

Пут и саобраћај

Бр. 3-4. 1977 • Март-април • Год. XXIII





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

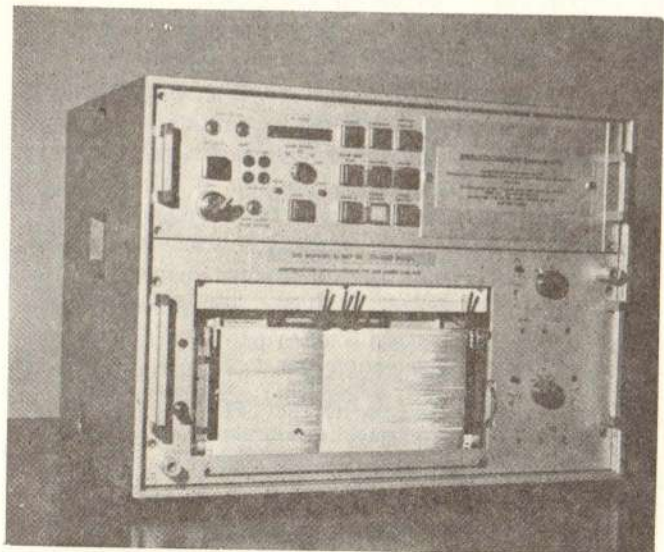
3-4

ГОД. XXIII • МАРТ—АПРИЛ, 1977.

ПУТ И САОБРАЋАЈ



Дефлектограф Лакроа, уређај за мерење носивости
коловозних конструкција на путевима



Аутоматски писач за регистровање дефлексија
измерених дефлектографом Лакроа

САДРЖАЈ

Др Љубиша Кузовић, дипл. инж.

Прилог утврђивању меродавних протока возила за
вредновање техничких решења путева

Др Душан Игњатић, дипл. инж.

Гради-метода, нови начин пројектовања саобраћај-
ница

Тихомир Борђевић, дипл. инж.

Критични осврт на резултате досадашњих истра-
живања закона у саобраћајном току

Војислав Вучковић, дипл. екон.

Покушај оптимизације расподеле инвестиција за
путну мрежу применом метода динамичког програ-
мирања

Љубомир Мариновић, дипл. инж.

Санација подужних прслина на путевима

Никола Нака, дипл. инж. и

Владо Ивановски, дипл. инж.

Изравнање земљаних маса као услов економично-
сти извођења радова на путевима

Владимир Симовић, дипл. инж.

Реконструкција деонице међународног пута од Ни-
ша до Завода Електронске индустрије.

Пут и околина.

Небојша Митић, дипл. инж.

Петар Суботић, инж.

Судијско путовање кроз Југославију, Италију, Швај-
царску и Аустрију

Научним испитивањем у СР Немачкој утврђено ви-
ше начина уштеде горива у друмском саобраћају

Љубиша Кузовић, дипл. инж. Одбранио докторску
тезу

Саветовање

In memoriam

ПУТ И САОБРАЋАЈ

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

Главни и одговорни уредник

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

Лектор:

Зринка Ландекић, проф. књиж.

Технички уредник и коректор:

Тома Станковић, граф. инг.

Часопис издају:

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

Штампа:

Графичко предузеће „Просвета“
Београд, Буре Баковића 21

Прилог утврђивању меродавних протока возила за вредновање техничких решења путева

Др ЛЈУБИША КУЗОВИЋ, дипл. инж.

РЕЗИМЕ

У овом раду критички се разматрају до данас у свету познате аналитичке везе помоћу којих се, на основу захтева саобраћаја, планирају, пројектују и по економским критеријумима вреднују техничка решења путева.

Констатовано је да се захтеви саобраћаја у планирању и пројектовању путева, поред основног исказивања кроз величину и структуру просечног дневног саобраћаја — посебно у анализи капацитета, брзина и експлоатационих трошкова, исказују и преко показатеља меродавног часовног протока возила. Указано је да се познати критеријуми дефинисања меродавног протока базирају на концепту тридесетог, педесетог, осамдесетог, стотог, двестог часа итд. и да самим тим не представљају поуздану основу за спровођење прецизнијих анализа, посебно не у планерској фази економског вредновања техничких решења путева, тј. приликом доношења одлуке о економској оправданости грађења путева.

Основни недостаци познатих критеријума за дефинисање меродавних часовних протока возила су у данашњи ниво планирања, пројектовања и вредновања путева теоретски једностраном објашњењу меродавног протока возила, као и у знатном квантитативном процењивању ове величине, што се у пракси негативно одражава кроз стварање преамбициозних програма изградње нових путева. Због тога је у раду кроз анализу фаза планирања, пројектовања и економског вредновања техничких решења путева сагледано најпре потпуније суштинско значење меродавног протока, затим фактори од којих меродавни проток зависи и природа тих зависности. Ова сагледавања су показала да се ради о комплексној зависности меродавног протока возила од утицајних фактора и да анализе тих зависности не би биле потпуне без интердисциплинарне спреге законитости из три научне области — саобраћаја, пројектовања и економије.

1. АКТУЕЛНОСТ ПРОБЛЕМА У САДАШЊОЈ ФАЗИ ИЗГРАДЊЕ И МОДЕРНИЗАЦИЈЕ ПУТНЕ МРЕЖЕ У ЈУГОСЛАВИЈИ

У Југославији је већ неколико година све уочљивија потреба интензивне изградње путева највишег техничког ранга намењених искључиво саобраћају моторних возила. Само потребе, или боље речено, програми изградње путева на магистралним правцима вишеструко, међутим, превазилазе реалне могућности да се финансирају из редовних средстава путне привреде. Тако се наша земља појављује као значајан корисник иностраних кредита, посебно Светске банке.

С обзиром на ограниченост средстава за инвестиције, неопходно је још у фази планирања и пројектовања путева тежити рационалним решењима. Рационалност решења је неопходно остварити како са гледишта оптимизације пројектних елемената тако и у погледу оптимизације термина периода грађења и почетка експлоатације путева, уз максимално поштовање принципа поступног, односно фазног грађења путева у складу са поступношћу настајања потреба саобраћаја и економским могућностима земље.

По степену развијености моторизације наша земља углавном је већ превазишла фазу када су се путеви градили превасходно због отварања подручја и иницирању општег привредног и друштвеног развоја региона, односно првенствено због индиректних ефеката. Данас се одлуке о улагањима у путеве све више базирају на очекиваним директним ефектима, тј. претпостављеним економским користима, за чију је анализу неопходно познавати захтеве саобраћаја дефинисане кроз меродавне величине тока.

2. ОПШТИ ЗНАЧАЈ ЗА ПЛАНИРАЊЕ, ПРОЈЕКТОВАЊЕ И ЕКОНОМСКО ВРЕДНОВАЊЕ ПУТЕВА

Полазећи од основних фаза процеса планирања и пројектовања путева, корени адекватних захтева за улагања у путеве могу се најпре заче-

ти у фази дефинисања циљева постављених будућем путу, затим у фази дефинисања техничких решења тог пута и дефинисања стратегије реализације пројеката и, најзад, у фази вредновања — која подразумева избор оптималне варијанте, утврђивања економске оправданости грађења и дефинисања оптималних термина пуштања пута у експлоатацију.

Један од основних показатеља на коме се темеље поменуће фазе процеса планирања и пројектовања путева је меродавни проток возила. Он представља фиктивни средњи проток возила у јединици времена (један час) при коме, на путу одређених техничко-експлоатационих карактеристика, владају идентични услови одвијања саобраћаја (мерени брзином, експлоатационим трошковима или трошковима времена), као што су просечни услови за укупан проток возила у току једне године — који стално осцилира по сезонама, данима и часовима. Колики је значај поузданог познавања показатеља меродавног протока возила може се видети у фази вредновања техничких решења.

При дефинисању реално могућих техничких решења и оптималних стратегија реализације пројеката, тј. у креативно-планерској фази, неопходно је познавати приближан ред величина меродавног протока. Ово важи и за планерску фазу дефинисања циљева који се постављају будућем путу.

Међутим, у планерској фази вредновања техничких решења мора се прецизније познавати меродаван проток возила. Ово се може илустративно објаснити на уопштеном примеру, посматрајући два путна правца са једнаким укупним обимом саобраћаја и истим техничко-експлоатационим карактеристикама, на којима постоји потреба повећања капацитета. Нека су трошкови који би били потребни за њихову модернизацију у оба случаја исти за једнака техничка решења, а једино различите карактеристике саобраћаја, с обзиром на неравномерност протока, структуру возила, сврхе путовања и врсте терета који се превозе. Одлуке о избору техничког решења за модернизацију ових путева, степену економске оправданости, оптималним терминима пуштања новог пута у експлоатацију и могућности фазне изградње могу бити битно различите.

Те разлике могу бити толике да је, на пример, неоправдано применити једнака техничка решења за побољшање посматраних путева. Тако је екстремно могуће доћи до закључка да је у оваквим случајевима за један правац оправдано градити ауто-пут, а за други само пут са две траке. Посматрано у односу на оптималну годину пуштања новог пута у експлоатацију, разлике између једног и другог случаја могу износити више година, што свакако није за занемаривање.

Управо ове разлике у карактеристикама саобраћајног тока исказују се преко меродавних протока возила. Уколико они нису сагледани у фази дефинисања техничких решења путева, могу настати крупни раскораци између програма и потреба. Логично је да се у условима постојања

раскорака између програма и потреба крију велике могућности неадекватног усмеравања инвестиција намењених за путеве.

3. ОСНОВНИ ЗАДАЦИ

Имајући у виду актуелност проблема у вези с меродавним протоком возила у садашњој фази изградње путева у нашој земљи, затим његов општи значај за планирање и пројектовање путева и недовољан степен изучености овог проблема не само у нашој земљи већ и шире, постављени су следећи задаци:

— да се дефинише улога меродавног протока возила у планирању и пројектовању путева;

— да се дефинише поступак одређивања меродавног протока возила;

— да се посредством меродавних протока возила премости веза између карактеристичних величина саобраћајног тока, пројектних решења пута и економских фактора које изазивају изградња или модернизација пута;

— да се дефинише рационалан поступак доношења излазних резултата за практичну употребу.

4. ПОСТУПАК РЕШАВАЊА ОСНОВНИХ ЗАДАТАКА

4.1. Дефинисање меродавног протока возила на основу улоге у планирању и пројектовању путева

У решавању овог задатка пошло се на два начина, и то:

А. анализом фаза планирања и пројектовања путева, у којима се појављују показатељи протока возила као битни фактори за доношење одговарајућих одлука;

Б. анализом начина интерпретирања показатеља меродавног протока возила у стручној литератури.

А. Меродавни протоци у фазама планирања и пројектовања путева

Анализом улоге протока возила у процесу планирања и пројектовања путева констатовано је да се најбитније одлуке у појединим планерским фазама доносе на основу захтева саобраћаја преко познатих релација брзина — ток — капацитети и економске користи — економски трошкови.

Економске користи новог пута представљају позитивну разлику између трошкова експлоатације возила, трошкова времена путника и робе на постојећем путу, тј. на путу без нових инвестиција и новом путу, тј. путу са новим инвестицијама. До ових трошкова се долази помоћу трошковних модела, тј. односа трошкови експлоатације возила — брзина — ток и трошкови времена путника и робе — брзина — ток.

Дакле, показатељи протока возила појављују се најпре у фази дефинисања техничких решења

пута, односно дефинисања рачунских брзина на основу протока и поручене експлоатационе брзине преко релације брзина — ток — капацитет, а потом у планерској фази вредновања, тј. при прорачуну економских користи до којих се долази помоћу поменутих трошковних модела.

Уколико показатељи протока у наведеним релацијама репрезентују укупан проток (Q) у временском периоду (nt), представљају меродавне протоке возила.

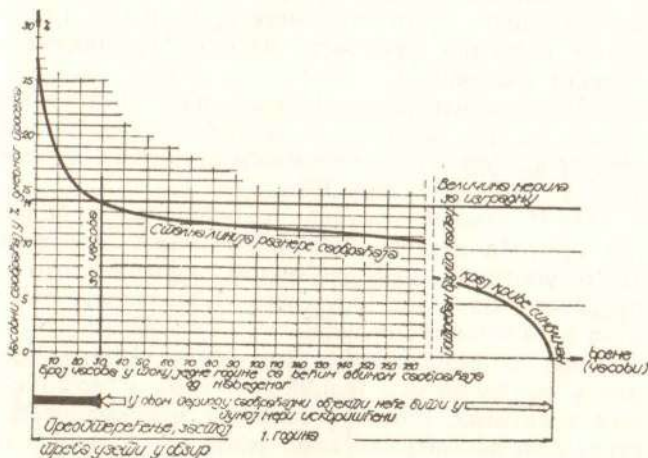
Из ове анализе произилази да у најједноставнијим облицима посматрања меродавни протоци возила представљају мост преко којег се повезују техничка решења и захтеви саобраћаја. Шире посматрано, преко меродавних протока се техничка решења везују за захтеве саобраћаја, трошкове експлоатације возила на путу и трошкове времена путника и робе на путу. Овим се долази до економских користи, које се при вредновању директно пореде са економским трошковима грађења пута.

Б. Начин интерпретирања показатеља меродавног протока возила у стручној литератури

Први критеријуми, који су, још у раној фази моторизације, формулисани за дефинисање техничких решења путева засновани су на односу протока возила и капацитета пута. Одмах је схваћено да за димензионирање потребних капацитета није рационално узимати максимални проток у јединици времена. Није задовољавајуће узимати ни средњи проток већ треба наћи неки меродавни проток (по величини између ова два).

Са првим практичним сазнањима о карактеристикама неравномерности протока возила по часовима за свих 8.760 часова у години — добијеним непрекидним бројањем саобраћаја на путевима у САД, уочена је општа законитост неравномерности протока по часовима, данима и месецима.

Закључено је да крива часовних протока сврстаних по опадајућем реду величине у току целе године има карактеристичан облик и да законито на свим путевима нагло мења правац у зони око тридесетог часа. Приликом уочавања ове карактеристике изведен је и глобални закључак да се при димензионирању капацитета будућег пута



према тзв. „протоку тридесетог часа“ остварују решења у оквирима економске логике. Тако је тзв. „проток тридесетог часа“ добио назив „нормалног вршног протока“ — који је постао општи критеријум у планирању и пројектовању путева, а чија се вредност кретала између 12 и 16% PGDS.*

У међувремену су се развијали и нови критеријуми за дефинисање капацитета пута. После критеријума ток — капацитет формулисан је однос брзина — ток, а са развојем теорије тока и остале основне зависности на релацији брзина — густина — ток и брзина — ток — капацитет.

Осим ових критеријума, који су данас више намењени планерским фазама за дефинисање техничких решења путева, за планерску фазу економског вредновања пројектних решења развили су се и критеријуми поређења користи и трошкова. Због потребе утврђивања економских користи, формулисани су већ поменути трошковни модели.

И ови критеријуми заснивају се у основи на протоку возила. Показатељи тзв. „нормалног вршног протока“ или меродавног протока и даље егзистирају на нивоу дефинисања тзв. „нормалних вршних протока“ тридесетог, педесетог, осамдесетог, стотог, двестог или тристог часа, изведених без одговарајућих научних доказа.

Сумирањем резултата претходне анализе закључено је да за доношење битних одлука у процесу планирања и пројектовања путева треба разликовати три појма меродавних протока возила:

1) меродавни проток возила (q_m) који репрезентује услове одвијања укупног саобраћаја, дефинисане просечном експлоатационом брзином возила у посматраном временском периоду (nt); то је проток у јединици времена (t), који преко релације брзина — ток — капацитет репрезентује просечне брзине возила у укупном протоку (Q) у посматраном временском периоду (nt);

2) меродавни проток возила (q_e) за прорачун експлоатационих трошкова возила у посматраном временском периоду (nt); то је проток у јединици времена (t), који преко релације брзина — ток — капацитет условљава такве брзине возила помоћу којих се кроз однос трошкови експлоатације возила — брзина — укупни ток долази до укупних трошкова експлоатације возила за укупан проток (Q), који су исти као да је прорачун изведен по јединичним протоцима (q_i) па потом сумиран;

3) меродавни проток возила (q_i) за прорачун трошкова времена путовања путника и робе у посматраном временском периоду (nt); то је проток у јединици времена (t), који преко релације брзина — ток — којих се кроз однос трошкови времена путовања путника и робе — брзина — укупни ток долази до укупних трошкова времена путовања путника и робе за укупан проток (Q), који су идентични као да је овај прорачун изведен по јединичним протоцима (q_i) па потом сумиран.

* PGDS — просечан годишњи дневни саобраћај на путу.

4.2. Поступак дефинисања меродавних протока возила

Меродавни протоци возила добијају пуни значај у планерској фази дефинисања реалних техничких решења и у фази вредновања тих решења.

С обзиром да се на данашњем нивоу развоја теорије и праксе планирања и пројектовања путева планерске фазе при дефинисању задатака заснивају на зависностима брзина — ток — капацитет и корист — трошкови, у тражењу поступка за одређивање меродавних протока возила пут у решавању постављених задатака водио је такође преко законитости брзина — ток — капацитет и трошковних модела изражених релацијом: трошкови експлоатације возила — брзина — ток, односно релацијом трошкови времена — брзина — ток.

Значи, да би се за путни правац при одређеним карактеристикама саобраћајног тока утврдили меродавни протоци (q_m , q_e и q_t), који кроз брзине возила у временској јединици (t) репрезентују услове одвијања саобраћаја за укупан проток возила у временском периоду (nt), потребно је најпре за сваки јединични проток возила (q_i) по временским јединицама (t_i) утврдили и брзине возила. Утврђивање брзина возила по временским јединицама (t_i) може се извести аналитички преко релације брзина — ток — капацитет или експерименталним поступком.

Даљи поступак одређивања меродавних протока возила је следећи:

(1) Аналитички се израчуна просечна експлоатациона брзина возила ($\bar{V}_{ej}$) на укупан временски период (nt). Стављањем просечне експлоатационе брзине возила ($\bar{V}_{ej}$) у релацији брзина — ток — капацитет и решавањем по непознатој (току) долази се до величине **меродавног протока возила** (q_m).

(2) За познату дистрибуцију протока (q_i) и јединицама (t_i) а на основу трошковних модела дистрибуцију брзина возила (V_{eji}) по временским којима се интерпретирају аналитичке везе између експлоатационих трошкова возила, брзина возила и протока возила могуће је аналитички утврдити трошкове експлоатације возила по свим временским јединицама (t_i).

Сумирањем ових трошкова по свим временским јединицама долази се до трошкова за укупан временски период (nt).

Довођењем укупних експлоатационих трошкова возила у релацију експлоатациони трошкови — брзина — укупан ток и решавањем по непознатој (брзини) долази се до фиктивне вредности брзине ($\bar{V}_{ee}$) која је меродавна за прорачун експлоатационих трошкова возила за укупан проток возила у временском периоду (nt).

Стављањем овако израчунате брзине возила ($\bar{V}_{ee}$) у познату релацију брзина — ток — капацитет, где је непозната само величина тока, решење по непознатој доводи до меродавне величине протока возила (q_e).

(3) Аналогно претходном поступку развијен је и поступак за утврђивање меродавних протока (q_t), с тим што се овде трошковни модели односе

на трошкове времена путника и робе на путу, који се изражавају релацијом трошкови времена — брзина — ток.

Из изложене основне идеје лако је уочити да су се у савладавању укупног процеса најзначајнији задаци постављени у дефинисању функционалних аналитичких веза између брзине, протока и техничких карактеристика пута, тј. у формирању релације брзина — ток — капацитет, као и у формулисању адекватних трошковних модела преко релација: трошкови експлоатације возила — брзина — ток и трошкови времена путовања и робе — брзина — ток.

Ради пластичнијег описивања основног процеса одређивања меродавних протока возила, наводи се схематски приказ поступка.

Схематски су изложени поступци само за меродавне протоке (q_m) и (q_e), јер је поступак за одређивање меродавног протока (q_t) аналоган поступку одређивања меродавног протока (q_e).

Резултати

(1) Доказано је да се посредством меродавних протока возила може успоставити адекватна веза између захтева саобраћаја и техничких решења пута, односно захтева саобраћаја, техничких решења пута и економских користи које се очекују од експлоатације новог пута. То значи да је са познавањем адекватних меродавних протока могуће осмишљено утицати на планерске одлуке при дефинисању техничких решења пута, доношењу одлука о избору оптималне варијанте и о оправданости грађења пута и при одређивању оптималних термина пуштања новог пута у експлоатацију.

(2) За остваривање адекватне везе између захтева саобраћаја, техничких решења пута и очекиваних економских користи од експлоатације пута уведене су три величине меродавних протока возила и то (q_m), (q_e) и (q_t).

(3) Формулисан је поступак и доказано је да је могуће одредити меродавни проток возила за:

- одређивање експлоатационе брзине (q_m),
- прорачун експлоатационих трошкова возила (q_e),
- прорачун трошкова времена путника и робе (q_t).

(4) Применом формулисаног поступка на практичним примерима одабране деонице пута Београд — Загреб, као и другим примерима је утврђено да меродавни протоци возила (q_m), (q_e) и (q_t) достижу најчешће вредности од око 60% просечног дневног саобраћаја.

Према критеријуму 30. часа, нормални вршни проток за пут Београд — Загреб износио је око 150% просечног дневног саобраћаја, према 100. часу 130%, а према 200. часу 100%.

(5) Изложени поступак одређивања меродавног протока захтева велика рачунања. За практичну употребу може се знатно скратити, што је проверено на више случајева, а демонстрирано и на практичном примеру.

Ове рационализације могу се остварити најпре у искључивању јединичних цена у трошковним моделима, затим у свођењу целокупног поступка на посматрање само једне врсте возила и,

најзад, преко разматрања само једне од две врсте трошкова. Тиме се до коначне вредности протока долази на основу изналажења само једног парцијалног решења.

