве колотрага у асфалтном коловозном застору,
- успостављање везе између отпора клизању и коефицијента трења код мерача који мере ове вредности,
- утицај оксидације битуменског везива на величину отпора клизања,
- утицај допова и еластомера као додатка битуменском везиву на величину вредности отпора клизању,
- утврђивање најпогодније методе и средстава за испитивање отпора клизању за наше услове као и формирање једнообразних система испитивања.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Robert D. Richard, D. Wolker: Krebс, »Higway materials«, Mc Graw Hill-Book company, 1972.
- [2] Grupa autora: Educational series №. 1. (ES-1), »Asphalt Tehnology and Construction, the Asphalt Institute«, januar 1971.
- [3] Grupa autora: »Skid Resistance« 14, National Cooperative Highway Research Program Sintesis od Highway practis, 1971.
- [4] Grupa autora: »Skid Resistance« 523, Transportation Research Board, Washington D. C., 1974.
- [5] O' Flaherty: »Highway Engineering C. A.«, 1974.
- [6] Shupe J. W., »Skid Resistance« Moyer R. A.: »Roughnes and Skid Resistance Measurement od Pavement in California« H. R. B. Bull. 37/1951.
- [7] Бранимир Ујдур Докторска дисертација.



Мр Михаило Малетин, нови магистар техничких наука из области путоградње

Из Друштва за путеве

Михаило Малетин је рођен 1940. године у Чачку. Гимназију је завршио 1959. године у Београду, а 1965. године је дипломирао на Грађевинском факултету Универзитета у Београду.

Од 1965. до 1972. године је радио у Урбанистичком заводу града Београда на задацима урбани-

стичког планирања и пројектовања градских саобраћајница.

Јуна 1972. године изабран је за асистента на Грађевинском факултету у Београду за предмет Градске саобраћајнице. Паралелно са обавезама у настави М. Малетин је сарађивао у решавању многих сложених урбанистичких

проблема. Уз ову запажену активност, магистрирао је априла 1979. године на Грађевинском факултету у Београду радом под називом: „ПРИЛОГ МЕТОДОЛОГИЈА ИЗБОРА НАЈПОВОЉНИЈЕГ КОРИДОРА ЗА ИЗГРАДЊУ МАГИСТРАЛНИХ САОБРАЋАЈНИЦА“.



Др БРАНИМИР УЈАДУР

Др Бранимир Ујадур, дипл. инж., рођен је 3. јуна 1943. године у Иванић-Граду. Основну школу и Грађевинску техничку школу завршио је у Београду а 1962. године дипломирао је на Грађевинском факултету у Београду на смеру за путеве и железнице. Дипломски рад радио је из области путева. Маја 1969. запослио се у Дирекцији за изградњу Новог Београда и Земунa и као приправник бива укључен у групу која је руководила изградњом ауто-пута кроз Нови Београд, тада највећим градилиштем у граду. После завршеног приправничког стажа одлази на одслужење војног рока у Пулу, где као инжењер ради на самосталном пројектовању више војних објеката од којих је неке извео.

За свој рад бива награђен Медаљом за војничке заслуге.

По изласку из ЈНА враћа се у Дирекцију за изградњу Новог Београда и Земунa и поново ради на изградњи ауто-пута кроз Нови Београд до његовог завршетка. Стручни испит положио је 1972. и исте године се уписује на по-

следипломске студије на Грађевинском факултету у Београду на смеру за путеве и железнице. Магистарски рад одбранио је марта 1976. године.

У току 1976—1978. године руководио је израдом два научна рада, а 1979. године одбранио је докторску дисертацију под насловом: „Прилог проучавању отпора клизању на асфалтним коловозним засторима“.

Дисертација др Бранимира Ујадуре односи се на проучавање отпора клизању при влажном стању површине асфалтних коловоза у зависности од бројних утицајних фактора што је у директној вези са саобраћајним незгодама изазваним клизањем возила по коловозу.