(6) Меровидни проток практично се може дефинисати и израдом таблица за параметре (K), (K_e) и (K_t) као функција променљивих које су зависне од карактеристика тока и трошкова за

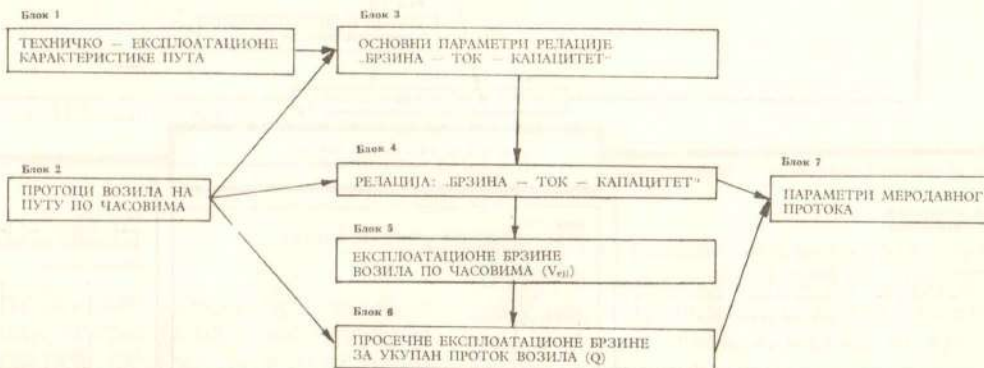
разне типичне случајеве техничко-експлоатационог стања пута и за разне карактеристике система возило — возач.

$$K = F \beta; Q; P_{KV}$$

$$K = F_e (\beta; Q; P_{KV}; T_e)$$

$$K_t = F_t (\beta; Q; P_{KV}; T_t)$$

1: ШЕМА ПРОЦЕСА ОДРЕЂИВАЊА МЕРОДАВНОГ ПРОТОКА ВОЗИЛА (q_m) ОДНОСНО ПАРАМЕТРА (K)



Блок 1/1
ТЕХНИЧКО ЕКСПЛОАТАЦИОНЕ
КАРАКТЕРИСТИКЕ ПУТА

- (1) Тип пута (TP)
 - пут са две траке
 - аутопут
- (2) Контрола приступа (KP)
- (3) Број возних трака (N)
- (4) Ширина возних трака (B)
- (5) Ширина бандина (b)
- (6) Просечан уздужни нагиб (i)
- (7) Просечна закривљеност (x)
- (8) Минимални полупречник хоризонталне кривине ($R_h \text{ m}$)
- (9) Минимални полупречник вертикалне кривине ($R_v \text{ m}$)
- (10) Стапа ограничења брзина (SO)

Блок 3/1

ОСНОВНИ ПАРАМЕТРИ РЕЛАЦИЈЕ:
„БРЗИНА — ТОК — КАПАЦИТЕТ“

- Брзина у слободном току (V_0)
- Брзина при капацитету (V_c)
- Капацитет пута (C)
- Прегледност за претпцање (P)

Блок 5/1
ЕКСПЛОАТАЦИОНЕ БРЗИНЕ (V_{ei}) ПО ВРСТАМА ВОЗИЛА
У ВРЕМЕНСКИМ ЈЕДИНИЦАМА (t_i) И ВРЕМЕНСКОМ
ПЕРИОДУ ($T = nt$)

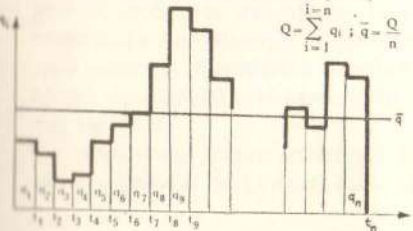
Временски интервали	Експлоатационе брзине возила (V_{ei}) $i = 1, 2, 3, \dots, m$				
(t_i)	1	2	3		m
t_1	V_{e11}	V_{e12}	V_{e13}		V_{e1m}
t_2	V_{e21}	V_{e22}	V_{e23}		V_{e2m}
t_3	V_{e31}	V_{e32}	V_{e33}		V_{e3m}
...	...	...	...		...
t_m	V_{em1}	V_{em2}	V_{em3}		V_{emm}
$T = \sum_{i=1}^{i=n} t_i$	$\bar{V}_{e1}$	$\bar{V}_{e2}$	$\bar{V}_{e3}$		$\bar{V}_{em}$

Блок 2/1

ПРОТОК ВОЗИЛА (Q) И СТРУКТУРА (P_{KV})
У ВРЕМЕНСКИМ ЈЕДИНИЦАМА (t_i)

Времениски интервал (t_i)	Проток возила укупно i по ватима по појед. интервал. — t_i (voz./t)	q_i учесћа спорих возила у току (P_{KV})
t_1	$q_{t1} = \sum_{j=1}^{j=m} q_{ij}$	P_{KV1}
t_2	$q_{t2} = \sum_{j=1}^{j=m} q_{ij}$	P_{KV2}
t_3	$q_{t3} = \sum_{j=1}^{j=m} q_{ij}$	P_{KV3}
...	...	...
t_m	$q_{tm} = \sum_{j=1}^{j=m} q_{ij}$	P_{KVm}
$T = nt$	$Q = \sum_{i=1}^{i=n} q_i$ $Q_i = \sum_{j=1}^{j=n} q_{ij}$ ($i=1; 2; 3; \dots, m$)	$\bar{P}_{KV}$

РАСПОДЕЛА ПРОТОКА ВОЗИЛА ПО ВРЕМЕНСКИМ
ЈЕДИНИЦАМА (t_i) У ПЕРИОДУ ВРЕМЕНА ($T = nt$)



Блок 4/1

РЕЛАЦИЈА: „БРЗИНА-ТОК-КАПАЦИТЕТ“

$$V_e = \left[V_0 - \frac{q}{C} (V_0 - V_c) \right] \left[(1-R) + \frac{R \cdot P}{100} \right]$$

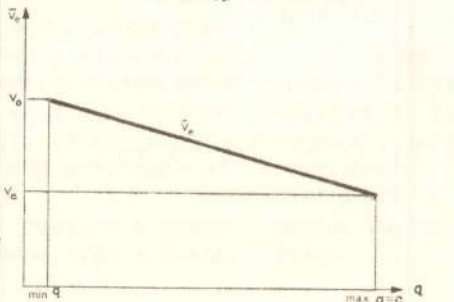
важи за $\frac{q}{C} > 0$ и $\frac{q}{C} \leq 1$

ако је $\frac{q}{C} > 0$ и $\frac{q}{C} = 1$ $R = 0$

за аутопуте члан $\left[(1-R) + \frac{R \cdot P}{100} \right]$ губи смисао где је:

- V_0 — експлоатациона брзина (km/h)
- V_c — брзина у слободном току (km/h)
- q — проток возила у јединици времена (voz/h)
- C — капацитет деонице пута (voz/h)
- V_e — брзина возила при капацитету пута (km/h)
- P — прегледност траге пута за безбедно претпцање (‰)
- R — фактор редукције брзина због утицаја ограничења прегледности

ЗАВИСНОСТ ПРОСЕЧНЕ ЕКСПЛОАТАЦИОНЕ БРЗИНЕ ($\bar{V}_e$)
ОД ВЕЛИЧИНЕ ПРОТОКА (q)



Блок 6/1

ПРОСЕЧНЕ ЕКСПЛОАТАЦИОНЕ БРЗИНЕ
ВОЗИЛА (V_{ei}) ЗА УКУПАН ПРОТОК (Q)

$$\bar{V}_{ei} = \frac{\sum_{i=1}^{i=m} \sum_{j=1}^{j=n} (V_{eij} \cdot q_{ij})}{\sum_{i=1}^{i=m} \sum_{j=1}^{j=n} q_{ij}}$$

$$\bar{V}_{ei} = \frac{\sum_{i=1}^{i=m} \sum_{j=1}^{j=n} \left[V_{ei} - \frac{q_i}{C P_{KVi}} (V_{ei} - V_c) \right] \left[(1-R) + \frac{R \cdot P}{100} \right] q_{ij}}{\sum_{i=1}^{i=m} \sum_{j=1}^{j=n} q_{ij}}$$

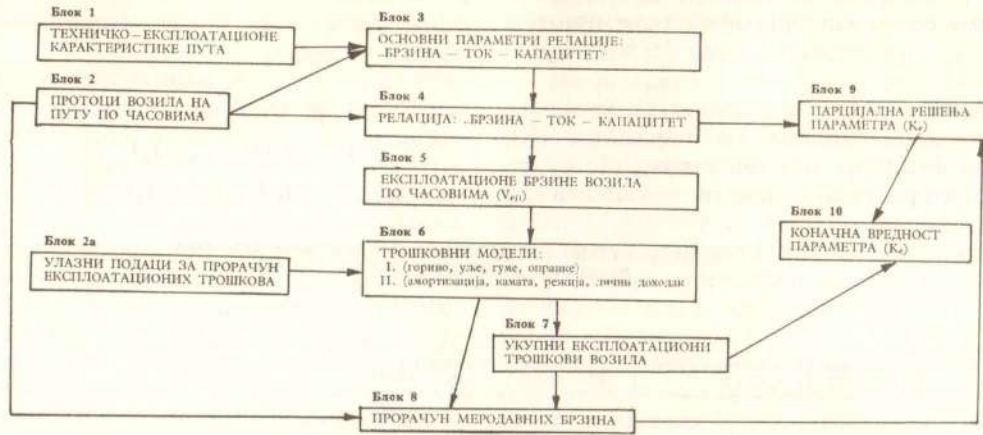
Блок 7/1
ПАРАМЕТРИ МЕРОДАВНОГ ПРОТОКА

$$K_j = \left[\frac{C}{Q (V_{ei} - V_c)} \right] \left[V_{ei} - \frac{\bar{V}_{ei}}{(1-R) + \frac{R \cdot P}{100}} \right]$$

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{i=m} (K_j \cdot Q_i)}{\sum_{i=1}^{i=m} Q_i}$$

$$q_m = K \cdot Q$$

II. ШЕМА ПРОЦЕСА ОДРЕЂИВАЊЕ МЕРОДАВНОГ ПРОТОКА ВОЗИЛА (q_1), ОДНОСНО ПАРАМЕТРА (K_2)



Блок 2а. II УЛАЗНИ ПОДАЦИ ЗА ПРОРАЧУН ЕКСПЛОАТАЦИОНИХ ТРОШКОВА

- Типови и марке возила
- Цена возила по типовима
- Трошкови потрошње возила по 1 km за основу брзину
- гориво
- уље
- гуме
- оправне и одржавање
- Лични доходи возача
- Каматна стопа
- Невартована вредност возила
- Инвентар мреже

Блок 4 II ТРОШКОВНИ МОДЕЛИ:

I група: (гориво, уље, гуме и оправне)
 $T_{exp1} = Q_1 \cdot T_{exp1} \cdot F_T$

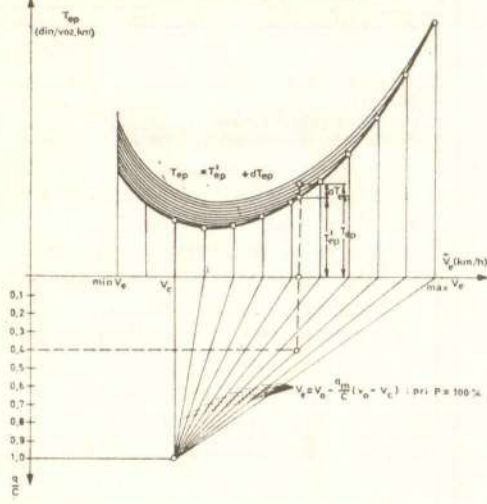
II група:
 — амортизација $T_{exp2} = G_1 \cdot \frac{Q_1}{g_1 \cdot V_{ej} + b_1}$

— камата $T_{exp3} = N \cdot I \cdot G_2 \cdot \frac{Q_1}{g_2 \cdot V_{ej} + b_2}$

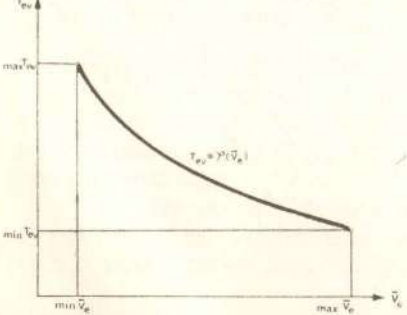
— релација $T_{exp4} = \frac{(g_3 \cdot V_{ej} + b_3) \cdot Q_1}{q_1^{(3)} \cdot V_{ej} + b_3^{(3)}}$

— лич. дох. особља $T_{exp5} = p_c \cdot c_5 \cdot \frac{Q_1}{V_{ej}}$

УТИЦАЈ ПРОСЕЧНЕ ЕКСПЛОАТАЦИОНЕ БРЗИНЕ ($\bar{V}_e$) НА ТРОШКОВЕ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ ВОЗИЛА (T_{exp})



УТИЦАЈ ПРОСЕЧНЕ ЕКСПЛОАТАЦИОНЕ БРЗИНЕ ($\bar{V}_e$) НА ВРЕМЕНСКО ЗАВИСНЕ ТРОШКОВЕ ВОЗИЛА (T_{exp})



Блок 1, 2, 3, 4 и 5 су исти као код
случаја за одређивања параметра (K_1)

Блок 7 II ЕКСПЛОАТАЦИОНИ ТРОШКОВИ ВОЗИЛА У ВРЕМЕНСКОМ ПЕРИОДУ ($T = nt$)

Основни образац:

$$T_{exp1} = \sum_{i=1}^n T_{exp1i}$$

$$T_{exp2} = \sum_{i=1}^n T_{exp2i}$$

Основни елементи експлоатационих трошкова возила

Основне врсте возила (i)
(i = 1, 2, 3, ..., m)

a) трошкови потрошње (s)
(s = 1, 2, 3, ..., d)

	1	2	3	...	m
1	T_{exp11}	T_{exp12}	T_{exp13}	...	T_{exp1m}
2	T_{exp21}	T_{exp22}	T_{exp23}	...	T_{exp2m}
3	T_{exp31}	T_{exp32}	T_{exp33}	...	T_{exp3m}
...	...	...	...	...	...
d	T_{expd1}	T_{expd2}	T_{expd3}	...	T_{expdm}

b) временско зависни трошкови (g)
(g = 1, 2, 3, ..., h)

	1	2	3	...	m
1	T_{exp11}	T_{exp12}	T_{exp13}	...	T_{exp1m}
2	T_{exp21}	T_{exp22}	T_{exp23}	...	T_{exp2m}
3	T_{exp31}	T_{exp32}	T_{exp33}	...	T_{exp3m}
...	...	...	...	...	...
b	T_{expb1}	T_{expb2}	T_{expb3}	...	T_{expbm}

Блок 8 II МЕРОДАВНЕ ПРОСЕЧНЕ ЕКСПЛОАТАЦИОНЕ БРЗИНЕ У ВРЕМЕНСКОМ ПЕРИОДУ ($T = nt$) ИЗРАЧУНАТЕ ЗА ЕКСПЛОАТАЦИОНЕ ТРОШКОВЕ ВОЗИЛА

Основни образац:

$$\bar{V}_{exp1} = F_p (T_{exp1} : Q_1)$$

$$\bar{V}_{exp2} = F_v (T_{exp2} : Q_1 : U_{ej})$$

За трошкове експлоатације возила

Основне врсте возила (i = 1, 2, 3, ..., m)

a) за трошкове потрошње (s)
(s = 1, 2, 3, ..., d)

	1	2	3	...	m
1	$\bar{V}_{exp11}$	$\bar{V}_{exp12}$	$\bar{V}_{exp13}$	...	$\bar{V}_{exp1m}$
2	$\bar{V}_{exp21}$	$\bar{V}_{exp22}$	$\bar{V}_{exp23}$	...	$\bar{V}_{exp2m}$
3	$\bar{V}_{exp31}$	$\bar{V}_{exp32}$	$\bar{V}_{exp33}$	...	$\bar{V}_{exp3m}$
...	...	...	...	...	...
d	$\bar{V}_{expd1}$	$\bar{V}_{expd2}$	$\bar{V}_{expd3}$	...	$\bar{V}_{expdm}$

b) за временско зависне трошкове (g)
(g = 1, 2, 3, ..., h)

	1	2	3	...	m
1	$\bar{V}_{exp11}$	$\bar{V}_{exp12}$	$\bar{V}_{exp13}$	...	$\bar{V}_{exp1m}$
2	$\bar{V}_{exp21}$	$\bar{V}_{exp22}$	$\bar{V}_{exp23}$	...	$\bar{V}_{exp2m}$
3	$\bar{V}_{exp31}$	$\bar{V}_{exp32}$	$\bar{V}_{exp33}$	...	$\bar{V}_{exp3m}$
...	...	...	...	...	...
b	$\bar{V}_{expb1}$	$\bar{V}_{expb2}$	$\bar{V}_{expb3}$	...	$\bar{V}_{expbm}$

Блок 9 II ПАРАМЕТАР (K_2) ПО ОСНОВУ ЕКСПЛОАТАЦИОНИХ ТРОШКОВА ВОЗИЛА ЗА ВРЕМЕНСКИ ПЕРИОД ($T = nt$)

Основни образац:

$$K_{exp1} = \left[\frac{C}{Q (V_{ej} - V_c)} \right] \left[V_{ej} - \frac{V_{exp1}}{(1-R) \cdot R \cdot P} \right]$$

$$K_{exp2} = \left[\frac{C}{Q (V_{ej} - V_c)} \right] \left[V_{ej} - \frac{V_{exp2}}{(1-R) \cdot R \cdot P} \right]$$

По основу експлоат. трошкова возила, од-
носно експлоат. трош.

По основу врста возила (i)
(i = 1, 2, 3, ..., m)

a) по основу трошкова потрошње (T_{exp1})
(s = 1, 2, 3, ..., d)

	1	2	3	...	m
1	K_{exp11}	K_{exp12}	K_{exp13}	...	K_{exp1m}
2	K_{exp21}	K_{exp22}	K_{exp23}	...	K_{exp2m}
3	K_{exp31}	K_{exp32}	K_{exp33}	...	K_{exp3m}
...	...	...	...	...	...
d	K_{expd1}	K_{expd2}	K_{expd3}	...	K_{expdm}

b) По основу временско зависних трошкова (T_{exp2})
(g = 1, 2, 3, ..., h)

	1	2	3	...	m
1	K_{exp11}	K_{exp12}	K_{exp13}	...	K_{exp1m}
2	K_{exp21}	K_{exp22}	K_{exp23}	...	K_{exp2m}
3	K_{exp31}	K_{exp32}	K_{exp33}	...	K_{exp3m}
...	...	...	...	...	...
b	K_{expb1}	K_{expb2}	K_{expb3}	...	K_{expbm}

Блок 10 II

КОНАЧНА ВРЕДНОСТ ПАРАМЕТРА (K_2)

$$K_2 = \frac{\sum_{s=1}^d \sum_{i=1}^m (T_{exp1i} \cdot K_{exp1i}) + \sum_{g=1}^h \sum_{i=1}^m (T_{exp2i} \cdot K_{exp2i})}{\sum_{s=1}^d \sum_{i=1}^m T_{exp1i} + \sum_{g=1}^h \sum_{i=1}^m T_{exp2i}}$$

$$\varphi = K_2 \cdot Q$$

Гради-метода, нови начин пројектовања саобраћајница

Др ДУШАН ИГЊАТИЋ, дипл. инж. грађ.

I. УВОД

Назив ГРАДИ за нову методу пројектовања саобраћајница настао је од речи графичко-дигитална метода, скраћен тако да се одмах нагласи да се ради о графичкој методи. Мисли се, при том, на примену савремене компјутерске графике, уз непрекидно узајамно дејство између пројектанта и дигиталног електронског рачунара.

Назив ГРАДИ предложио је доцент Ј. Катањић, који је још у току 1974. године говорио о потреби постојања компјутерске методе високог нивоа аутоматизације. Међутим, тек сада би се могло почети са разрадом једне такве методе, ГРАДИ-методе, до које је аутор дошао у току рада на електронским рачунарима и први пут је приказује у овом чланку.

Да ГРАДИ-метода представља револуционаран корак у пројектовању саобраћајница, види се из њених карактеристика.

II. КАРАКТЕРИСТИКЕ МЕТОДЕ

Ова метода има пет главних карактеристика:

1) Траса саобраћајнице не мора да се састоји од правих линија, кружних кривина и прелазних кривина у облику клотоиде, већ може да буде нека крива линија која унапред није одређена и за коју не мора да буде позната аналогна математичка функција, али која ипак задовољава услове динамике вожње, безбедности саобраћаја, оптичког вођења возила, естетике и економије.

Да ли повучена линија задовољава све потребне услове — контролише електронски рачунар у току њеног повлачења и о томе на екрану обавештава пројектанта.

Пошто се ради о процесу у коме рачунар непрекидно прима податке о кретању писаљке којом се повлачи линија, а затим одмах контролише повучени део линије и резултат контроле на погодан начин саопштава пројектанту преко екрана, мора се користити процесни електронски дигитални рачунар.

Осовина трасе може да буде уцртана у планове и слободном руком, али кретање руке, односно

писаљке контролише процесни рачунар. Тако пројектант на екрану види да ли се писаљка креће у дозвољеним границама у погледу услова које линија мора да задовољи, или се линија мора кориговати.

2) Није потребно никакво рачунање елемената трасе и координата елементарних тачака, било ручно било из таблица или помоћу електронских рачунара. Целокупна „аналитика“ може да се изостави.

У специјалним случајевима, када, на пример, осовина треба да прође на одређеном растојању од тачке, или када треба да је паралелна већ повученој линији, „аналитика“ не може да се изостави. У тим случајевима рачунар обавља све потребне прорачуне, а на екрану само индицира да ли је писаљка у потребном положају или је треба померати.

Међутим, и у тим специјалним случајевима није потребно никакво рачунање елемената трасе и координата елементарних тачака.

3) Брзина изналажења и дефинисања оптималних линија осовина повећава се неколико пута у односу на брзину која се постиже применом електронских рачунара за аналитичке прорачуне елемената трасе и координата елементарних тачака.

4) Од пројектаната који користе ГРАДИ-методу захтева се већа стручност, јер је дата већа слобода у избору најпогоднијег облика осовине у хоризонталној пројекцији, при чему, као и у класичном пројектовању, треба водити рачуна о визуелним, естетским и психолошким ефектима тих облика у простору, повољном уклапању пута у околину, и минималном неповољном утицају саобраћаја.

5) За примену ГРАДИ-методе неопходна је савремена електронска опрема високог нивоа аутоматизације. Без електронских рачунара, координатографа и дигитализатора, екрана и других уређаја тзв. компјутерске графике није могуће користити ову методу у сложеним случајевима обликовања петљи, раскрсница, паралелних или дивергентних траса.

III. НАСТАНАК МЕТОДЕ

Аутор овог чланка је у току 1974. године са доцентом Катанићем разматрао могућности веће примене електронских рачунара при пројектовању саобраћајница у нашој земљи.

Аутор је заступао тезу да су садашње могућности електронских рачунара велике, чак и у специјалним сложеним случајевима, као што су, на пример, пројекти петљи ауто-путева. При том је имао у виду програме за рад електронских рачунара, развијане и усавршаване у току 15 година рада читавих тимова у Сједињеним Америчким Државама, СР Немачкој и Француској, састављених од искусних пројектаната савремених саобраћајница и специјалиста за електронске рачунаре.

По тим програмима електронски рачунари могу, на пример, да између две осовине ауто-путева, које се укрштају ван нивоа а састављене су од произвољног броја праваца, кружних кривина и прелазних кривина са једним или два параметра, уклопе спиралну или тангентну осовину петље која може да се искључује са једног ауто-пута на произвољно датој или прорачунатој стационажи и на произвољно датом одстојању, а да се, исто тако, прикључује на други ауто-пут. При том може да се састоји од преко 10 праваца и кружних кривина, спојених једноставним или С-клотоидама.

Насупрот овако израженом мишљењу о великим могућностима електронских рачунара, доцент Катанић је указивао на недовољно познавање прелазних кривина. Он је сматрао да садашњи начин примене клотоида као чистих прелазних кривина, искључиво намењених за прелаз из праваца у кружне кривине, не пружа довољно могућности пројектантима да слободно повлаче линије састављене од делова клотоида разних параметара и на тај начин постижу позитивне естетске и друге ефекте својих пројеката, и то баш за петље ауто-путева. Докле год се не измени овакав начин гледања на клотоиде, електронски рачунари неће моћи бити да допринесу креативности пројектаната, осим у делу „аналитике“ — која већ спада у разраду, а не у креацију.

Имајући у виду велике потешкоће у програмирању електронских рачунара за садашњи начин коришћења клотоида у сложеним случајевима петљи ауто-путева, аутор се сагласио са потребом бољег познавања прелазних кривина. Нови начин коришћења прелазних кривина „одгодио“ је ипак за даљу будућност, у којој ће пројектанти, окружени електронским рачунарима и екранима, моћи слободно да пројектују, комбинујући многобројне делове разних клотоида, кругова и праваца.

Међутим, после открића флексибилних прелазних кривина [2] аутор је увидео да се принцип њиховог конструисања може уопштити и проширити баш на случајеве о којима је говорио доцент Катанић. Тако се „даља будућност“ приближила садашњости и родила се идеја о ГРАДИ-методи.

IV. ОСНОВЕ МЕТОДЕ

Основе ГРАДИ-методе леже у истраживању најповољнијег облика елемената осовине пута.

Проблем најповољнијег облика осовине пута решава се већ више од 120 година. Што се аутомобилски саобраћај више развијао, проблем је све оштрије постављен јер су и захтеви били све већи.

Код аутомобилских путева проблем настаје када возила треба да пређу са правца у чисту кружну кривину — то је проблем најповољнијег облика прелазне кривине. У неким специјалним случајевима кретања променљивом брзином — то је проблем најповољнијег облика кривих кочења. У случајевима када није могуће правцима, кружним кривинама и клотоидама постићи жељене или принудне облике осовине пута — то су случајеви петљи ауто-путева и раскрсница у урбанизованим и другим зонама, са малим могућностима за слободан развој грана петље.

У књизи [1] професора Н. Лоренса, као и у другој техничкој литератури, приказани су разни облици предлаганих прелазних кривина и кривих кочења. Нарочито су добро истакнуте предности и недостаци прелазних кривина са више параметара. Међутим, ниједно од предлаганих решења не задовољава у потпуности савремене захтеве динамике вожње и безбедности саобраћаја, по којима ниједна сила, убрзање, промена силе, удар и слично не смеју да се појаве изненада, нити да изненада ишчезну. Прелазне рампе предлаганих прелазних кривина са више параметара и прелазне рампе кривих кочења имају вертикална заобљења прелома и на дужини прелазне кривине, односно криве кочења и ван те дужине.

У радовима аутора ([2], [3]) дато је решење за такозване флексибилне прелазне кривине које задовољавају савремене захтеве динамике вожње и безбедности саобраћаја, оптичког вођења возила и естетике.

ГРАДИ-метода се заснива на могућностима откривеним код флексибилних прелазних кривина.

Флексибилне прелазне кривине су прелазнице са два параметра (слика 1). Први параметар је величина бочног удара, променљивог по дужини флексибилне прелазне кривине, за које су испитивања показала да мора да буде у границама 0,5 до 2 m/sec³. Овај параметар одређује дужину прелазне кривне, а у извесној мери и комфор вожње отпирним кривинама.

Овако широке границе дозвољеног бочног удара омогућиле су и појаву флексибилних прелазних кривина и ГРАДИ-методе.

Други параметар је зона појављивања максималног бочног удара на дужини прелазне кривине. Овим параметром одређени су оптички, психолошки и естетски утисци флексибилне прелазне кривине.

Код кривих кочења полази се од услова да се за линеарну промену брзине задржи линеарна промена центрифугалне силе, односно константан бочни удар. Промена закривљености је тада хиперболична. Закон промене закривљености лако може да се одреди и код нелинеарне промене брзине.

Треба поменути и чињеницу да у прелазним кривинама испред оштрих кривина велика већина возила смањује брзину, а иза њих је повећава, па се лако могу одредити и закон промене закривље-

ности прелазних кривина и саме прелазне кривине које би припадале флексибилним прелазним кривинама.

Први извод по дужини прелазне кривине је нагиб тангенте. Други извод је закривљеност прелазне кривине. Трећи извод је бочни удар, а четврти прираштај бочног удара, или, аналогно, вертикални удар ([2], [3]). Све ове зависности, односно криве морају да буду континуалне и глатке, са вредношћу нула на почетку, односно крају прелазне кривине (слика 1).

Ако је дата крива промене закривљености, двоструким интегралењем по луку добија се облик прелазне кривине. Ако је дата нека произвољна крива, двоструким диференцирањем по луку добија се крива промене закривљености те произвољне криве.

Код ГРАДИ-методе повлачи се нека крива у Х-У равни, а процесни рачунар одмах проверава да ли њен први, други, трећи и четврти извод задовољавају услове постављене у погледу динамике вожње и безбедности саобраћаја. Ако не задовољавају, изводе се корекција и поновно проверавање на рачунару. Јасно је да је за таква проверавања неопходно имати и процесни рачунар и екран, иначе би поступак дуго трајао. Ако повучена крива задовољава услове, усваја се по ГРАДИ-методи, без обзира што то можда није ни правац, ни круг, ни клотоида.

V. ЕЛЕКТРОНСКА ОПРЕМА ЗА ГРАДИ-МЕТОДУ

Најважнији елеменат ГРАДИ-методе је дигитализатор. Он служи за аутоматско одређивање координата низа тачака на произвољној кривој, праћеној у Х-У равни, као и за пренос овако одређених координата на принтер, бушене картице, магнетну траку или до процесног дигиталног електронског рачунара.

Процесни рачунар проверава облик функције првог, другог, трећег и четвртог извода повучене криве.

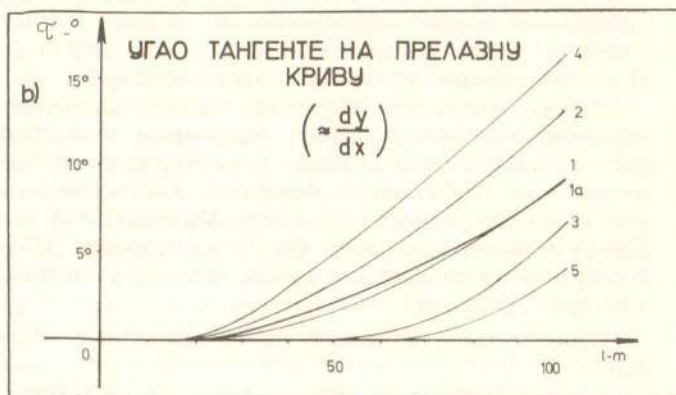
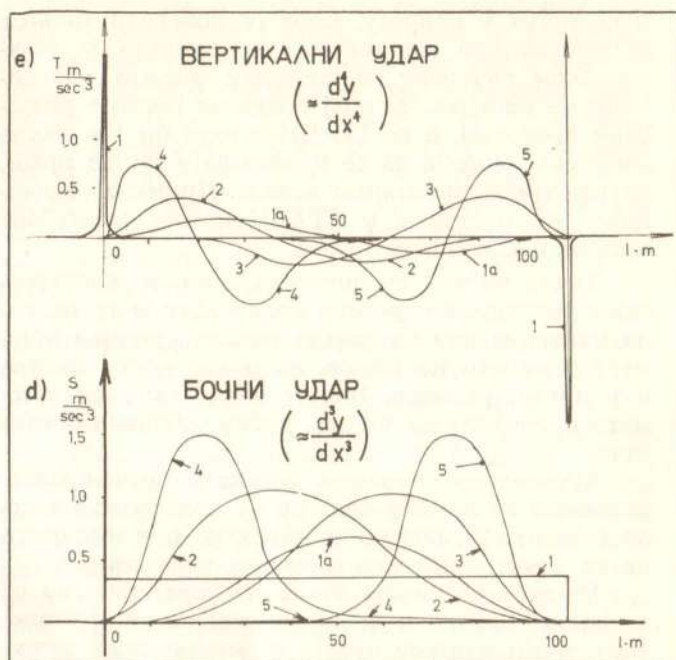
Тачке на кривој која се дигитализира (помоћу Х-У координата) могу да буду на веома малом међусобном растојању, мерено по луку кривине. Ако је крива у размери 1 : 1000, а тачке на растојању од 1 mm, оне су у природи удаљене 1 m.

Тачност одређивања координата на дигитализатору зависи од типа самог дигитализатора. Углавном се може постићи тачност од 0,05 mm до 0,01 mm. Међутим, постоје и специјални уређаји са тачношћу до 0,001 mm.

Позиционирање дигитализатора може да буде ручно, полуаутоматско помоћу »Line Follower« — пратиоца линије, или потпуно аутоматско — при дигитализацији по растеру.

Одређене координате могу да се аутоматски прикажу на малом цифарском екрану, на аутоматском штампачу, избуше на папирној траци или картицама, испишу на магнетној траци или магнетном диску.

Да би се обезбедили континуитет и глаткост кривих, нацртаних у размери 1 : 1000 и помоћу координата са дигитализатора 1000 пута увећаних



и пренетих у природу, мора се повећати тачност дигитализатора коришћењем координата у електронском рачунару по поступку званом »smoothing« — пеглање. За овај поступак постоје разрађени програми, а по ГРАДИ-методи би тек после „пеглања“ морале да се проверавају криве првог, другог, трећег и четвртог извода. Примена »smoothing« — поступка у ГРАДИ-методи омогућава цртање и слободном руком.

Тачке којима су дигитализатором и електронским рачунаром одређене координате могу се, ради контроле или из других разлога, поново аутоматски нанети на цртеж, на другу врсту папира и у другој размери. Нанете тачке могу се аутоматски спојити да би се добио облик осовине пута.

Аутоматско наношење тачака и цртање линија изводе се помоћу плотера — електронских координатографа, повезаних директно или индиректно са дигиталним електронским рачунарима.

Постоје различите врсте плотера, зависно од тачности, брзине и величине површине цртања. Најтачнији плотери цртају се микронском тачношћу — 0,001 mm.

Постоје плотери који могу да раде и као дигитализатори. Уместо главе за писање ставља се »Line Follower« којим се одређују координате тачака на линији.

Цртеж се, међутим, најбрже добија помоћу екрана. Овај екран, двоструко већи од екрана стандардног ТВ-пријемника, подељен је на невидљиви растер са 1.024×1.024 укрштене линије, тј. на више од милион тачака. На таквом екрану могу се приказати криве линије било ког облика. Осим тога, помоћу специјалне „светлеће оловке“, повезане каблом са рачунаром, може и да се црта на екрану, а нацртане линије се аутоматски дигитализирају и уносе у меморију рачунара. На таквом екрану се лако могу визуелно проверавати приказане криве закривљености, криве бочног удара и друге законитости оне линије која се »Line Follower« прати на дигитализатору.

Према томе, са плотером, дигитализатором, екраном, малим процесним рачунаром и малим дигиталним рачунаром какав поседују Електротехнички или Грађевински факултет у Београду, а још боље рачунаром какав има Математички институт у Београду, могла би да се користи ГРАДИ-метода са довољно високим нивоом аутоматизације и тачности.

Процес рада најчешће би се састојао у следећем.

Цртеж једне раскрснице урадио би се у оловци на класичан начин, коришћењем шаблона. Такав цртеж би се ставио на сто дигитализатора повезаног са малим процесним рачунаром (на пример, IBM-7). Перо дигитализатора би се превукло преко оних линија на цртежу које нису ни правци ни кругови. У току повлачења пера или маркице дигитализатора дуж поменутих линија, на екрану, такође повезано са истим процесним рачунаром, биле би приказане функције првог, другог, трећег и четвртог извода криве која се прати дигитализатором. Ако би те функције биле у дозвољеним границама, које би се такође виделе на екрану, оне би се и усвојиле у пројекту.

После ове провере може се приступити дигитализацији свих линија које ће се обележавати на терену. Ради тога треба маркицу дигитализатора довести на почетак линије и задати корак дигитализације, односно интервал стационажа на којима ће се одређивати координате тачака. Пошто се у рачунару, пре одређивања координата тачака, изводи „пеглање“ линије која се дигитализира, линија може да се повуче и слободном руком, што најчешће неће бити случај са правцима и круговима.

Пошто се дигитализацијом одреде стационаже и координате тачака једне линије на сваких 5 m или 1 m, ове координате се аутоматски преносе на екстерне меморије малог рачунара (на пример, IBM-1130) или, пак, већег рачунара (на пример, IBM-360, модел 44). За тај рачунар се посебно морају спремити координате полигоналних тачака, са којих ће се обележавати линија која се дигитализира. Из координата детаљних тачака на сваких 1 m линије и координата полигоналних тачака рачунар IBM-1130 или IBM-360, модел 44 одређује податке за обележавање и штампа их на принтеру: стационажу тачке, координате тачке и податке за ортогонално и поларно обележавање са полигона или са саме трасе.

Уместо малог процесног рачунара и малог рачунара IBM-1130 може се користити само један већи процесни рачунар, на пример, IBM-1800.

Још виши ниво аутоматизације постиже се дигитализацијом по растеру (оптичким електронским читањем) целог цртежа, а не само појединих линија које се морају пратити дигитализатором.

VI. ТРОДИМЕНЗИОНАЛНА ГРАДИ-МЕТОДА

Постоје компјутерски програми за одређивање кота нивелете и кота горње површине коловоза и програми за конструисање вештачких профила пута, под условом да постоје попречни профили терена и програми за одређивање дужине прегледности пројектованог пута и добијање перспективних слика или чак и филма о возњи по пројектованом, још неизграђеном путу.

Да би се ови програми могли применити уз ГРАДИ-методу, требало би извршити одређене измене у програмима. При том би морали да се користе велики рачунари, односно да се максимално прошири рачунар, какав, на пример, постоји у Математичком институту у Београду. Требало би користити и стерео плотер-дигитализатор, какав се у последње време примењује у аутоматској фотограметрији, као и електронски микрофилм-плотер за добијање филма о возњи по пројектованој саобраћајници.

Сва ова опрема је, међутим, веома скупа.

VII. ПРЕДНОСТИ И НЕДОСТАЦИ ГРАДИ МЕТОДЕ

ГРАДИ-метода има више предности.

1) Пројектанти су слободни у повлачењу осовина најпогоднијег облика за сваки конкретан случај, без обзира да ли су елементи осовина кру-

гови, правци или неки други облици који се аутоматски контролишу у погледу задовољења услова динамике вожње и безбедности саобраћаја.

Ова предност нарочито долази до изражаја при пројектовању градских раскрсница и петљи ауто-путева.

Међутим, већина линија на једном цртежу биће ипак састављена од кругова, праваца и усвојених прелазних кривина, за које постоје шаблони за лакше цртање, иако је по ГРАДИ-методи могуће да све линије буду учртане само руком. Фино „исцртавање“ тих линија преузима на себе рачунар у процесу дигитализације.

2) Није потребно да изабрани облици осовине трасе буду математички експлицитно изражени зависношћу X и Y координата тачака осовине. Координате се одређују аутоматском дигитализацијом на специјалним електронским дигитализаторима. Нису потребни никакви аналитички прорачуни координата.

И ова предност ГРАДИ-методе долази нарочито до изражаја при пројектовању градских раскрсница и петљи ауто-путева.

3) Цео поступак излагања и дефинисања оптималних линија осовина путева по ГРАДИ-методи се вишеструко убрзава, чак и у поређењу са применом електронских рачунара за аналитичке прорачуне при пројектовању саобраћајница.

Брзина овог дела пројектовања нарочито се повећава у случају градских раскрсница и петљи ауто-путева.

4) Подаци за обележавање осовине трасе добијају се аутоматски за изабрани полигонални влак и ортогоналну, односно поларну методу, као и за поларну или ортогоналну методу, обележавања са саме трасе.

Интервал стационажа тачака за обележавање осовина може да се изабере по жељи. Таблице за обележавање нису потребне.

Ова предност ГРАДИ-методе преузета је из осталих метода обележавања осовина путева, пројектованих помоћу електронских рачунара.

Предност овог начина обележавања је нарочито вишеструко смањење времена задржавања и трошкова рада екипа на терену.

ГРАДИ-метода има и неке недостатке. За њу је неопходна прецизна електронска опрема, иначе је веома скупа, тако да масовна примена ГРАДИ-методе засад није могућа, тим пре што се највеће предности ове методе не показују при пројектовању стотина километара отворених траса већ при пројектовању петљи ауто-путева и градских раскрсница.

VIII. ЗАКЉУЧАК

ГРАДИ-метода омогућава ослобођење креативних снага пројектаната од кругог придржавања кругова и табличних прелазних кривина при обликовању траса. То представља револуционаран корак у пројектовању саобраћајница које задовољавају савремене услове динамике вожње, безбедности, естетике и економије у сложеним условима.

Ова метода омогућава да се пројектанти потпуно ослободе дуготрајног и сложеног рачунања при уклапању елемената једне осовине у жељени облик, или још сложенијег при уклапању више осовина у једној раскрсници или петљи ауто-путева. То није занемарљив труд ни када се за таква рачунања користе електронски рачунари. Зато је ово револуционарни корак у пројектовању саобраћајница, јер се при обликовању траса „аналитика“, па и компјутерска аналитика замењује компјутреском графиком.

Брзина излагања и дефинисања оптималних линија осовина помоћу ГРАДИ-методе много је већа од брзине која се постиже осталим компјутерским методама, тако да би се и у том погледу ГРАДИ-метода могла сматрати крупним унапређењем пројектовања саобраћајница.

Међутим, ГРАДИ-метода се у потпуности базира на компјутреској графици и засад највишем нивоу аутоматизације „дијалога“ између човека и рачунара. Електронска опрема и уређаји неопходни за ГРАДИ-методу данас су веома скупи. Због тога не треба очекивати масовну примену ове методе одмах после њеног објављивања.

Али, изградња ауто-путева и коренитија реконструкција наших градских саобраћајница тек предстоји. Нарочите предности ГРАДИ-метода има за градске раскрснице и петље ауто-путева. Повећањем броја пројеката ове врсте, као и захтева који се постављају и скраћивањем рокова за пројектовање ГРАДИ-метода добија у економичности и практичној актуелности.

Према томе, ова метода може се сматрати сигурном методом будућности.

Исто тако, и друге компјутерске графичке методе, можда и на нижем нивоу аутоматизације, могу се сматрати сигурним методама будућности. Графичко изражавање пројектаната је природни вид изражавања. Дигитализација је само његов квантитативни израз.

Али, будућност се не може чекати без припрема. Прво што треба испитати да би се стекло извесно предзнање за примену ГРАДИ-методе су разни облици линија које одступају од праваца, кругова и клотоида, а могу да задовоље све услове динамике вожње, безбедности саобраћаја, оптичког вођења и естетике.

Могућности откривене код флексибилних прелазних кривина [2] представљају основу ГРАДИ-методе. Употреба флексибилних прелазних кривина у осталим компјутерским методама пројектовања саобраћајница — аналитичким, а не графичким, представљала би прелазну фазу ка ГРАДИ-методи.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Lorenc, E. H.: „Trassierung und Gestaltung von Strassen und Autobahnen“. Bauverlag GmbH, Berlin 1971.
- [2] Игњатић, Д.: „Неопходне су нове флексибилне прелазне кривине“. „Пут и саобраћај“, број 3—4, 1976.
- [3] Игњатић, Д.: „Нове флексибилне прелазне кривине за савремене путеве и реконструкције путева“. „Пут и саобраћај“, број 5—6, 1976.

Критички осврт на резултате досадашњих истраживања законитости у саобраћајном току

ТИХОМИР БОРБЕВИЋ, дипл. инж.

У саобраћајно-инжењерској пракси јавља се низ проблема у примени резултата теорије саобраћајног тока.

Основни интерес саобраћајно-инжењерске праксе која решава проблеме планирања путне мреже и утврђивања реалних потреба изградње путева усмерен је на питања капацитета и брзина за различите врсте путева и услове одвијања саобраћаја. Међутим, баш у вези с тим питањима јавља се раскорак између теорије и праксе.

Резултати који се добијају из моделских и експерименталних истраживања заснованих на поставкама теорије саобраћајног тока и капацитета и брзине који се јављају у пракси често се веома разликују. То води доношењу несигурних, а често и погрешних одлука о потреби изградње појединих путева и о критеријумима на којим се заснива планирање путне мреже.

Ако се узме у обзир да је у нашој земљи рад на планирању путне мреже и изградњи њених најквалитетнијих елемената-ауто-путева на прагу пуног замаха, решавање оваквих раскорака теорије и праксе од далекосежног је значаја. Отуда се и јавља потреба да се критички преиспитају полазне поставке и резултати теорије саобраћајног тока и детаљније одреде потребе саобраћајно-инжењерске праксе.