Рад представља озбиљан покушај да се на широј методолошкој основи обради комплексан проблем испитивања отпора клизању при влажном стању површине разних врста коловозних застора.

Поред исцрпног теоријског разматрања проблема отпора клизању тежиште рада је на експерименталној обради којом су обухваћени путеви СР Србије, СР Црне Горе и САП Војводине. У дисертацији је, први пут у нас, експериментално доказан утицај врсте и количине битуменског везива на отпор клизању, формиран су критеријуми за мерење отпора клизању који су недостајали нашој инжењерској пракси — засновани на мерењима на „црним тачкама“ на којима долази до учесталог клизања возила по влажном коловозу и на другим местима значајним по свом локалитету или врсти коловозног застора. Такође су формиран критеријуми о кретању отпора клизању у току времена

у односу на ранг саобраћајнице, што је приказано коефицијентом смањења отпора клизању.

Мерења отпора клизању на носећим слојевима коловозних конструкција који имају улогу „привремених“ коловозних застора у етапној изградњи коловозне конструкције указали су на могућност примене таквог застора са аспекта отпора клизању. Добијени резултати и изведени закључци у овом смислу указују да дисертација представља допринос науци и струци и да је од посебног интереса за практичну примену.

Др Бранимир Ујадур је све време у току последипломских студија и израде дисертације био стално запослен у Заводу за изградњу града и за то време је извео низ објеката на подручју Новог Београда и Земунa и Батајничког аеродрома. Иако релативно млад успео је да своја са знања пренесе у праксу која му је била ослонац за проверу теоријских поставки, посебно када је реч о коловозним конструкцијама и храпавости коловозних површина о чему је објавио неколико запажених чланака.

Савестан и стручан рад омогућио му је да постане стални члан Стручног савета Завода за изградњу града, где се и данас налази. Са сигурношћу можемо очекивати да ће др Бранимир Ујадур и даље успешно радити на научним истраживањима у области коловозних конструкција и афирмацији путоградње у нашој земљи.

Припремнио

Проф. др

Миодраг Обрадовић, дипл. инж.



IN MEMORIAM

Душан Коблишка,
дипл. инж.

Дана 2. маја 1979. године угасио се живот једног од великих заљубљеника наших путева, дипломираног инжењера Душана Коблишке, човека који је неуморно радио и несебично уложио 42 године рада, ентузијазма и пожртвовања да би својим радом допринео напредку и развоју путева и наше земље и својим не малим доприносом уградио себе и свој дугогодишњи рад у километре и километре путева.

Опростили смо се од инжењера Душана Коблишке, али њему блиски остали су да се његов живот почео гасити када је напустио активан рад. Његов живот је био везан за рад и за путеве. Ако се за икога без двоумљења може рећи да му је рад био смисао живота, а животни мото „Виа-вита“ (пут је живот), онда је то Инж. Душан Коблишка.

Рођен је 1902. године у Нишу, где му је отац био професор гимназије. Основну школу и гимназију завршио је у родном месту, а грађевински одсек Техничког факултета у Београду.

Није имао ни пуних 14 година (1916. године) када му је умро отац.

Остао је сам са мајком тако да је живео прилично оскудно. У таквој ситуацији и борби за опстанак био је присиљен да научи обућарски и књиговезачки занат, што му је за време окупације много користило. Још од четвртог разреда гимназије давао је приватне часове, а за време студија на Техничком факултету издржавао се делом од стипендије, а делом од приватних часова.

Још у току студија почео је да ради у бившем Обласном одбору у Нишу, а после завршених студија запослио се у Техничком одељку бивше Банске управе на пословима из области путева. Извесно време радио је у Техничком одељку у Ваљеву на хидротехничким пословима, а по ослобођењу на подизању порушених мостова. У периоду од 1945. до 1947. године радио је прво као инжењер у Грађевинском одељку Окружног одбора у Нишу, а касније као начелник истог одељења. Затим је постављен за директора и главног инжењера Грађевинског предузећа „Пионир“ у Нишу, а после тога за помоћника директора Предузећа за изградњу шумских путева у Титовом Ужицу. По завршетку изградње ових путева, прешао је на положај главног инжењера Предузећа за уређење бујница у Грделичкој клисури.