ТЕОРЕТСКЕ ИНТЕРПРЕТАЦИЈЕ ЗАКОНИТОСТИ КОЈЕ ВЛАДАЈУ У САОБРАЋАЈНОМ ТОКУ

Основу теорије саобраћајног тока и исходиште свих теоретских интерпретација законитости које владају у саобраћајном току представља једначина основног дијаграма саобраћајног тока, чији је општи облик:

$$q = g \cdot V, \quad (1)$$

односно:

$$q(g) = g \cdot V(g), \quad (2)$$

у којој фигурирају три карактеристичне величине саобраћајног тока:

g — густина саобраћајног тока изражена као однос броја возила по дужини пута;

v — брзина саобраћајног тока дефинисана као опадајућа функција густине;

q — величина саобраћајног тока изражена односом броја возила по времену; са значењем просечних вредности добијених из просторне расподеле дуж деонице пута утврђене дужине.

Својства непознате функције дате релацијама (1), односно (2) дефинисана су помоћу пет граничних услова једначине основног дијаграма саобраћајног тока:

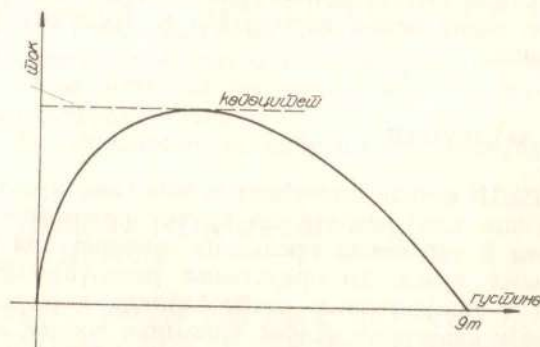
$$\begin{aligned} & \text{I. } q(g_m) = 0; \text{ II. } V(g_m) = 0; \text{ III. } q(0) = 0; \\ & \text{IV. } \lim_{g \rightarrow 0} V(q) = V_0; \text{ V. } \lim_{g \rightarrow 0} dV(g)/dg = 0; \end{aligned}$$

где је:

g_m — максимална густина саобраћајног тока, која се дефинише из стања потпуне загушености пута (возило до возила целом дужином пута) као однос дужине пута и просечне дужине возила у посматраном току;

V_0 — брзина у слободном току која се дефинише као просечна брзина тока веома мале густине, односно брзина једног возила које се само креће по путу.

Теоретски покушаји да се нађе одговарајућа интерпретација непознате функционалне зависности карактеристичних величина саобраћајног тока крећу се у два основна правца: преко аналогije са динамиком флуида и преко теорије вероватноће и математичко-статистичког посматрања сао-



Сл. 1 — Основни дијаграм саобраћајног тока

браћајног тока. У оба случаја тражена је функцио-
нална зависност брзине и густине тока

$$V = V(g),$$

полазећи од искуством потврђене претпоставке да је брзина опадајућа функција густине из које се посредством релације (2) лако прелази на једначину основног дијаграма саобраћајног тока.

Хидродинамички модел саобраћајног тока резултат је третирања саобраћајног тока као протока течности при чему густина има значење притиска. Полазећи од познатих хидродинамичких једначина, изведена је зависност брзине и густине:

$$V = c \cdot \ln(g_m/g), \quad (3)$$

где константа c добија значење оптималне брзине, односно брзине при капацитету.

Применом теорије вероватноће разматрана је законитост односа временског и просторног размака између возила у саобраћајном току и брзине [3]; [5]. Резултат ових истраживања су три различите једначине међусобне функционалне зависности брзине и густине тока, засноване на три различите полазне претпоставке о међусобном односу убрзања, релативне брзине, временског и просторног размака возила:

$$V = c (1/g - 1/g_m), \quad (4)$$

где је c наименована константа:

$$V = c \cdot \ln(g_m/g), \quad (5)$$

где константа c има значење оптималне брзине и

$$V = V_0 - c g, \quad (6)$$

где константа c има значење оптималног просторног размака између возила (просторан размак при капацитету).

За теоретске моделе којима се интерпретирају законитости у саобраћајном току карактеристично је да не задовољавају граничне услове дефинисане поставкама теорије саобраћајног тока. Логаритамска функција просечне брзине и густине, изведена помоћу оба поступка, недефинисана је у домену малих густина ($g \rightarrow 0$; $V \rightarrow \infty$).

Експоненцијална функција добијена из теорије следећа возила не задовољава граничне услове великих густина (при $g = g_m$: $V(g_m) \neq 0$), а зависност брзине и густине дата релацијом (4), поред тога што не задовољава граничне услове малих густина, није и опадајућа функција густине.

Покушаји да се било која од моделских једначина практично примени остали су без резултата. Узимајући за основу реалне претпоставке о максималној густини од 250 возила на 1 km, што одговара стању потпуне закрчености пута путничким возилима просечне дужине 4 m и брзини у слободном току од 100 km/ч као брзини путничког возила које је само на равном и правом путу довољне ширине, добијају се крајње нереалне вредности за капацитет.

ЕМПИРИЈСКЕ ИНТЕРПРЕТАЦИЈЕ ЈЕДНАЧИНЕ ОСНОВНОГ ДИЈАГРАМА САОБРАЋАЈНОГ ТОКА

Експерименталним поступком, односно на основу мерења брзина и густина, полазећи од поставки теорије саобраћајног тока, изведен је већи

број емпиријски хједначина зависности просечне брзине и густине. Најзначајније међу њима су Гриншилдова, Гринбергова и Андервудова једначина. Све остале познатије емпиријске једначине или представљају одређене варијације поменути три једначине или немају значајнију практичну вредност.

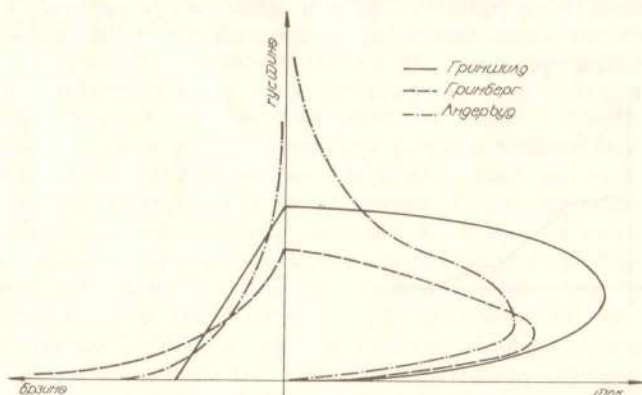
Најстарија и најпознатија је Гриншилдова једначина линеарне зависности просечне брзине и густине, изведена још 1934. године. Једначина основног дијаграма која се из ње добија посредством релације (2) је парабола:

$$q = V_0 g (1 - g/g_m) \quad (7)$$

која има реалан, максимум за вредности $g = g_m/2$ и $V = V_0/2$, који се дефинише као капацитет:

$$q_{\max} = V_0 \cdot g_m/4. \quad (8)$$

Из нумеричке интерпретације параметара Гриншилдове једначине проистиче да брзина у слободном току износи 74 km/ч, а максимална густина 121 возило на 1 km за прав и раван пут. Капацитет се јавља при брзини од 37 km/ч и густини од 60 возила на 1 km и износи 2.240 возила на један час.



Сл. 2 — Емпиријске интерпретације основног дијаграма

Коригована Гриншилдова једначина (О. К. Norman), и поред карактеристично нереалних вредности за брзине и густине, уграђена је касније у методе за прорачун капацитета по Highway Capacity Manual, 1965. [4], које се и данас у пракси полазећи од претпоставке да у распону мерних величина (веће густине) даје прихватљиве резултате. Последица коришћења ове релације за прорачуне капацитета и брзина је низ нереалних резултата, као што су:

— да је просечна брзина при којој се јавља капацитет 48 km/ч, и то независно од промена структуре у саобраћајном току;

— да је максимални капацитет 2.000 возила на час и сл.

Мерења брзина и протока изведена у новије време у нашој земљи и у свету одступају од ових резултата. Као илустрација може да послужи следеће: мерења на путу Е-49 (деоница Сурчин — Добановци) изведена 1975. године, дала су максималне протоке од преко 3.000 возила на час при брзини од око 60 km/ч.

Гринбергова логаритамска функција просечне брзине и густине:

$$V = c \ln(g_m/g) \quad (9)$$

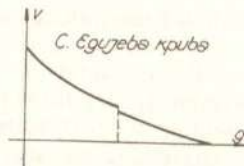
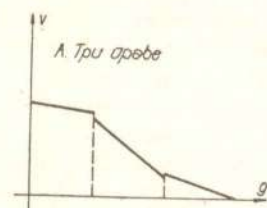
идентична је по облику са хидродинамичким моделом саобраћајног тока. Добијен је из података мерења у северној цеви Линколновог тунела у Њујорку, где режимом саобраћаја владају диктирани услови блиски идеализованом току који лежи у основној претпоставци хидродинамичког модела. Резултантни капацитет од 1.450 возила на час при брзини од 28 km/ч, знатно одступа од резултата који одговарају нормалном стању тока. Сви недостаци хидродинамичког модела присутни су и у овој једначини. Њена практична вредност ограничена је на специфичне услове одвијања саобраћаја, који одговарају условима на којима је она заснована.

Експоненцијална функционална зависност просечне брзине и густине, дата Андервудовом једначином облика:

$$V = V_0 e^{-g/g_0} \quad (10)$$

где је g_0 густина која одговара капацитету, идентична са трећим моделом теорије слегања возила, даје такође нереалне вредности за величину капацитета, одговарајуће брзине и густине.

Експериментима је доказано [2] да не одговара условима одвијања саобраћаја на ауто-путевима. Недефинисана је у домену већих густина, а област коришћења јој је сведена на узак појас малих густина.



Сл. 3 — Комбиноване емпиријске интерпретације основног дијаграма

Значајан допринос разјашњавању комплексних законитости у саобраћајном току представљају покушаји да се ове законитости интерпретирају комбиновањем познатих емпиријских једначина. Овај процес је отворио Andervud описом три карактеристична стања у саобраћајном току и увођењем појмова нормалног, нестабилног и форсираног тока. Непосредни резултати таквог посматрања су дефинисање тзв. „нивоа услуге“ у прорачунима капацитета по НСМ и покушаји да се функционалне зависности брзине и густине интерпретирају помоћу три линеарне једначине, модификованом Гринберговом једначином и Едијевом кривом — која представља комбинацију Андервудове и Гринбергове једначине (слика 3). Тестирање ове три претпоставке преко резултата мерења на Ајзенхауеровом ауто-путу у Чикагу [6] показало је да су вредности капацитета, бр-

зина и густина знатно ближи реалним вредностима од оних који се добијају из познатих емпиријских једначина.

ОЦЕНА ПРАКТИЧНЕ ВРЕДНОСТИ ТЕОРЕТСКИХ МОДЕЛА И ЕМПИРИЈСКИХ ЈЕДНАЧИНА ЗА ИНТЕРПРЕТАЦИЈУ ЗАКОНИТОСТИ У САОБРАЋАЈНОМ ТОКУ

Са гледишта саобраћајно-инжењерске праксе основна и највећа вредност теорије саобраћајног тока састоји се у утврђивању реалних домена посматрања саобраћајног тока као појаве и дефиницији опште законитости о његовој природи.

Моделска испитивања једначине основног дијаграма резултирала су низом корисника сазнања о специфичностима природе саобраћајног тока. Најзначајнија међу њима односе се на различиту природу законитости у саобраћајном току у условима мањих и већих густина, утицај наглог пораста густине [3] и комплексност међуодноса карактеристичних величина саобраћајног тока у граничним доменима његове појаве.

Резултатима моделских испитивања утврђено је пут експерименталним истраживањима законитости у саобраћајном току, кроз која су углавном само потврђена сазнања о специфичностима његове природе. Међутим, прихватљива решења за практичну употребу нису пронађена. Покушаји да се моделска испитивања и емпиријске једначине добијене експерименталним путем примене у саобраћајно-инжењерској пракси нису дали задовољавајуће резултате. У пракси се и даље оперише са најгрубљом апроксимацијом комплексних зависности у саобраћајном току*, уз свесно присуство свих недостатака који из таквог прилаза проистичу, јер остали приступи дају веома шаролике и непоуздане резултате.

Разлоге неприменљивости теоретских модела у пракси, према мишљењу многих аутора, треба тражити у томе што не укључују у разматрање параметре пута и што претежно идеализују стање у саобраћајном току. Поистовећивање саобраћајног тока са протоком течности представља знатан степен идеализовања појаве, а искључивање могућности претицања, садржано у концепту теорије слебења возила, представља још један корак у том правцу.

За емпиријске једначине засноване на поставкама теорије саобраћајног тока (с обзиром да су добијене на основу конкретних мерења) би се могло рећи да су ближе стварним законитостима у саобраћајном току од теоретских модела. Са изузетком линеарне апроксимације, остале немају већи практичан значај углавном зато што дају неприхватљиве резултате.

Домен њихове примене уско је ограничен у оквиру области и специфичних услова у којима је обављен експрименат на основу кога је изведена одговарајућа емпиријска једначина. Претпоставка да поједине емпиријске једначине пред-

* Апроксимацијом функционалне зависности брзине и густине тока једначином праве (О. К. Норман; НСМ).

стављају партикуларна решења једне опште једначине законитости у саобраћајном току није ни практично ни теоретски доказана.

Известан значај, и то углавном у смислу корисних сазнања о природи саобраћајног тока, имају покушаји да се законитости у саобраћајном току прикажу комбиновањем познатих емпиријских једначина. Међутим, нереалност добијених резултата и недостатак одговарајућих квантификација за разна стања у току онемогућавају њихову практичну примену.

У оцени практичне вредности теоретских модела и емпиријских интерпретација једначине основног дијаграма саобраћајног тока, са гледишта њихове употребљивости за конкретне прорачуне капацитета брзина и доношења одлука о изградњи и планирању путева, проистиче закључак да је домен њихове примене ограничен, а добијени нумерички резултати не одговарају стварном стању. Зато су конкретни прорачуни засновани на њима оптерећени применом емпиријских поправних коефицијената за многе специфичне услове пута, структуру тока, услове одвијања саобраћаја и сл.

ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА, СА ОСВРТОМ НА ПРАВАЦ ДАЉИХ ИСТРАЖИВАЊА ЗАКОНА КОЈИ ВЛАДАЈУ У КОНКРЕТНИМ САОБРАЋАЈНИМ ТОКОВИМА

Тешкоће у вези с применом теоретских модела и емпиријских интерпретација једначине основног дијаграма саобраћајног тока намећу логично питање: шта недостаје у поступку описивања законитости у саобраћајном току?

Да ли је у питању ваљаност основне поставке теорије саобраћајног тока о законитостима међу односа карактеристичних величина датих општом једначином основног дијаграма, односно релацијама [1] и [2].

Свакако није, јер је општа законитост дефинисана полазним поставкама саобраћајног тока доказана многим експериментима.

Недостатке очигледно треба тражити у заснивању теоретских и емпиријских интерпретација једначине основног дијаграма, односно у идеализовању комплексне природе саобраћајног тока, и то у начину описивања његове природе и у тумачењу и сагледавању значаја фактора који утичу на карактер законитости у њему. Основни разлози који на то упућују су пренебрегавање или једно страно третирање утицаја елемената и карактера пута, режима саобраћаја и структуре саобраћајног тока.

Пут као предмет посматрања у теоретским и емпиријским интерпретацијама једначине основног дијаграма је у знатној мери неодређен. Најчешће је јединица посматрања раван и прав пут са једном саобраћајном траком. Интерпретације засноване на теорији слеђења возила потпуно искључују могућност престизања возила, док се у другим интерпретацијама прећутно подразумева могућност престизања и тиме аутоматски руши претпоставка о једној саобраћајној траци. При

том остаје отворено питање режима саобраћаја, односно да ли се прстиже на двосмерном и једносмерном путу и питање утицаја геометријских карактеристика пута (успони, падови и кривине) на законитост односа међу карактеристичним величинама саобраћајног тока.

Теоретске интерпретације једначине основног дијаграма и знатан број емпиријских једначина не обухватају хетерогеност састава саобраћајног тока по врстама возила, односно разноликост структуре као карактеристику саобраћајног тока. Оне оперишу са токовима хомогеним по структури. Емпиријске једначине прилагођене за практично коришћење оперишу са токовима тзв. „нормалне структуре“ (на пример, 10% теретних возила и 5% аутобуса у саобраћајном току при прорачуну капацитета) и поправним коефицијентима за свођење на тражену структуру. При том се дефиниције тзв. „нормалног тока“ међусобно разликују код разних аутора, у зависности од сврхе у коју се резултати користе (за прорачун брзина, капацитета, меродавног протока и сл.).

Међутим, структурни односи у саобраћајном току утичу на законитост односа свих карактеристика пута, укључујући и карактеристике пута и режим саобраћаја.

Највеће удаљавање теоретских и емпиријских интерпретација од стварне природе законитости које владају у саобраћајним токовима изазива претпоставку да се карактер функционалних односа међу карактеристичним величинама не мења у целом интервалу у коме је једначина основног дијаграма дефинисана, односно да у целом овом интервалу законитост може да се представи једном једначином. Отуда и проистичу проблеми са задовољењем граничних услова постављених теоријом саобраћајног тока и тумачења да поједине једначине одговарају само у одређеном домену густина (за мале густине, за потребе капацитета — средње густине и за форсирани ток — велике густине). У том смислу велики значај имају покушаји да се законитост у току интерпретира са више емпиријских једначина.

Полазећи од уочених разлога због којих се јављају тешкоће у примени теоретских и емпиријских интерпретација једначине основног дијаграма могу да се дефинишу полазне поставке у даљем истраживању законитости у саобраћајном току које пружају реално могућности да се дође до таквог концепта који садржи и исправан теоретски приступ и прихватљиве практичне резултате. У том смислу полазне поставке теорије саобраћајног тока и међузависности густине, брзине и величине тока треба проширити увођењем карактеристика пута и структуре саобраћајног тока и прецизнијим дефинисањем режима саобраћаја и домена различите природе односа међу карактеристичним величинама.

Истраживање законитости у саобраћајном току на путу са једном саобраћајном траком представља грубу идеализацију. Пут са једном траком је фикција која не постоји у стварности. Стога у истраживању стварних законитости у саобраћајним токовима пут као јединица посматрања мора имати најмање две саобраћајне траке, од-

носно могу да се посматрају само путеви са две или више саобраћајних трака.

Основна карактеристика стварних саобраћајних токова је хетерогена структура. Због тога је потребна корекција основних поставки теорије саобраћајног тока увођењем и структуре као карактеристичне величине, јер се у зависности од промена у структури мењају и односи осталих карактеристичних величина, али и њихово значење у граничним доменима основног дијаграма (брзина у слободном току и максимална густина).

Зато приликом истраживања законитости у саобраћајном току мора јасно да буде дефинисана структура тока која је предмет посматрања. За предмет посматрања треба одабрати скуп саобраћајних токова са истом структуром, независно од густине. У оквирима таквог скупа могу да се траже законитости међу карактеристичним величинама, а утицај различитих структура на законитост односа међу карактеристичним величинама извео би се на основу разлика између једначина основног дијаграма добијених за разне структуре. Поред тога, у обзир се мора узети чињеница да се стварни токови јављају на конкретним путевима и да се ти путеви међусобно разликују по својим геометријским и режимским карактеристикама, а ове разлике на одређени начин утичу на зависност међу карактеристичним величинама у саобраћајним токовима различите структуре.

Сазнања из многих експерименталних истраживања ([2]; [6]), а и практична инжењерска логика упућују на постојање различите природе законитости међуодноса карактеристичних величина у различитим областима густине саобраћајног тока. Њихов су производ појмови слободног, нормалног и форсираног саобраћајног тока, са којима се често оперише у теоретским и емпијским истраживањима.

Међутим, ни у теоретском ни у експерименталном истраживачком домену нису повучене јасне границе између поменутих различитих стања саобраћајног тока, нити су квантифицирани услови за прелазак из једног стања у друго. Да би се остварило што боље приближавање стварним законитостима у саобраћајном току и на тај начин створила и реална основа за практично коришћење резултата истраживања, неопходно је прихватити чињеницу да се законитост међуодноса карактеристичних величина може реално приказати само посредством више независних функционалних односа, од којих сваки одржава законитост која

влада у датом домену густина, односно за дато стање саобраћајног тока. Поред тога, морају се јасно дефинисати и услови за прелазак из једног стања у друго, и то у зависности од структуре тока, режима саобраћаја и геометријских карактеристика пута.

Полазне поставке за даља истраживања, дефинисане кроз ово разматрање, садрже у себи прорачун густину, брзину, величину и структуру као карактеристичне величине саобраћајног тока. Предмет истраживања је међузависност ових величина у функцији геометријских и режимских карактеристика пута, водећи рачуна о томе да је природа ове међузависности различита за различита стања тока мерена густином. Тиме се отвара пут истраживачком процесу тражења реалних закона у саобраћајном току, чији производ треба да буду и правилна теоретска тумачења и практична употребљивост резултата.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Theory of Traffic Flow, ed. Robert Herman, Elsevier Publishing Co., Amsterdam, 1961.
- [2] George, H. P.; Guerin, N. S.; Ross Palmer, M.; Underwood, R. T.: Quality and Theory of Traffic Flow, A Symposium by B. D. Greenshields, Bureau of Highway Traffic, Yale University, 1961.
- [3] Haight, F. A.: Mathematical Theories of Traffic Flow, Academic Press, New York, London, 1963.
- [4] Highway Capacity Manual, Highway Research Board, Special Report 87, 1965.
- [5] Wohl, M., and Martin, B. V.: Traffic System Analysis for Engineers and Planners, Mc Graw — Hill Book Company, New York, 1967.
- [6] Vehicular Traffic Science, ed. Edie L. C. R. Herman, R. Rothery, American Elsevier Publishing Company, Inc. New York, 1967.
- [7] Борбевих, Т.: Примена методе посматрања у покрету у испитивању саобраћајних токова на градским саобраћајницама, Саобраћај, Техника, број 3/1969.
- [8] Кузовић, Љ.: Нека актуелна питања прорачуна капацитета путева у нашој земљи, Пут и саобраћај, број 5/1970; Саобраћај, број 6/1970.
- [9] Упутства за израду студије о изводљивости путева, Dorsch Consult, München i Louis Berger, Inc. East Orange, USA; Савет републичких и покрајинских организација за путеве, Љубљана, 1974.
- [10] Кузовић, Љ.: Прилог утврђивању меродавних протока возила за вредновање техничких решења путева — Докторска дисертација, Београд, 1975.

Покушај оптимизације расподеле инвестиција за путну мрежу применом метода динамичког програмирања

ВОЈИСЛАВ ВУЧКОВИЋ, дипл. екон.

1. УВОД

Рад на методама планирања путне мреже и параметрима релевантним за њен развој постаје све атрактивнији и успешнији. Пошто је реч о области за чији развој још није створена конзистентна методологија и чија је проблематика веома компликована, посебно када се ради о примени математичких модела, нормално је што се у пракси јављају недовољно објективно одбацавање или олако прихватање математичких модела.

Два су основна поља примене математичких модела у планирању развоја путне мреже:

— анализа и прогноза фактора релевантних за развој путне мреже (становништво, запосленост, доходак, структура привреде, капацитет путне мреже и саобраћаја на њој, структура саобраћаја итд.);

— дистрибуција инвестиција на путну мрежу и, у вези с тим, избор варијаната њеног развоја.

У овом чланку учињен је покушај да се укаже на реалне могућности примене једног од метода динамичког програмирања у области дистрибуције инвестиција за поједине путне правце у оквиру путне мреже.

2. ИНВЕСТИЦИЈЕ И ЊИХОВА РАСПОДЕЛА НА ПУТНУ МРЕЖУ

Због апсолутне величине и релативно високог процента учешћа у националном дохотку, улагања у путну инфраструктуру представљају дугорочне инвестиције. Трошкови инфраструктуре фиксног су карактера и директно утичу на висину цене услуга друмског саобраћаја, па нерационални пласман инвестиција и неадекватно коришћење инфраструктуре појачавају утицај транспортних трошкова на привреду и одражавају се на целокупан друштвени развој.

Једном изграђени путеви и створени односи у капацитетима путева не могу се мењати, смањивати или користити на другим релацијама.

Недовољни капацитети пута не могу се сматрати комплементарним или супститубилним са вишком капацитета пута на другом правцу и допуњавати, као што је случај са производним капацитетима у свим осталим областима производње.

Диспропорција капацитета на једном путном правцу или деловима путне мреже рефлектује се на целокупну мрежу стварањем уских грла и недостатком капацитета на појединим деловима мреже и на нерационално трошење друштвених средстава у вишак капацитета. Тиме се нарушава органско јединство путне мреже и настају организациони и економски проблеми друштва.

Оптимална дистрибуција инвестиција на целокупну путну мрежу један је од виталних проблема њеног даљег развоја, развоја система друмског транспорта, привредног и целокупног друштвеног система.

Изражене жеље за изградњом, реконструкцијом и модернизацијом појединих путних праваца или деоница путне мреже по правилу знатно премашују реалне могућности друштвених улагања. Стога је нужан што објективнији избор алтернатива улагања у путну мрежу, тј. „комбинација пројеката“.

Оправданост изградње, реконструкције или модернизације путева има више критеријума. Најважнији су:

- друштвена рентабилност улагања у путеве,
- комплетирање путне мреже;
- отварање подручја и њихово укључивање у ширу друштвену поделу рада;
- подизање квалитета услуга друмског саобраћаја на виши ниво (брзина, безбедност, удобност итд.).

У нашој земљи је прихваћено да је век трајања једног пута 20 година. Стога се корисност пута за период од 20 година у анализама третира као укупна корисност пута.

Поред мерљивих фактора у анализу је укључен и читав низ оних немерљивих који се валоризују процесном. На тај начин се долази до новчаног еквивалента вредности који се у конкретним анализама усваја као корисност пута. Стандард-

ном техником дисконта своде се укупне користи и инвестиције на чисту садашњу вредност.¹

У практичним одлукама у обзир долазе само оне деонице које изискују највишу чисту садашњу вредност токова инвестиција и користи дисконтованих опортунитетном ценом капитала,² под условом да је таква садашња вредност позитивна. Претпостављено је, исто тако, да је за сваку деоницу већ изабрана једна (оптимална) варијанта.

У случају да се располаже са довољно средстава, било би пожељно да се сви пројекти реализују. Међутим, када за изградњу свих деоница нема довољно средстава, мора се донети одлука које ће се деонице градити а које ће се одбацити или одложити за касније. Реч је о проблему „комбинације пројеката“, што значи да сви пројекти имају шансу да учествују у избору али не и да буду изабрани.

У питању више нису појединачни пројекти већ се тражи оптимално решење са аспекта целокупне путне мреже и рентабилности друштвених улагања у њу.

Одабирање деоница које ће ући у програм путева и утврђивање обима средстава потребних за реализацију одређених „комбинација пројеката“ два су дела истовремене одлуке. У питању је, значи, проблем са само једним ограничењем — у погледу обима средстава.

Општи пут изналажења оптималног решења био би следећи: „На основу дефинисаног критеријума оптималности формулише се одређена функција економског циља, па се у оквиру расположивих ограничених ресурса методама математичког програмирања изналази оптимална варијанта дистрибуције ресурса, која осигурава постизање максималне вредности функције економског циља“³.

Проблем дистрибуције ограничених инвестиција на поједине делове путне мреже могуће је решити уз коришћење многих већ развијених метода који дају задовољавајуће резултате. У овом раду учињен је покушај да се тај проблем реши уз примену једне од метода динамичког програмирања.

3. ДИНАМИЧКО ПРОГРАМИРАЊЕ

Због све веће сложености и карактера процеса који се јављају у свим областима науке, технике

¹ „Вредност тока користи и трошкова пројеката дисконтована за одређену годину (нпр., сада, за годину отварања) опортунитетном ценом капитала је она посебна вредност која се укамаћена опортунитетном ценом капитала изједначаје са чистом будућом вредношћу“. Упутства за израду студија о изводљивости путева, Dorsch consult у сарадњи са Louis Berger INC., стр. 9, Јубљана 1974. године.

² „Опортунитетна цена капитала даје просечну годишњу стопу чисте добити, која се може остварити средствима која нису уложена у пројекат студије. То значи да просечни принос капитала употребљеног у друге намене представља опортунитетну цену капитала“. „Опортунитетна цена капитала за СФР Југославију износи око 12,5%“. Упутства за израду студија о изводљивости путева, Dorsch consult у сарадњи са Louis Berger INC., стр. 9, Јубљана, 1974. године.

³ Lange O.: "Introduction to Econometrics", Pergamon Press, Warszawa, 1959, str. 208.

и праксе, поље примене класичних метода математичке анализе све је уже. Њихова примена најчешће не доводи до задовољавајућих решења. Стога је развијен читав низ нових математичких метода, међу којима је и метода динамичког програмирања.

Суштина динамичког програмирања је у вишестепеном процесу добијања оптималног плана управљања.⁴

Метода динамичког програмирања заснива се на коришћењу принципа оптималности⁵ и функционалних једначина. Тиме се знатно проширују могућности решавања проблема оптимализације реалних система (саобраћај је реалан систем).

Пошто су рачунски поступци оптималног решења врло сложени, метода динамичког програмирања изискује примену рачунара за добијање нумеричких решења. „За практичну примену метода динамичког програмирања потребно је да сваки разматрани процес има свој јасно постављени математички модел, са прецизно дефинисаним циљем (функција циља), који треба максимизирати (минимизирати) и ограничењима која се морају узети у обзир у току процеса. За овако постављени задатак, уколико задовољава услове које захтева примена метода динамичког програмирања, треба наћи функционалне релације применом принципа оптималности. У извесним случајевима могуће је наћи аналитичко решење, али се решење најчешће налази у нумеричком облику применом рачунара.“⁶

4. АНАЛИТИЧКИ ПРИМЕР ДИНАМИЧКОГ ПРОГРАМИРАЊА

На општем примеру биће дат један од могућих корака примене методе динамичког програмирања.

„Задатак о руксаку“, који су поставили Гилмор и Гомори, је задатак целобројног програмирања са једним ограничењем. Он има широку практичну примену у решавању најразличитијих задатака оптимализације. „Задатак о руксаку“ има просту структуру, тако да се може решити и мањелно применом метода динамичког програмирања. Овде ће бити примењен у решавању проблема

⁴ „Оптимално управљање је управљање одређено егзактним методама, при чему се постиже екстремна вредност критеријума додатог систему којим се управља. Додати критеријуми могу бити разноврсни: добит или трошкови у датом периоду времена, време трајања процеса, поузданост итд. Тада оптимално управљање обезбеђује максималну добит или максималне трошкове у датом периоду времена, минимум трајања процеса, максималну поузданост... У математичком поделу оптимизације се своди на налажење екстремне вредности функције или критеријума под условима и ограничењима (модел, ограничења) задатим једначинама и неједначинама...“

⁵ Принципи оптималности протумачиће се на низу одлука ($u_1, \dots, u_n$), који се често назива политиком. Ако се низ одлука ($u_1, \dots, u_n$) примени на један процес, он ће посредством одлука прелазити из стања у стање. Она политика при којој придодати критеријум добија максималну (или минималну) вредност зове се оптимална политика — Системи, управљање системима, системске дисциплине, технике и методе. Група аутора, Институт „Михајло Пупин“, Београд, 1970, стр. 84 до 85.

⁶ Др Петрић Ј., дипл. инж.: „Операциона истраживања I“. Београд, 1972, стр. 213.

оптималне дистрибуције инвестиција на путну мрежу.

На пример, укупне инвестиције намењене за изградњу нових путних праваца износе (I_j ($1 \leq j \leq n$)). Нека је d_j број деоница j -те категорије пута, C_j цена деонице j -тог пута а K_j укупна корисност деонице j -тог пута у веку трајања пута.

Потребно је одредити број деоница d_j ($1 \leq j \leq n$), тако да $K_j d_j$ буде максимално, а укупна цена $\sum_j C_j d_j$ не премаши укупне инвестиције I . Услов је да је $d_j \geq 0$ и цели број. Сада се формира функција циља:

$$\max \sum_{j=1}^n K_j d_j,$$

уз услов да је:

$$\sum_{i=1}^n C_i d_i,$$

$$d_i \geq 0, d_i = \text{цели број}.$$

За решавање проблема формира се функција следећег облика:

$$\alpha_k(y) = \max \sum_{j=1}^k K_j d_j, \quad (1 \leq k \leq n);$$

где је:

$$\sum_{j=1}^k K_j d_j \leq y, \quad (0 \leq y \leq I).$$

Вредност $\alpha_k(y)$ је максимална вредност целе функције деоница из првих категорија, а цена инвестиција и те деонице (d_j) не превазилази y . Даље се претпоставља да је $\alpha_0(y) = 0$ за свако y , $\alpha_k(0) = 0$ за свако k (случај када је $y = 0$) а $\alpha_k(y) = -\infty$ за $y < 0$. Јасно је да је $\alpha_1(y) = [y/C_1] \times K_1$ (број деоница које се могу изградити расположивим инвестицијама).

За $k \geq 1$ за функцију $\alpha_k(y)$ образује се следећи рекурентан образац:

$$\alpha_k(y) = \max [\alpha_{k-1}(y), \alpha_k(y - C_k) + K_k].$$

На основу овог обрасца конструише се таблица која има n редова и I колона, а као елементи таблице јављају се величине:

$$\alpha_k(y) \quad (k = 1, 2, \dots, n; y = 1, 2, \dots, I).$$

Формира се и таблица $m(k, y)$ у којој ће бити величине d_j које проистичу из прве таблице. Елементи првог реда $m(1, y)$ таблице добијају се по следећем правилу:

$$m(1, y) = \begin{cases} 0, & \text{ако је } \alpha_1(y) = 0 \\ 1, & \text{ако је } \alpha_1(y) \neq 0. \end{cases}$$

Елементи осталих редова добијају се по следећем правилу:

$$m(k, y) = \begin{cases} m(k-1, y) & \text{ако је } \alpha_{k-1}(y) > \alpha_k(y - C_k) + C_k \\ k, & \text{ако је } \alpha_{k-1}(y) \leq \alpha_k(y - C_k) + C_k. \end{cases}$$

По формирању таблица коначно решење се добија када се у таблицу $\alpha(k, y)$ пронађе елемент са максималном вредношћу, а затим у таблицу $m(k, y)$:

$$\begin{aligned} m(k, y) &= L_1, & D_{L_1} &= D_{L_1} + 1, \\ m(k, y - a_{L_1}) & & \text{итд.} & \end{aligned}$$

Тиме је за један уопштен поједностављени пример изложен алгоритам аналитичког решавања огледа се у томе што се, захваљујући итеративности, добија се и нумеричко решење задатака. Оно се за задати ниво расположивих средстава налази из конструисаних табела $\alpha_k(y)$ и $m(k, y)$.

Добра страна методе динамичког програмирања огледа се у томе што се, захваљујући итеративном поступку, за све нивое инвестиција од 1 до n добија оптималан распоред инвестиција на поједине категорије путева у оквиру путне мреже.

5. ЗАКЉУЧАК

Метод динамичког програмирања су у нашој земљи до сада мало коришћене приликом програмирања и планирања развоја путне мреже. С обзиром на карактер метода динамичког програмирања и њихову све ширу примену у решавању практичних проблема, реално је очекивати даљу разраду метода динамичког програмирања кроз анализе и студије о правцима даљег развоја путне привреде.

Мада је општи пример, који је наведен у овом раду, веома поједностављен и коришћен само као фиктивна илустрација, он указује на подобност и сврсисходност метода динамичког програмирања за овакве анализе.

Пракса располаже прилично развијеном методологијом која се користи у парцијалним анализама појединачних путних праваца при изради и вредновању пројеката. Ове методе дају задовољавајуће резултате, који у потпуности могу да послуже као улаз за изналажење оптималних „комбинација пројеката“. Насупрот парцијалним анализама, у глобалним анализама, програмима и плановима развоја путне мреже још за изналажење оптималних решења није створена конзистентна методологија са разрађеним техникама, што упућује на већи значај и могућности усавршавања метода динамичког програмирања и њихове примене у овој области.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Gomory, R. E.: "An algorithm for Integer Solutions to Linear programs", Recent advances in mathematical Programming, Mc Graw-Hill, New York, 1963.
- [2] Bellman, R. E., and Dreyfus, S. E.: "Applied Dynamic Programming", Princeton University, 1962.
- [3] Др Петрић, Ј.: „Математичке методе планирања и управљања“, Информатор, Загреб, 1968.
- [4] Др Петрић, Ј.: „Операциона истраживања I“, Оекономика, Београд, 1972, стр. 213 до 270.
- [4] Др Петрић, Ј.: „Операциона истраживања I“, Оекономика, Београд, 1972, стр. 213 до 270.
- [5] Др Стојановић, Д.: „Математичке методе у економији предузећа“, Савремена администрација, Београд, 1972, стр. 85 до 103.
- [6] Група аутора: „Збирка задатака из операционих истраживања I“, Привредно-финансијски водич, Београд, 1974, стр. 242 до 432.
- [7] Група аутора: „Системи, управљање системима, системске дисциплине, технике и методе“, Институт „Михајло Пупин“, Београд, 1970.

Санација подужних прслина на путевима

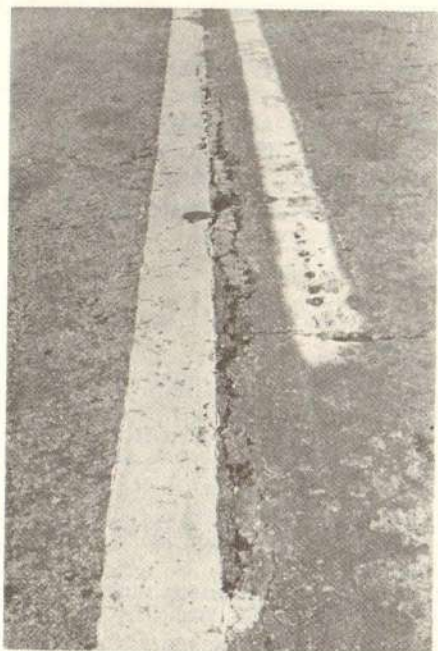
ЉУБОМИР МАРИНОВИЋ, дипл. инж.

УВОД

Санација подужног споја на саобраћајницама са асфалтним застором израђеним пре више година проблем је који се јавља у раду свих служби за редовно одржавање путева.

На више путних праваца налази се на прслине различите ширине у које продире вода, а самим тим страдају везни и носећи слојеви коловозне конструкције.

Овакве прслине на путевима су „рак-ране“ које проузрокују пропадање коловозне конструкције (слика 1).



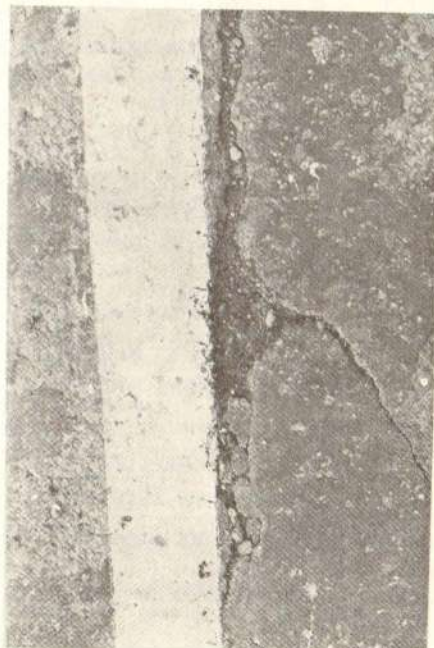
Сл. 1 — Прслине на коловозу пута Параћин—Зајечар (31+020 km)

Овакво стање уочава се и на великом делу пута Параћин — Зајечар. Било је више покушаја да се оштећења настала на том путу санирају и нађу најповољнија техничка решења. Покушаји санирања и добијени резултати приказани су у даљем тексту.

МЕСТО, ВЕЛИЧИНА И УЗРОК НАСТАНКА ПОДУЖНИХ ОШТЕЋЕЊА

Оштећења у виду прслина која коловоз чине неравним настају у оси пута, на месту споја леве и десне половине асфалтнобетонског коловозног застора. Различите су величине. Испрскили део широк је од 3 mm до 20 cm, а дубина им је различита. Ископавањем је утврђено да је прслина дубока од 2,5 до 8 cm, што говори да је испод слоја асфалтног бетона дошло до потпуног пуцања од битуменом обавијеног шљунка.

Распадање битуменом обавијеног шљунка се нарочито уочава у зони споја асфалтног бетона, што при крпљењу коловозног застора лево и десно од средине пута није био случај. Отуда је закључено да обавезни преклоп слојева није изведен, што је поспешило пропадање битуменом обавијеног шљунка на месту споја.



Сл. 2 — Ударна рупа настала као друга фаза оштећења споја

Радни спој на асфалтном бетону није урађен квалитетно. Претпоставке о узроку оштећења могу бити различите. Чињенично стање доводи до следећих констатација:

— радни спој није рађен истовремено како би додир био остварен и изведен у „врћем“ стању;

— премазивање радног споја се не уочава ни-ти је обављано;

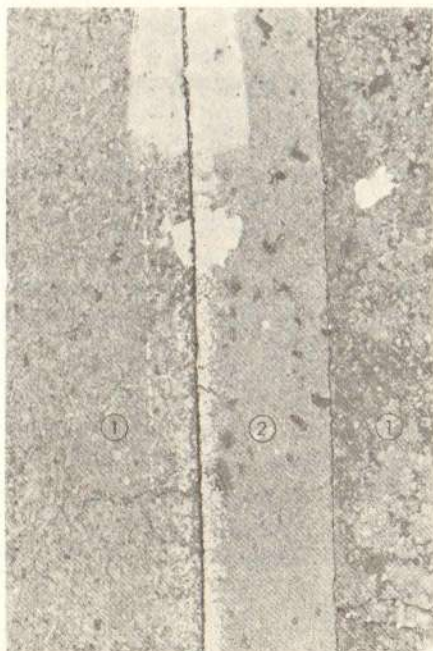
— у зони радног споја уочавају се крупна зрна, што упућује на постојање сегрегације, а већ је познато да се таква асфалтна маса тешко може сабити ваљком и хомогенизирати. Таква места на коловозу чине зону лошијег квалитета, тј. најмањег отпора у којој је дошло до стварања прслина, а касније су оне постале слаба места свих утицаја (слика 2).

НАЧИН САНИРАЊА

Основни циљ санирања свих прслина или оштећења било је заптивање и онемогућавање продирања воде у коловозну конструкцију. Зависно од степена оштећења, чињени су различити покушаји, и то на следећи начин:

а) Мале прслине, отвора величине 0 до 3 mm, представљају први стадијум слабљења и пропадања коловоза. Санирање се састојало у заливању прслина врућим битуменом ради спречавања продирања воде у коловоз. Резултат поправке није дуготрајан. Прслине су због дилатирања спојева постајале веће, па је заливање морало да се обавља сваке године.

б) Оштећења ширине до 20 cm, изискивала су други начин поправке. Оштећени део асфалта је исецан машином за сечење. Тако очишћени простор крпљен је слојем асфалтног бетона. Уколико се слој битуменом обавијеног шљунка испод

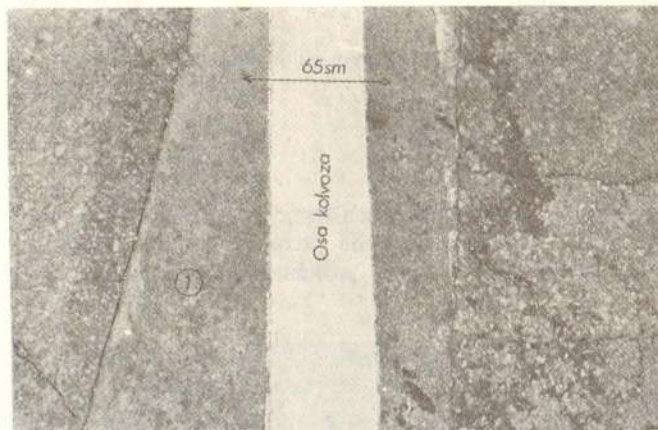


Сл. 3 — Детаљ поправке споја ливеним асфалтом
(1) после једне године
(2) постојећи коловозни застор

оштећене површине распао, распаднути део слоја замењиван је битуменом обавијеним шљунком и оштећење хабајућег слоја поправљано на већ описани начин.

Крпљење оштећења обухвата следеће радне операције:

- исецање оштећеног дела асфалтног бетона,
- избацивање материјала из рупа и њено чишћење метлом или „цестним пухачем“,
- премазивање ивица емулзијом и чекање да она испари,
- довожење и разастирање асфалтне мешавине,
- и набијање металним набијачима или малим ваљком.