Извесно време је радио као хонорарни наставник за предмет „Грађење путева“ у Средњој техничкој школи у Нишу, затим је био руководилац Техничке секције за путеве и директор и технички директор Предузећа за путеве у Нишу, а са овог положаја је и отишао у пензију после пуних 42 године непрекидне службе.

Данас је већ проређен број колега и познаника који знају колики је он допринос дао нашим путевима.

У својој дугогодишњој пракси Инж. Душан Коблишка је са великим успехом решавао разне

проблеме из области пројектовања и грађења путева, хидротехнике и других области грађевинарства.

Инж. Душан Коблишка се у својој стручној пракси одликовао великим радним еланом, савесношћу, инвентивношћу и смислом за рационално и економично решење постављених стручних задатака.

Човек пун духа, увек спреман да се нашали, остао је у сећању сарадника као омиљен друг и велики пријатељ.

Међу инжењерима старије генерације Душан Коблишка се истиче својим радом и стручношћу и то како на пољу грађевинарске делатности, тако и у области друштвеног рада.

Поред своје стручне ангажованости Инж. Душан Коблишка је био и активан друштвени радник. Више од 40 година је био члан Друштва инжењера и техничара, оснивач је и дугогодишњи председник секције Друштва за путеве у Нишу, а више година је био веома активан члан управе Друштва за путеве Србије. Поред тога 12 година је био одборник Општинске скупштине у Нишу. За свој стручни и друштвени рад добио је низ признања: одликовања, плакета и повеља и то:

- Орден рада са златним венцем,
- Златну плакету Савеза грађевинских инжењера и техничара Југославије,
- Повељу Скупштине општине Ниш, поводом 25-то годишњице ослобођења града,
- Повељу Савеза грађевинских инжењера и техничара Србије,
- Јубиларну спомен плакету Савеза инжењера и техничара свих струка Србије,
- Захвалницу Дирекције путева СР Србије,
- и Спомен плакету Друштва за путеве Србије — Секције Ниш.

Инж. Коблишка је почасни члан Савеза грађевинских инжењера и техничара Југославије, почасни члан Југословенског друштва за путеве, почасни члан Савеза грађевинских инжењера и техничара Србије и заслужни члан Друштва инжењера и техничара свих струка Општине Ниш.

Сва ова признања за дугогодишњи неуморни и савестан рад у струци и друштвеним организацијама Инж. Душан Коблишка је потпуно и заслужно.

Успеси и достигнућа у нашој путоградњи дело су бројних трудбеника и стручњака који су стални мањак у финансијским средствима и опреми надокнађивали ентузијазмом, сналагљивошћу, прегашташтом и љубављу, не тражећи за то посебне награде и признања. Један од тих стручњака је и наш уважени, поштовани и вољени Душан Коблишка.

Ови редови тужног сећања посвећени су Душану Коблишки, другом и човеку. Срдачан, приступачан, отворен и искрен, био је од оних ретких људи који намах освајају и задобијају поверење и симпатије. Озбиљан на послу, којем се сав предавао и телом и душом, он је у своје односе са сарадницима и радницима уносио пуно тоpline и разумевања за туђе тешкоће. Био је увек спреман да помогне колико може, али исто тако, и да се обрадује туђем успеху. Био је срећан што види младе кадрове, којима је тако много и тако несебично давао од себе како стасавају и дају своје озбиљне доприносе у раду и стваралаштву.

Те особине биле су чврста основа његовог животног успеха, поред високе стручне и бескрајне радне способности, али и широке и свестране културе.

Такав човек је био наш „чика Душко“, то добро знамо сви који смо са њим сарађивали и били у могућности бар делимично да пратимо његов животни пут изблиза, и због тога му остајемо захвални.

Миладиновић Радомир, дипл. инж. грађ.