Сл. 4 — Детаљ изведене поправке споја ливеним асфалтом ширине веће од 60 cm

в) На потезима где је оштећење било веће ширине исецан је цели оштећени део, ширине не мање од 60 cm. То је учињено да би се за ваљање могао користити мали тандем-ваљак ширине наплатка 60 cm.

Поступак поправке исти је као и у случају поправке под б).

ИЗБОР МАСЕ

Правилно исецање и избацивање дотрајалог дела радног споја или шире зоне око споја није стварало толико мукe колико правилан избор асфалтне масе за испуну рупе. С обзиром да се ради о застору старијег датума, а није обављено испитивање узорака асфалта из коловоза и утврђен квалитет везива, пошло се од тога да су карактеристике битумена измењене, а самим тим и карактеристике асфалтног застора.

Ради постизања исте еластичности, тј. једнаке крутости асфалтног застора, справљана је маса на више начина и њоме су обављене пробне поправке.

1. На деоници „А“ заптивање насталих прслина и поправки радног споја изведено је ливеним асфалтом (слика 3 и 4). На поправљеном делу промене се нису појављивале годину дана. Наредне сезоне недостаци масе изабране за оправку почели су да се испољавају. Веза између слоја старог

асфалтног бетона и новоуграђеног ливеног асфалта, и поред доброг премазивања спојева битуменском емулзијом, није добро остварена. Ливени асфалт је дилатирао сам и понашао се независно од понашања уграђеног асфалтног бетона. Уместо једног споја који је требало поправити појавила су се касније два, што наводи на закључак да поправка ливеним асфалтом на површинама коловозног застора од асфалтног бетона не даје жељени резултат. Разнородност асфалтних површина условљава различито дилатирање, што изазива прсline по ивицама споја (слика 3).

2. На деоници „Б” санирање испуцалог радног споја изведено је средњезрним асфалтним бетоном крупноће 0/12 mm. Коришћена је асфалтна мешавина следећег састава:

0/3 mm	47,0 одсто
3/6 mm	11,2 одсто
6/12 mm	22,5 одсто
12/18 mm	10,4 одсто
филер	3,0 одсто
битумен 45/120	5,9 одсто
Укупно	100,0 одсто

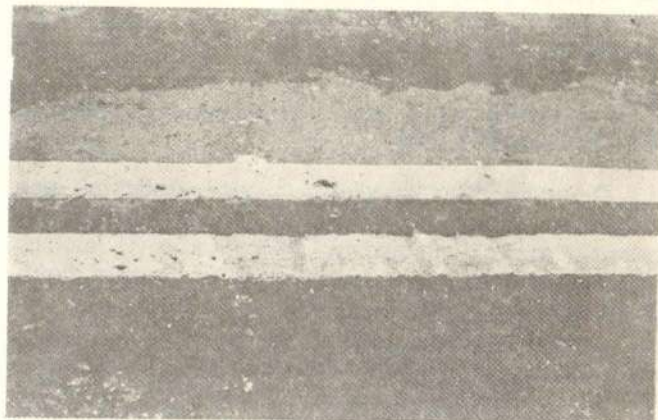
Изабрана мешавина уграђена по топлом поступку није дала задовољавајуће резултате. На поправљеном делу пута нису се показала никаква оштеће-

ња око две године. Након тога су се појавиле прсline истоветне оним на оштећеном радном споју — по средини пута. Уместо једне, појавиле су се две прсline, тако да жељени резултат није остварен (слика 5).

3. На деоници „Ц” изведена је поправка са масом следећег састава:

— кречњачка прашина 0/3 mm	92 одсто,
— битумен 40/200	8 одсто.

Мекани битумен 40/200 коришћен је да би маса уграђена у коловозни застор била што еластичнија и да се са температурним променама прилагођава асфалтном заstorу пута (слика 6).



Сл. 6 — Изглед споја поправљеног „меканом“ мешавином после три године експлоатације

Због повећане количине битумена, лети је долазило до размекшавања асфалтне масе, услед чега је повремено посипана филером како би вишак битумена био прикупљен и везан. На искрпљеним површинама нису уочене промене током експлоатације у наредне три године, али је касније почело да се појављује раздвајање масе асфалтног бетона и мешавине која је накнадно уграђена.

ПРИПРЕМАЊЕ МАСЕ И НАЧИН УГРАБИВАЊА

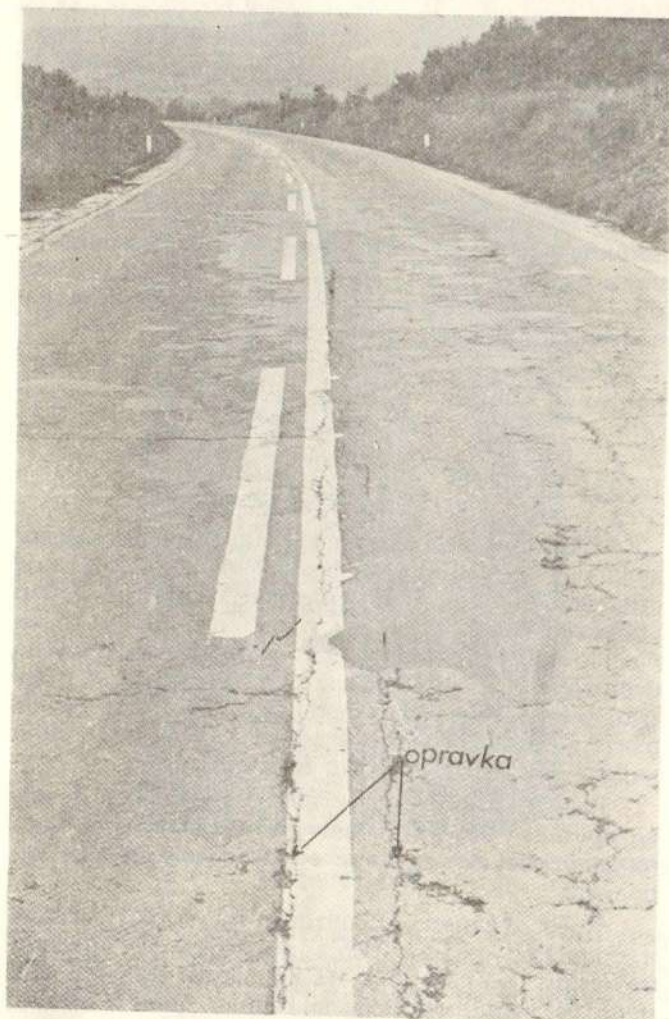
Припремању масе и њеном уграђивању поклањало се пуно пажње како би ефекат постигнут на пробним деоницама био што бољи.

Ливени асфалт за пробну деоницу „А” загреван је у кохерици на лицу места и уграђиван при температури 170 до 180°C. Асфалтна маса није произведена од материјала који је био на располагању већ су набављене погаче ливеног асфалта стандардног састава, које су разгреване и потом уграђиване. Атестом испоручиоца састав ливеног асфалта дат је следећом рецептуром:

— агрегат из Шумника 0/3 mm	12 одсто,
— агрегат из Шумника 3/7 mm	35 одсто,
— агрегат из Шумника 7/15 mm	23 одсто,
— филер из Баточине	21 одсто,
— битумен 65/25	9 одсто,

100 одсто.

Подлога је добро чишћена а затим прскана танким слојем емулзије. Пошто би се емулзија



Сл. 5 — Детаљ изведене поправке споја средњезрним асфалтним бетоном

распала услед испарења воде, асфалт је размастиван дрвеним пеглама и ваљан лаким тандем-ваљком без вибрација.

Асфалтни бетон за робну деоницу „Б“ произведен је у асфалтној бази у Вражеграницу код Зајчара. За транспорт су коришћени камиони ФАП, а до одстојања од 60 km није долазило до значајнијег губитка температуре, тако да је температура масе при уграђивању била 140 до 150°C. Припрема подлоге састојала се у брижљивом чишћењу и премазивању оштећених места битуменском емулзијом. Маса је уграђивана вибрационим тандем-ваљком са укљученим вибрацијама, уз ваљање док се маса не прохлади.

Маса меканог битумена и камене ситнежи за опитне деонице „Ц“ спремана је такође у кохерици. С обзиром да је коришћен битумен 40/200, загревање је било мање, тако да је маса при уграђивању имала температуру око 130°C. Начин припреме подлоге и уграђивања исти је као и за случај на деоници „Б“.

Поправка изведена на овај начин показала је већу трајност јер се „мекана“ маса справљена са неким битуменом под дејством саобраћаја, нарочито у летњим месецима, заптивала и утискивала у настале прслине коловозном застору. Поменути ефекат нарочито је убрзан марком битумена и повећањем његовог процента у мешавини.

БРЗИНА ИЗВОЂЕЊА РАДОВА И КОШТАЊЕ

Санација није компликован али је мукотрпан и спор процес. Највише времена троши се на сечење коловозног застора.

Машина за сечење марке СТИХЛ користи ротационе плоче које се због квалитета еруптивног материјала од кога се израђује хабајући слој брзо троше, а ефекат сечења је једва 20 m радног споја за осам часова. Остали послови су извођени брзо, па је практиковано да се 2 до 3 дана сече и припрема пропали спој, а да се након тога један дан крпи асфалтном масом. Укупан ефекат поправки износио је око 12 m оштећеног споја на дан.

Бригада која је изводила радове имала је следећи састав:

— машина за сечење	1 радник,
— вађење оштећеног асфалта	2 радника,

— чишћење и мазање спојева	1 радник,
— топљење асфалтне масе — справљање и уграђивање	2 радника
Укупно	6 радника.

Ако је 1973. године, када су радови изведени, бруто-сатнина радника износила 10,7 дин./час, поменућа група радника коштала је дневно $6 \times 8 \times 10,7 = 513,6$ динара. Цену изведене поправке оптерећују материјални трошкови, и то:

— машина за сечење са потрошним материјалом, ротационим плочама и другим	65,00 дин./дан,
— асфалтна маса по 1 m радног споја, просечне ширине 0,3 m и дебљине 3 cm	8,80 дин./m.

Укупни трошкови коштања 12 m поправљеног радног споја износе:

513,6 динара,
65,0 динара,
105,6 динара,
684,2 динара.

ЗАКЉУЧАК

Опробани начини санирања не обезбеђују трајно решење, а показали су само да се процес пропадања коловоза може привремено зауставити, да санација траје неколико година и опет се обнови. Из наведених примера треба извући поуку да се ливеним асфалтом не може постићи жељени ефекат. Употреба асфалтног бетона такође није задовољила. Насупрот томе мешавина од прашине и битумена 40/200 показала је задовољавајућу трајност, наравно са неким недостацима:

- као и код осталих покушаја сечење асфалта је споро и скупо;
- коштање поправљеног дужног метра је знатно;
- за време лета треба поправљати спој каменим брашном;
- санација није трајног карактера и мора се обнављати.

Сви учињени покушаји упућују на тражење другачијег решења. Ако је оштећеност коловоза већа, поправка оштећеног радног споја нема оправдања, тако да је следећа фаза пресвлачење читаве деонице одговарајућим слојем за појачање.

Изравнање земљаних маса као услов економичности извођења радова на путевима

НИКОЛА НАКА, дипл. инж.
ВЛАДО ИВАНОВСКИ, дипл. инж.

Путеви су специфични грађевински објекти који се целом својом дужином, од прве до последње позиције радова, изводе на отвореном простору, стално изложени атмосферским утицајима.

Још једна карактеристика путева која их чини таквим је однос њихових димензија. Њихова дужина је у односу на ширину планума, односно дубину ископа и висину насипа многоструко већа. То условљава да пут као грађевински објекат пролази кроз различите рељефе, од равничарских преко брежуљкастих и брдовитих до планинских, а самим тим и кроз различите геолошке формације. Ако се овом дода да су путеви готово редовно најскупљи објекти, треба им поклонити посебну пажњу приликом пројектовања и извођења радова.

Како је осовина пута просторна континуална крива, при њеном прилагођавању, терену мора се водити рачуна да коловоз, поред економичности, задовољи и вознодинамичке и естетске услове и услове стабилности јер добар део људи живот проводи на путевима, због чега им се на њима, поред безбедности, морају пружити и одговарајући комфор и пријатно путовање.

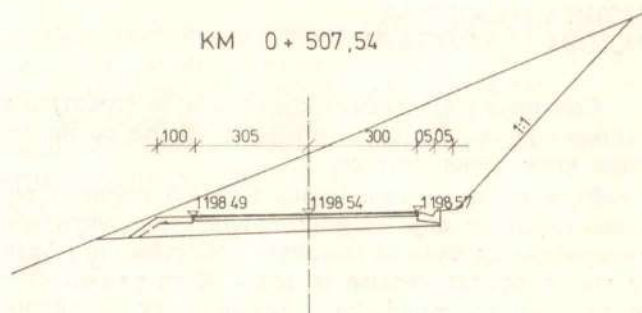
Економичност пута при пројектовању постиже се, поред осталог, изравнањем земљаних маса. Лако се може обавити њен оптимални распоред.

Коштање при извођењу путева зависи и од онога што их карактерише као грађевинске објекте. Ако се погледа предмет земљаних радова на путевима састављен само од неколико позиција, добија се утисак да треба обавити велике количине концентрисаних радова, док, у суштини, те радове треба извести на огромном простору, у најразличитијим условима.

Ако се дужни метар земљаног трупца пута посматра као готов производ чија цена зависи од сложености технолошког процеса производње, значи да коштање земљаног трупца пута не зависи само од изравнања земљане масе већ и од тога какав технолошки процес може или мора да се примени при његовој изградњи. То, опет, значи да коштање таквог земљаног тела на првом и n -том километру неће бити исто, јер ни технолошки процес производње свакако неће бити исти.

Ако се има у виду да обим радова које треба извести на одређеној дужини пута није исти, предмет земљаних радова треба састављати у зависности од технолошког процеса који треба применити у производњи земљаног трупца (који углавном зависи од попречног пресека пута, рељефа и геолошког састава терена). На основу њега ће извођач понудити своје услуге.

Најједноставнији технолошки процес је када је пут потпуно у засеку (слика 1) ако се ископани



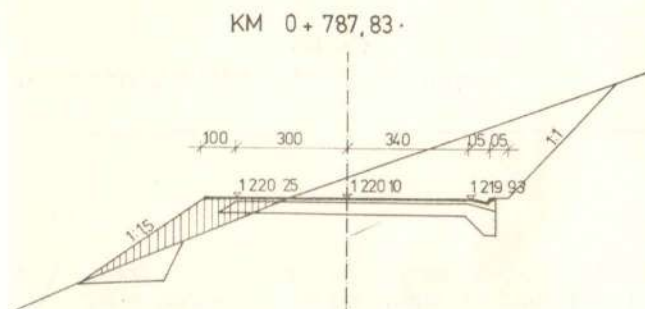
Сл. 1

материјал не употребљава за насип већ гура у депонију. Овде је дата само једна позиција радова — ископ са гурањем до одређене даљине, који се обавља булдожером, у слободном процесу, због чега се постиже највеће искоришћење времена — утолико више што временски услови немају утицај на одвијање процеса. У овом случају услови стабилности пута задовољени су на најбољи начин уколико је нагиб косина правилно одређен. Потпуни засек углавном пружа велику прегледност у правцу кретања и на околину, чиме су задовољени естетски услови и услови безбедности вожње.

Ако се посматра случај када је попречни пресек пута у делимичном засеку, види се да је технолошки процес производње сложенији, а самим тим и скупљи (слика 2), али је и обим радова мањи. Како у производњи учествује више механичких средстава за ископ и набијање, искоришћавање радног времена је мање јер је теже ускладити капацитете.

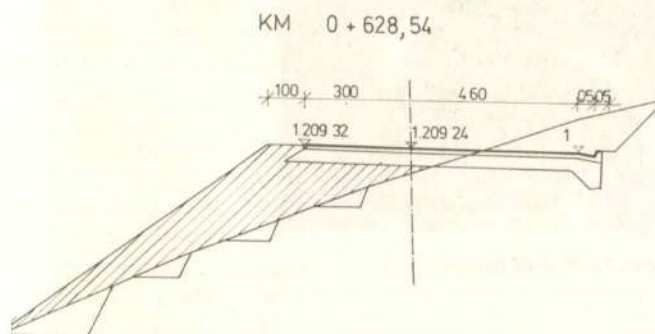
Сам процес производње апсолутно зависи од временских услова и влажности ископаног мате-

ријала, па је обавезна стална контрола изведених радова. У овом случају добија се ископ са попречним транспортом материјала и насипањем, уз претходно чишћење хумуса и растиња и израду степеница ради обезбеђења насипа од клизања. Због мале запремине слојева насипа процес се мора често прекидати да би се контролисала збијеност израђеног слоја или механизација преместила до оближњег радног места, што се опет своди на прекидање процеса производње и, даље, доводи до смањења искоришћености капацитета средстава.



Сл. 2

Ако је попречни нагиб терена такав да се булдожер не може кретати напред или натраг низ падину, неопходан је подужни транспорт ископаног материјала, а то значи и укључивање транспортних средстава у процес производње. То ће довести до поскупљења процеса, јер се предвиђено попречно равнање земљаних маса због конфигурације терена не може остварити. Поред тога, у процес производње укључено је више средстава, па је и већа вероватноћа да ће неко средство отказати (слика 3).

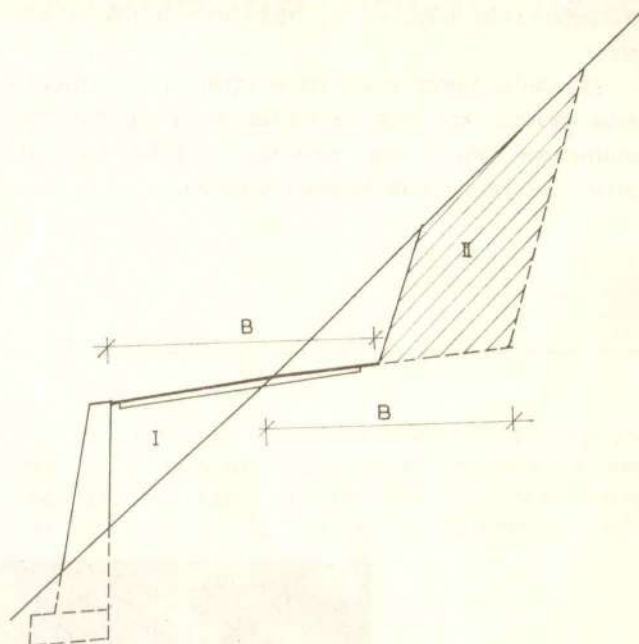


Сл. 3

Овакав попречни пресек пута задовољава у естетском погледу, али му је у погледу стабилности слаба страна што постоји могућност да се створи равнина клизања на споју између насутаг и природног тла, поготово ако степенице нису савесно изведене. Стварање равнина клизања потпомогнуто је процедурним водама које баш на том споју проналазе свој пут преко иструлелих жила и корења, несолидно одстрањеног хумуса и растиња.

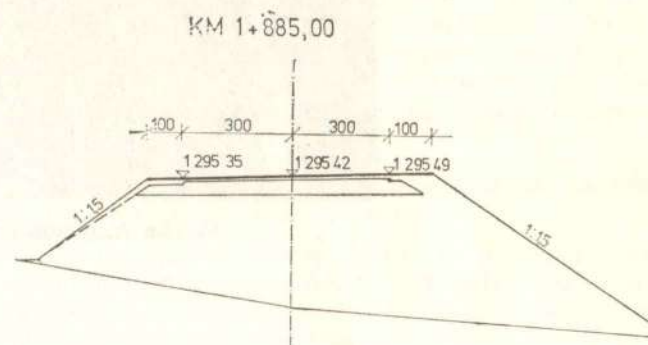
Овај попречни пресек пута оправдан је ако се за копање материјала мора употребити експлозив, па је копање материјала много скупље од израде насипа. Али је тада обично попречни нагиб падине

тако велики да се употребљавају вештачки објекти, тј. потпорни зидови, те опет постоји потреба проучавања економског упоређења који је попречни пресек економичнији (Сл. 4).



Сл. 4

Када је попречни пресек пута у усеку, односно насипу (слика 5) и када се обавља подужно изравнање земљаних маса, поред тога што у процесу учествује више средстава она су више искоришћена због већих количина материјала и већег простора за манипулацију, па је и производња јефтинија. Што је најважније, овде се извођачу плаћа оно што стварно уради.



Сл. 5а

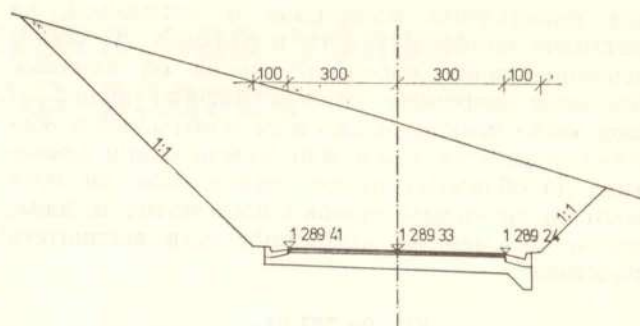
Очигледно је да при састављању предмера земљаних радова треба водити рачуна не само о транспортним даљинама већ и о технологији производње. Јасно је да технологија производње не може бити јединствена, али се у тој разноликости технолошког процеса и састоји могућност извођача да оствари најоптималнији процес производње.

Искуство са изградњом путева показује да се најјекономичније решење не постиже самим изравнањем маса. Имајући у виду технологију изво-

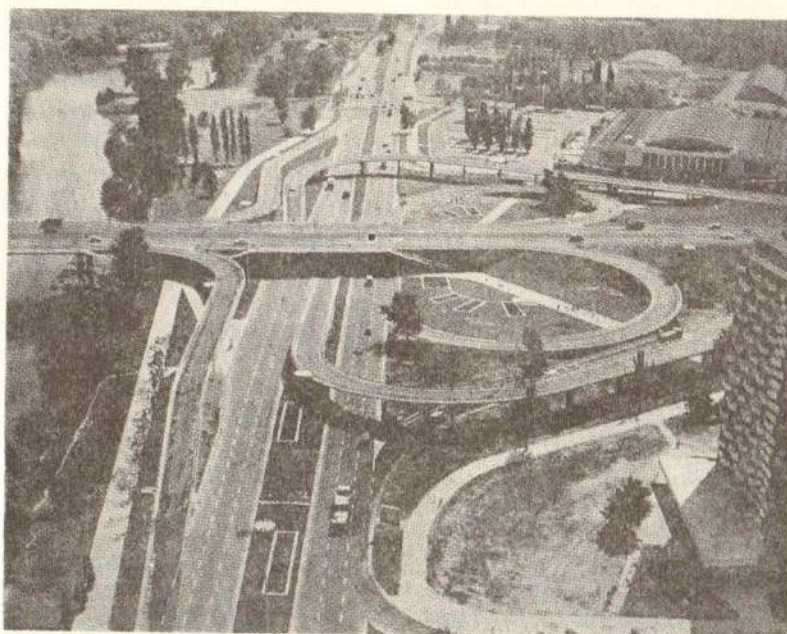
бења, најекономичније је оно решење које омогућава максимално коришћење механизације и примену најједноставнијег и најбржег технолошког процеса при извођењу. Самим тим се добија најстабилнији објекат, тј. постиже најбољи квалитет.

Из овога произилази да је приликом пројектовања путева, као што је случај и са другим грађевинским објектима, неопходна већа сарадња пројектаната са извођачима радова.

КМ 2+403 34



Сл. 56.



Петља Лазјеновског моста у Варшави

Реконструкција деонице међународног пута од Ниша до Завода Електронске индустрије

ВЛАДИМИР СИМОВИЋ, дипл. инж,

УВОД

У току 1975. године обављена је реконструкција деонице пута од Ниша до Електронске индустрије, која представља део међународног пута Ниш — Димитровград. Укупна дужина реконструисаног пута износи 2.346 m и интегрални је део будуће брзе саобраћајнице која ће повезивати Ниш са Нишком Бањом, а реализоваће се у току 1976/1977. године.

Пројектом реконструкције предвиђено је појачање постојећег коловоза и његово коришћење као дела нове саобраћајнице са два коловоза за саобраћај радзвојен по смеровима — зеленом траком ширине 1,5 m и новог коловоза који у свему мора да буде прилагођен већ постојећем.

Пошто се главним пројектом постојећа окретница за аутобусе Завода Електронске индустрије руши изградњом новог коловоза, предвиђена је изградња нове аутобуске станице и њено повезивање са постојећим саобраћајницама.

Нивелета нове десне траке тако је пројектована да се на постојећем коловозу исправља двострани попречни нагиб у једној страни, уз истовремено његово појачање слојем битуменом обавијеног шљунка дебљине 8 cm и везним слојем од асфалтног бетона дебљине 4 cm.

Екстремни подужни нагиби нивелете су: $i_{\max} = 1,22\%$ на дужини од 158 m $i_{\min} = 0,023\%$ на дужини од 212 m.

Траса почиње од моста преко Габровачке реке, на почетку једине хоризонталне кривине на овој деоници пречника $R = 600$ m, са прелазницом дужине $l = 80$ m и малим преломним углом $\alpha = 11^\circ 25' 48''$. На неколико места занемарени су преломи у хоризонталном смислу.

Како је терен углавном равничарски, примењени су радијуси вертикалних кривина знатно изнад минималних. Одводњавање површине коловоза предвиђено је отвореним јарковима дуж пута.

СТАЊЕ КОЛОВОЗА НА ПОСТОЈЕЋЕМ ПУТУ

Деоница пута Ниш — Нишка Бања је веома оптерећена градским, међуградским и транзитним саобраћајем. Коловоз је био јако оштећен, уз изразите деформације и колотраге. Визуелним посматрањем установљено је да је коловозни застор израђен са меким битуменом. Местимично је дошло до пуцања горњег асфалтног слоја и истискивања слоја пенетрисаног макадама.

Поред тога, коловозна конструкција је била слаба за постојеће саобраћајно оптерећење (подаци добивени бројањем саобраћаја на том путу у току 1974. године приказани су у наведеној табели), што се и сматра основним узроком њеног брзог пропадања.

На основу обављених испитивања на постојећем путу констатовано је следеће:

— Коловозна конструкција не одговара саобраћајном оптерећењу пошто материјали од којих се састоји не задовољавају норме у погледу физичко-механичких карактеристика.

— Горњи носећи слој и коловозни застор не задовољавају тражене критеријуме, а местимично је дошло чак и до мешања материјала између горњих слојева.

Саобраћајно оптерећење (брuto тона на дан)	Просечан годишњи број моторних возила у току 24 часа						Укупан број моторних возила у току 24 часа
	Путничка возила 1,5 t	Аутобуси 10 t	Лака теретна возила 4 t	Средња теретна возила 8 t	Тешка теретна возила 15 t	Најтежа теретна возила 25 t	
17.611	3.329	188	143	169	132	272	4.233

— Постељица је изграђена од прашинасто-песковитих и прашинастих глина, чије су влажности блиске оптималној, а степени збијености су од 91 до 109% (индекси носивости CBR = 2 до 3%).

— Коловозна конструкција на постојећем путу састоји се од следећих слојева променљивог квалитета:

— асфалтна маса различитог квалитета	12 до 22 см,
— битуменом пенетрисани макадам	7 до 10 см,
— водом везани макадам	8 до 15 см,
— подлога од ломљеног камена	15 см,
— песковити шљунак	7 до 30 см.

Носивост коловозне конструкције испитана је мерењем дефлексија. Констатовано је да се налази у фази критичног стања, па је неопходна хитна санација.

ДИМЕНЗИОНИРАЊЕ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Димензионирањем коловозне конструкције по енглеској методи RRL препоручена су оптимална решења за век трајања од 15 година, уз услов да се гради у две фазе, тако да је друга фаза условна после пет година — у зависности од стања коловозне конструкције и пораста прогнозираног саобраћаја.

а) Предложено појачање потсојеће коловозне конструкције у првој фази слојевима за појачање укупне дебљине 12 см, и то:

— горњи носећи слој од битуминизираних агрегата	8 см,
— асфалтни бетон по принципу везног слоја	4 см,
а у другој фази, после пет година, израда хабајућег слоја од асфалтног бетона дебљине	4 см.

б) Предложена коловозна конструкција за нову саобраћајну траку:

Доњи носећи слој од:	
— песковитог шљунка	26 см.
— дробљеног камена 0/30 mm	10 см.
Горњи носећи слој од битуминизираниог шљунка	12 см.
Коловозни застор од асфалтног бетона по принципу везног слоја	4 см.
Хабајући слој од асфалтног бетона (у II фази, после пет година)	4 см.
Укупно	56 см.

РАДОВИ НА РЕКОНСТРУКЦИЈИ ПУТА

Пре почетка земљаних радова, Завод за заштиту споменика културе из Ниша извршио је на траси друге траке претходна археолошка сондажна испитивања на простору „Медијане“. По броју и димензијама (1,5 × 2 × 10 × 30 ком.), ове сонде су представљале болесна места. Због немогућности њиховог машинског збијања, неопходно је било опсећи их до дна булдожером и потом збијати, како би се на тај начин изоловала евентуална слегања.

Одмах по уклањању хумуса приступило се изради усека и насипа на новом делу коловоза.

При изради постељице на делу усека постојала је опасност од падавина због немогућности одвода воде, јер би то изазвало велики застој у радовима и завршетак радова до краја године (слика 1).

С обзиром на конфигурацију, карактер и обим (који није био тако велики, земљани радови су брзо изведени.



Сл. 1 — Ископ за израду постељице

Пре израде коловозне конструкције постављени су бетонски монтажни ивичњаци на подлози од бетона МБ 150.

На разделној траци ширине 1,5 m уграђени су бели ивичњаци градског типа са обореном ивицом, а на крајевима обеју трака постављени упуштени ивичњаци.

Како се готово цела деоница пружа кроз насеље Ниш, у фази постављања ивичњака и израде коловозне конструкције појавиле су се велике тешкоће при усклађивању редоследа радова према динамичком плану бројних подизвођача, што је знатно продужило радове, као и проблеми око експропријације и решавања разних прикључака водоводне и канализационе мреже, одвода воде на делу насеља, измештања ПТТ-каблова на делу нове траке и осветљења. Комунално предузеће за водовод и канализацију, Предузеће ПТТ-саобраћаја и Предузеће за дистрибуцију електричне енергије изводили су ове радове често неплански и неорганизовано.

Таквим радом не само да су ометали радове и проузроковали повремене застоје у саобраћају већ се често дешавало да су просекали већ израђену коловозну конструкцију ради својих радова, што је утицало на темпо извршење радова на путу.

Због очекиваног кишног периода, краткоће времена за довршење објекта и дужег времена уграђивања каменог дробљеног агрегата 0/30 mm (главним пројектом предвиђен је слој од 10 см) у односу на шљунак, захтевана је и добијена сагласност пројектанта за измену коловозне конструкције, па је уместо предвиђених 10 см дроб-

љеног агрегата повећана предвиђена дебелина тампонског слоја за 6 cm а битуменом обавијеног шљунка за 4 cm.

Преко прописно припремљене постељице израбен је тампонски слој у два дела, укупне дебелине 12 cm, од квалитетног шљунковитог материјала из реке Нишаве код села Просек.

Да би се убрзало напредовање радова и надокнадило непредвиђено изгубљено време у рад су биле укључене обе асфалтне базе, од којих је једна лоцирана код Житковца а друга код Долца у Сићевачкој клисури.

У циљу одвијања саобраћаја на по половини оба коловоза одмах је приступљено полагању битуменом обавијеног шљунка на половини нове траке, а затим је она пуштена у саобраћај.

Потом се прешло на уграђивање битуменом обавијеног шљунка десне половине постојеће траке, чиме је добијен једноводни нагиб.

На тај начин је убрзано напредовање радова, а истовремено је постигнуто растерећење саобраћаја, чиме су елиминисани велики застоји на овом делу пута које је саобраћај стварао извођачима радова.

Тако се до завршетка асфалтних радова саобраћај одвијао на половинама оба коловоза, што се показало вишеструко оправдано.

Постојећи коловоз појачан је битуменом обавијеним шљунком у два слоја по 7 cm = 14 cm и везним слојем од асфалтног бетона дебелине 4 cm, а нови коловоз битуменом обавијеним шљунком у два слоја по 8 cm = 16 cm и везним слојем од асфалтног бетона дебелине 4 cm.

Радови су изведени у свему по главном пројекту, јер је по њему просечна дебелина битуменом обавијеног шљунка на постојећој траци 14 cm.

Тиме су реализована два коловоза, укупне ширине $2 \times 7 = 14$ m са попречним падовима ка упуштеним ивичњацима $i_p = 2\%$, зеленим појасом између коловоза ширине 1,5 m и двама банкинама ширине по 1 m, као што се види на слици 2.



Сл. 2 — Изглед реконструисане деонице

Обезбеђење саобраћаја било је у потпуности према постојећим прописима, уз сигнализацију са семафорима и браницима.

Органи саобраћајне милиције регулисали су саобраћај, поготову у време доласка и одласка на рад бројних аутобуса и путничких возила Завода Електронске индустрије и Фабрике обојених метала „Буро Салај“.

Предрачунска вредност радова према главном пројекту реконструкције износила је 10,702.623,88 динара. Међутим, укупна вредност по обрачунској ситуацији за 1975. годину је 10,326.282,20 динара.

Пошто радови нису дефинитивно завршени, преостало је да се у 1976. години ураде хоризонтална и вертикална сигнализација, аутобуска станица Завода Електронске индустрије, одводњавање израдом сегментних одводних јаркова са њиховим делимичним калдрмисањем, приступни путеви и пешачки прелази.

На основу прегледа незавршених радова види се да ће свакако доћи до знатнијег прекорачења предрачунске вредности радова главног пројекта, тим пре што је досадашњи износ накнадних радова 326.107,30 динара.

Овим су радови прве фазе углавном завршени у свему према главном пројекту. То је постигнуто посебним залагањем извођача, мада су радове почели касно — у августу 1975. године, и то због необезбеђених финансијских средстава.

У финансирању ових радова Самоуправна интересна заједница за управљање, уређивање земљишта и урбанистичке послове за подручје општине Ниш и Савет корисника путева Предузећа за путеве „Ниш“ учествовали су са по 50% средстава.

Предузеће за путеве „Ниш“ завршиће у 1976. години и преосталу деоницу од Завода Електронске индустрије до Нишке Бање дужине око 4 km, пошто су обезбеђени главни пројекат и потребна финансијска средства.

Одељење за геотехнику Института за грађевинарство и архитектуру Грађевинског факултета у Нишу и Институт за путеве из Београда извели су сва потребна испитивања предвиђена главним пројектом и документовали извештајем квалитет изведених радова. Веома мали број опита који нису задовољили обновљен је. Добијени су задовољавајући резултати.

Резултати испитивања физичко-механичких карактеристика асфалтне масе и узорака из готовог коловоза потврдили су квалитет израде.

ЗАКЉУЧАК

Радови на реконструкцији међународног пута Ниш — Димитровград, на деоници од Ниша до Завода Електронске индустрије изведени су правовремено без обзира на кратак временски период и повремене кише.

Посебна пажња посвећена је квалитету материјала и изради. Стога су обављена и стална контролна испитивања у току грађења.

Изграђена деоница представља интегрални део будуће брзе градске саобраћајнице Ниш — Нишка Бања, која се је градила у 1976. години.

Радови су изведени у свему по геомеханичком елаборату Института за путеве и главном пројекту Пројектно-истражног предузећа „Косовопроект“ из Београда, што гарантује стабилност и оправданост даљих улагања.

Пут и околина

Под овим називом разматрана је VI тема на XV светском конгресу за путеве, одржаном у Мексику 1974. године. У италијанском часопису »Le Strade«, у броју 1. из 1976. године, објављен је о томе дужи чланак Бузене Контија (Giuseppe Conti). Ово је краћи извод из тог интересантног текста.

Изградња путева и путних објеката битно утиче на целокупну природну средину, било да се ради о њиховом уклапању у ткиво амбијента или о трајним последицама које нова саобраћајница оставља на живот становништва и његову активност, без обзира на то што се нови објекат ради за добробит и у интересу тог истог становништва.

Ово се пре свега наравно односи на путеве вишег ранга — ауто-путеве, путеве намењене брзом саобраћају, велике обиласке, тангенцијалне и сличне путеве.

Зато се приликом овако значајних захвата, од програмирања израде, студије и пројектовања до самог извођења, стално поставља проблем уклапања пута у пејзаж којим пут пролази и предвиђања средстава и система којима ће се многе неповољности које неизбежно прате саобраћај (атмосферско загађивање, бука, отпаци, светлосно заслепљивање и др.) свести на минимум.

Ова проблематика може се посматрати са два основна аспекта:

1) путни пројекти и њихово уклапање у околину, на отвореном простору и у урбаним срединама;

2) разне неповољности и њихов утицај приликом пројектовања и изградње и, нарочито, при експлоатацији путне мреже, бука, вибрације и остали проблеми (издувни гасови, депоновање отпадака, загађивање воде, заслепљивање при војњи ноћу и слично).

Мора, међутим, потсојати одређена равнотежа између потреба за изградњом и коришћењем путева и оправданих захтева друштва да то не плати превисоком ценом због упрошћавања средине и загађивања ваздуха, воде и тла.

Данашње друштво спремно је да плати економску цену коју ова ограничавања и заштита неминовно захтевају.

Известилац о овој теми на XV светском конгресу био је за путеве М. Милне који је при том користио извештаје 17 земаља. На жалост, нас (Италије, прим. прев.) нема на том списку. Ево прегледа само за неке од тих земаља.

АУСТРИЈА — Највећа пажња обрађена је изналажењу модела саобраћаја који представља равнотежу између разних видова превоза. Закључено је да се морају побољшати средства масовног градског превоза (аутобуси, трамваји), с тим да се истовремено смањи коришћење приватних возила у градским центрима. Колективни превоз треба стимулисати и пореском политиком.

Сprovedена су прецизна испитивања о величини садржаја угљен-моноксида у издувним гасовима на планинским путевима и на великим надморским висинама (Алпи), у тунелима и на стрмим успонима. Утврђено је да се при наглом старту производи 6 до 8 пута више угљен-моноксида него при нормалном поласку. При брзини кретања од 60 km/čas овај опасни гас најмање се ствара. Такође се сматра да су европски нормативи за угљен-моноксид у тунелима оштри — 14,3 g/km, док у САД износе 24 до 54 g/km, у зависности од тежине возила.

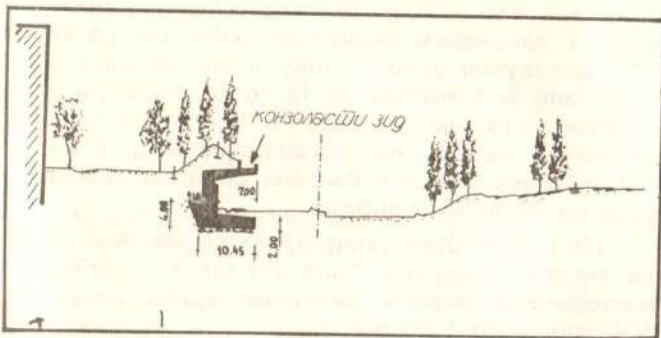
ФРАНЦУСКА — За путне трасе на отвореном простору предвиђене су брижљиве студије ради уклапања пута у амбијент и обавеза разматрања техничке документације са локалним властима и становништвом.

Путни потез у близини Каркасона (Carcason) испитан је на моделима да би се утврдило колико се град види са ауто-пута, односно како становништво из насеља види нову саобраћајницу. Нађено је најбоље решење — са путним планумом у два нивоа и раздвојном траком ширине 17,5 метара.

У Нормандији је за изградњу ауто-пута А-13 коришћено једно велико позајмиште, које је касније претворено у значајан спортскотуристички центар (за веслање, риболов и једрење).

Примењена су различита решења за уклапање у околину, смањење буке и спречавање штета и удеса. Када јачина буке према зградама окренутим путу пређе 68 до 70 децибела, морају да се мењају елементи пројекта (смањење успона, уклапање планума пута у виду рова, подизање заштитних зидова, изградња вештачких тунела, подизање ширих бочних засада и специјална финија обрада хабајућег слоја).

Ако се после оваквих захвата и даље појављују сметње услед буке, морају се отклонити дисциплинованијим коришћењем пута, ограничењем брзине, забраном кретања тешког саобраћаја у поћним сатима и сличним мерама.



Сл. 1 — Заштита околине од буке на Обилазном путу око Париза засадама и заштитним конзоластим зидом

У погледу издувних гасова у Француској се сматра да ће нове оштрије европске норме смањити стварање угљен-моноксида чак за 20%.

Споменут је и проблем уклањања одбачених или напуштених возила (1,000.000 комада годишње), затим регулисање рада асфалтних база, утицај соли за посипање поведице на водотоке и флору и тако даље).

ВЕЛИКА БРИТАНИЈА — Води се доста рачуна о пределу којим пут пролази, о становништву уз саобраћајницу, уклапању пута у пејзаж, односно о спречавању и уклањању различитих сметњи.

За путеве на отвореном простору законом је прописано поштовање норми ради очувања човекове средине. Пролази кроз градове подвргнути су оштрим захтевима из урбанистичких сагласности.

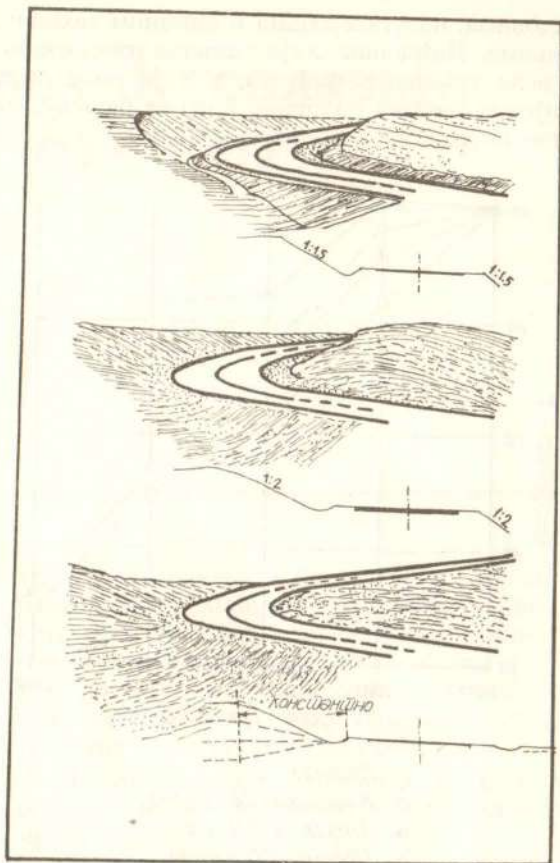
Друштвене организације и корисници учествују у поступку одобравања и усвајања пројекта. Ради заштите од хуке често се планум путева уповавају и виду рова или се подижу објекти сталне заштите од звучно апсорбујућег материјала.

У Великој Британији се веома чува и штити ионако оскудна вегетација. За јавни градски саобраћај граде се посебне возне траке. Линије транзитног превоза избацују се из градских центара. Стајалишта и одмаралишта за возила и људе подижу се ван путног планума.

Бука од саобраћаја не сме да пређе 80 децибела, а предвиђа се даље ограничење на 84 децибела. Учешће олова у бензину већ у 1978. години неће смети да буде веће од 0,4 г по литру.

ХОЛАНДИЈА — Због потребе уклапања пута у предео, при изради његовог пројекта мора се водити рачуна о историјским, естетским, вегетационим и хидролошким условима. Нови засади у односу на пут морају да имају функционалан ситуациони и висински положај.

Рачуна се да се у Холандији сваке године преко издувних гасова у атмосферу избаци нешто више од 2 милиона тона штетних материја.



Сл. 2 — Различита решења за уклапање пута у околини пејсаж

Међу осталим, ваздух прими 1,7 милиона тона угљен-моноксида 190 милиона тона хидрокарбур, 120 милиона тона NO_2 , 13 милиона тона једињења сумпора, итд.

У 1974. години у Холандији је, на површини од 40.800 km^2 , живело 13,330.000 становника, са 3,576.000 возила.

Мотори возила били су искључиви кривци за овакво загађивање околине.

За буку је одређен еквивалент у децибелима, добијен по формули:

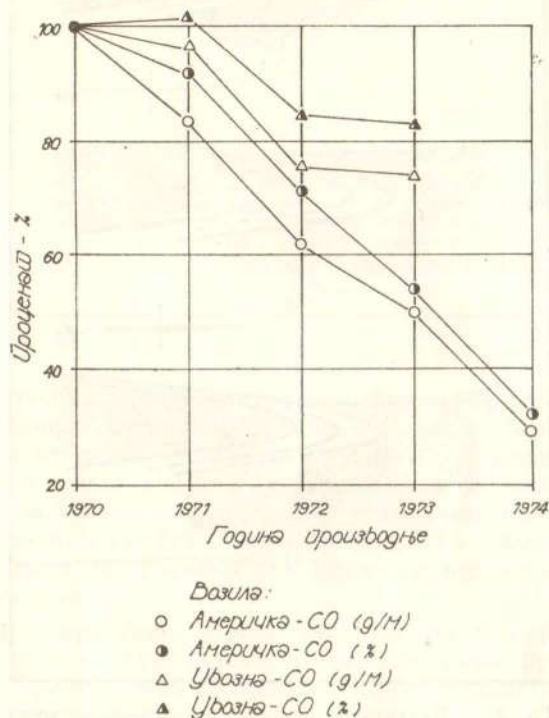
$$\begin{aligned} 63 + 0,16 V & \text{ (путнички аутомобили),} \\ 72 + 0,16 V & \text{ (теретна возила),} \\ 74 + 0,16 V & \text{ (вучени возови).} \end{aligned}$$

Годишње се на око 200 асфалтних база производи више од 10 милиона тона асфалтне масе. За рад ових постројења прописани су специјални услови.

ШВАЈЦАРСКА — Брига о заштити појаса са обе стране пута почиње још у фази пројектовања. У неким случајевима формира се заштитна зона ширине 150 до 500 метара да би се ниво буке свео на 50 децибела у току дана и 40 децибела преко ноћи.

Карактеристичан је случај изградње растеретног пута Пфефикон код Цириха. Пре коначног усвајања пројекта детаљно су проучена четири различита пројекта, како би се нашло најбоље решење за тишину и мир 2.500 становника суседног насеља. Упоредне варијанте показале су да ће ниво буке бити најмањи ако се пут укопа у терен

са зидовима, полугалеријама и сличним техничким решењима. Најрадикалније решење изискивало је 50% веће трошкове грађења, али је ипак из финансијских разлога изабрано средње решење, које је било скупље за само 30%.



Сл. 3 — Количина угљен-моноксида у издувним гасовима америчких и увозних возила

НЕМАЧКА ДР — На путевима у насељеним местима посебна пажња поклања се слободним зонама за пешаке. То се постиже и бољим распоредом градског саобраћаја и фаворизовањем средстава јавног саобраћаја, све до забране коришћења приватних возила у неким деловима.

Одређене су горње дозвољене границе нивоа буке. За фасаде зграда оне износе 45 децибела у

току дана и 35 децибела у току ноћи. Сличне вредности фиксирале су за школе, болнице, стамбене зоне и слично. Вибрације су анализирале у њиховом хоризонталном и вертикалном дејству.

СОВЈЕТСКИ САВЕЗ — Нови путеви у ванградским регионима изискују незнатне трошкове око откупа терена — свега око 1% од укупно потребне суме. У насељеним зонама саобраћај ствара 60 до 80% целокупне буке. У току једне деценије констатовано је повећање за 12 до 14 децибела. Она се даље годишње повећава за 1 децибел и расте са бројем возила. На фасадама зграда у веома оптерећеним улицама понекад се може измерити бука од 70 до 75 децибела.

На степен буке утичу врста коловозног застоја, подужни пад (на свака 2% по 1 децибел) и постојање и ширина раздвојне траке (смањење буке чак и до 3 децибела).

ЈАПАН — Води се строго рачуна да путеви на отвореном простору буду функционално и естетски уклопљени у околини предео. Травњаци и зелене површине стварају се где год је то могуће.

Прописи донети 1967. године налажу да директни саобраћајни правци не улазе у градове већ да их обилазе.

Аутострада број 7 код Токија има 6 возних трака ширине 25 до 33 метра и представља важну периферну сртерију. Да би се смањила бука преко ноћи забрањује се коришћење спољних трака, а брзина се ограничава на 50 km/čas.

Горња граница буке одређена је законским прописима и износи (у току дана, односно ноћи):

- у близини болница 40 до 35 децибела;
- у зонама становања — 50 и 40 децибела;
- у мешовитим зонама — 60 и 50 децибела.

И проценат штетних издувних гасова прописан је такође законским нормама.

Припремио
Стеван Косач, дипл. инж.

Студијско путовање кроз Југославију, Италију, Швајцарску и Аустрију

НЕБОЈША МИТИЋ, дипл. инж.
ПЕТАР СУБОТИЋ, инж.

УВОД

Завод за истраживања и испитивања Института за путеве организовао је, са Дирекцијом за изградњу и реконструкцију Београда, студијско путовање кроз Југославију, Италију, Швајцарску и Аустрију — да би стручњацима ове две организације омогућио непосредно упознавање са достигнућима у грађењу аутопутева и градских саобраћајница у другим нашим републикама (СР Хрватској и СР Словенији) и неким од развијених земаља Европе.

Путовање је трајало од 15. до 26. марта 1976. године. У њему је учествовало 60 стручњака.

Жеља је била да се за овако кратко време што више сазна. То је омогућио врло обиман стручни програм — који је у потпуности и реализован.

Поред тешкоћа које је организатор имао при контакту са иностраним организацијама због специфичности програма и великог броја учесника (што је било необично иностраним домаћинима) путовање је успело захваљујући добро изабраној маршрути, предусретљивости колега из Института грађевинарства Хрватске у Загребу, Дирекције метроа у Милану, фирме »Bil Faubel« и Геомеханичког института у Бечу, као и изванредној помоћи инжењера Јована Шутића, који је у току целог путовања пружао детаљне податке о деоницама пута, а приликом сусрета са домаћинима водио стручне консултације.

Општа је оцена да овакве стручне манифестације треба и даље неговати јер су значајне за подизање стручног нивоа наших организација.

Међутим, баш искуства са овог путовања указују да убудуће не би требало организовати студијска путовања ван земље са већим бројем учесника због немогућности успостављања контакта са иностраним стручним организацијама.

Сазнања стечена на овом путовању послужиле нашим стручњацима углавном као оријентација како треба пројектовати и градити савремене саобраћајнице.

Општи закључак је тешко донети с обзиром на специфичности у путној привреди наведених

земаља, национална богатства и степен њихове развијености. Међутим, технички услови грађења, који су и до сада били основа за наше пројекте, стално се усавршавају, па их и наши стручњаци морају пратити јер се они, у кратким временским интервалима, усавршавају и допуњују као резултат технолошког прогреса.

Један од видова праћења техничких услова грађења је и организација оваквих студијских путовања.

1. ПОСЕТЕ ИНСТИТУТИМА

1.1. Институт грађевинарства Хрватске, Загреб

Делатност Института

— Обавља теоретска и експериментална истраживања у подручју техничких наука, повезујући се са економским и друштвеним наукама.

— Обавља истраживања и испитивања ради усавршавања постојећих или изналажења нових грађевинских материјала и конструкција, унапређења конструктивних система и усавршавања грађевинске механизације.

— Проучава, испитује и унапређује методе рада у грађевинарству с гледишта технологије, организације и продуктивности и економичности.

— Преноси резултате научноистраживачког рада у праксу, организовањем стручних саветовања и специјализације научног и стручног кадра.

— Израђује потребну документацију за технолошке процесе.

— Обавља пројектовање, ревизију пројеката и пројектантски надзор у вези са институтским радовима, контролу техничке документације и све врсте испитивања грађевинског материјала.

Институт је организован у 5 ООУР:

— Институт за испитивање конструкција и материјала,

— Институт за цестоградњу,

— Институт за геомеханику,

— Завод за зградарство,

— Техничке и услужне делатности.

Група је посетила Институт за цестоградњу, где је наишла на изузетну срдачност и љубазност, разгледајући лабораторије за бетон, геомеханику и асфалт, уз објашњења домаћина о њиховом раду.

Степен опремљености лабораторија потребним апаратима импресионира. Претежно се ради о увозној опреми. Ту су и ротациони шер-апарат, аутоматски ЦБР са писачем, апарат за водопропустљивост са спреченим бочним ширењем, апарат за справљање ваљусака за одређивање граница пластичности тла, велика вибрациона сита, центрифуга за четвртања ситнозрних фракција, електронске пресе са писачима за испитивање асфалта, велике клима-коморе за симулирање спољних услова, велики број аутоматских електронских вага, рачунари за обраду података и др.

1.2. Институт за геотехнику на факултету у Бечу

Овај институт је савезног значаја, а потчињен је Министарству грађевина.

Чине га три сектора-завода: хидраулика, електротехника и геомеханика.

Завод за геотехнику, који је група посетила, има три области деловања: геохемија, геофизика и техника грађења путева.

Први се специјализовао за анализе ретких елемената; геофизички део бави се хидрологијом, хидрогеологијом и фундирањем, а техника грађења путева геологијом (путна геологија), контролом при грађењу путева, возним стањем путева и димензионирањем коловоза и проблемима на путевима у току зиме.

Стручну структуру радног особља Института је у подједнаком проценту чине инжењери — научници, техничари и помоћно особље.

Група је у Институту наишла на врло љубазан пријем и добро организован програм обиласка. Демонстрирани су јој, поред осталог, апарати за мерење на путевима, а одржана су и три краћа реферата из путне проблематике.

Први реферат односио се на испитивање возног стања путева, чији су показатељи механичко понашање коловоза под саобраћајем и геометријске карактеристике коловоза, а други на врсте и принципе рада апарата за мерења на путевима.

Треба напоменути да у овом институту све више долази до изражаја примена изотопа у мерној техници.

За комплетно мерење на путевима Институт, односно Одсек технике грађења путева располаже колима у којима су смештени или монтирани сви потребни апарати. Кола су снабдевена струјом, водом, па и изотопима. У њима се могу обавити сва потребна израчунавања.

Ова лабораторијска кола имају следеће апарате: трансферзопрофилограф (за равност попречног профила), гониограф (равност уздужног профила), скидометар (хватаљивост — хрпаваост), изотопну сонду за одређивање садржаја везива у асфалту, апарат за мерење хрпавости при већим брзинама и на аеродромима (реморкер), изотопну сонду за мерење густине, апарат за мерење дебљине слоја и нивелир којим се, поред осталог, читава деформација коловоза.

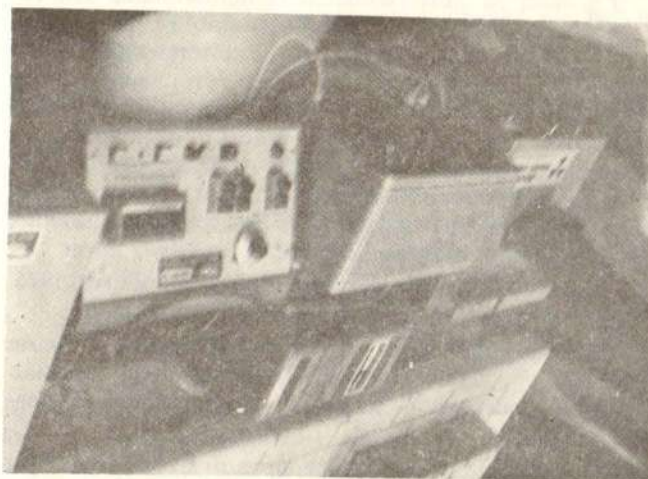
У трећем реферату обрађен је начин одређивања потребног појачања постојећих коловоза на путевима.

Од поменутих апарата посебно треба поменути два следећа апарата.

Апарат за брзо одређивање садржине битумена у асфалту

Овај апарат, произведен у Шведској, ради на принципу изотопа. Мери садржај флуидног дела у неком материјалу, на пример, садржај воде у дрвету, садржај воде у земљи или садржај битумена у асфалту. Тачност резултата је изванредна $\pm 0,05\%$, а и време до његовог добијања, односно трајања опита. На пример, ако је асфалтна маса већ топла (у асфалтној машини), треба свега 10 секунди, а ако се вади узорак из коловоза — око 15 минута.

Набавна цена овог апарата (слика 1) је око 250.000 динара.



Сл. 1 — Апарат за брзо одређивање садржине битумена у асфалту

Апарат за мерење дебљине слојева коловозне конструкције — пермаскоп

Овај апарат ради на физичком принципу лутајуће струје, односно на принципу њене амортизације. Мерење траје само неколико секунди, па је погодан за обимна и детаљна мерења.

Извор струје су 8 батерија по 1,5 V или акумулатор. Сада су у употреби два типа пермаскопа (II и III).

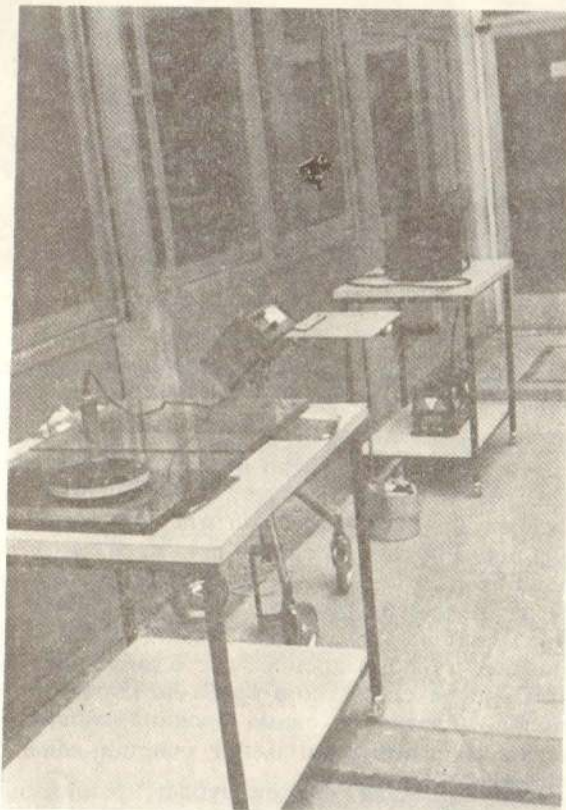
Тип II погодан је за мерење слојева дебљине 1 до 12 cm.

Тип III погодан је за мерење слојева дебљине 1 до 25 cm.

За мерење дебљине слоја пермаскопом неопходан је метални супротни пол. За ово се користи алуминијумска фолија или лим.

Мерење дебљине пермаскопом (слика 2) нарочито је pogodно за праћење процеса хабања површинског слоја коловоза. Може се користити и при грађењу јер се, на пример корекција може обавити док је асфалт врућ.

Код сваког слоја морају се претходно поставити алуминијумска фолија или лим који не рђа. Фолија може бити у облику траке ширине 13,5 до 25 cm или квадратног облика — $16,5 \times 16,5$ cm до 33×33 cm.



Сл. 2 — Апарат за мерење дебљине слојева у коловозној конструкцији

2. ОБИЛАЗАК АУТО-ПУТЕВА

2.1. Обилазак ауто-путева у Југославији

2.1.1 Загреб—Карловац

Овај ауто-пут, који је у ствари деоница ауто-пута Загреб — Ријека, започет је 1970. а завршен 1973. године. Дуг је 49,64 km, од чега деоница између наплатних станица у Загребу и Карловцу износи 38,41 km а брзе градске саобраћајнице чине 11,23 km. У односу на стари пут (56 km) скраћен је за 6,36 km.

Траса ауто-пута вођена је веома успешно. Пролази незнатно заталасаним тереном. Од укупне дужине ауто-пута и брзих градских саобраћајница 47,259 km изведено је у насипу висине од 1 до 8 m, при чему са веће висине уз објекте, а остатак од 2,385 km је у усеку. Највећа дубина усека, који је у изразито брдском терену, износи 4 m. Из овога се види да није било могуће изједначавање земљаних маса већ су поред трасе отварања позајмишта.

На траси постоје четири кривине — по две леве и десне, великих полупречника (10.200 до 15.000 m).

Кад се посматрају краће дужине ауто-пута, ове благе кривине изгледају као правци. Међутим,

на равном терену и деловима где траса пролази кроз шуму, ове кривине су уочљиве, и то треба истаћи као пример доброг вођења трасе кроз овакве пределе.

Технички елементи трасе ауто-пута, подаци о коловозној конструкцији и детаљан опис објеката и проблема у вези с радовима на ауто-путу приказани су детаљно у часопису „Пут и саобраћај“ број 11—12/1975. (у раду инж. Дражена Топлиника).

2.1.2 Врхника — Постојна

На потезу будуће трасе Љубљана — Горица изведена је деоница од Врхнике до Постојне, дуга 31 km. Овај ауто-пут пролази кречњачким брдско-планинским пределима, у тлу које је подложно распадању, па су се косине усека могле извести готово вертикално. У ситуационом плану траса је вијугава, тако да је само 4% трасе у правцу. Вођња овим ауто-путем је веома пријатна, јер је кретање, рекло би се, у променљивом оптичком затвореном простору који је ограничен ивицама шума и косинама усека. Углавном се види део напред и истовремено назире настављање лево и десно, узбрдо и низбрдо.

Нормалан профил

Ауто-пут има четири саобраћајне траке ширине по 3,75 m, две зауставне траке ширине по 2,5 m и средњи појам 4 m, поред којег су ивичне траке широке 0,5 m, тако да је укупна ширина 26 m.

Одводњавање

Одводњавање коловоза врло је занимљиво решено. Канализациони вод постављен је у средњем појасу, у који се увек одводњава један коловоз, односно половина ауто-пута. Средњи појас је у ствари сегментни јарак испод којег су постављене перфориране цеви, које делују и као дренажа а повезане су са сливницима.

С обзиром да у крашком подручју подземни токови често служе за снабдевање питком водом, морају да буду добро чувани да их не би затрпале преврнуте цистерне и слично. Заштита је постигнута тако што је канализација, постављена у средњем појасу, потпуно затворена и водонепропустљива. На насипима се налазе уздигнути ивичњаци који спречавају отицање воде са коловоза преко банкина и низ косине насипа. На овако заштићеном подручју, дуж ауто-пута, постављена су четири бетонска резервоара за сакупљање воде.

На овом ауто-путу постављена је и дупла одбојна челична плоча, али је она размакнута.

2.2 Ауто-путеви у Италији

Италија је прва у Европи, још 1922. године, почела да гради путеве за чист моторни саобраћај. Ови путеви имали су укрштање у истом ни

воу. Доцније су изграђени као комплетни ауто-путеви. Данас је Италија по дужини мреже ауто-путева друга у Европи, иза СР Немачке.

Максимална рачунска брзина је 160 km/ч у брдским пределима 120 km/ч, а у планинским 100 km/ч. Минимални полупречник хоризонталних кривина износи 1.000 m, а изузетно 400 m. Максимални успон је 4%. Најчешћа ширина ауто-пута је 24 m ($4 \times 3,75 + 2 \times 2,5 + 3 + 2 \times 0,5$). Треба напоменути да има ауто-путева и са 6 саобраћајних трака.

Италијански ауто-путеви најчешће имају следећу коловозну конструкцију;

— хабајући слој од асфалтног бетона	3 cm,
— везни слој од асфалтног бетона	4 cm,
— горњи носећи слој од битуменом обавијеног шљунка	10 до 15 cm,
— доњи носећи слој — стабилизација	15 до 20 cm,
— тампон од песковито-шљунковитог материјала	25 до 50 cm.
Укупна дебљина износи	57 до 92 cm.

У наредном тексту укратко су изнета запажања о неким од ових ауто-путева.

2.2.1 Трст — Венеција (Местре)

Изграђен је пре седам до осам година. Једним делом (од Трста) иде брдовитим пределима, а осталим — већим делом кроз потпуно равничарски крај. Код усека у стени (кречњак) косине су вертикалне, али са бермама. Минирање је тако изведено да су стране готово равне. Иако је стенска маса стабилна, изведена је заштита од евентуалног одрона камења, и то помоћу жичане мреже. На неким стрмијим падинама постоји денивелација.

Кроз равничарски предео ауто-пут је углавном са дугим правцима и у насипу висине 1 до 1,5 m. Пошто пролази кроз богат воћарски, виноградарски и у целини пољопривредни крај, материјал за насипе довожен је из речних корита, са великих даљина, јер отварање позајмишта у земљишту није долазило у обзир.

Овај ауто-пут нема средњи зелени појас већ је цела ширина између банкина асфалтирана, а одбојна ограда у средини двострука — на растојању 1 до 1,5 m.

Петље су развијене на великом простору, а надвожњаци немају средњи стуб, што веома лепо делује.

У хабајућем слоју је мешавина типа отприлике 0/12 mm. На изглед има велики проценат зрна шљунка приморског порекла, а храпавост није нарочито изражена. Саобраћај је изванредно густ, тако да се њиме креће права река возила.

2.2.2 Венеција — Верона — Милано

Од Венеције до раскрснице за Бергамо ауто-пут има четири возне и две зауставне траке, али се управо проширује на шест возних трака.



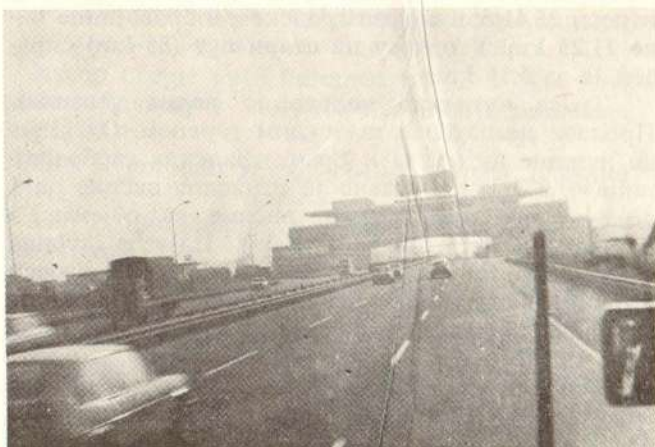
Сл. 3 — Једна деоница ауто-пута Венеција—Милано

Од раскрснице за Бергамо ауто-пут има шест возних трака (слика 3).

Проширење на шест трака обавља се на рачун путног земљишта (лево и десно) а не средњег појаса, јер је он широк свега 3 m. Средњи појас је засађен шибљем ради заштите од засењивања возила из супротног смера. Крај кроз који иде ауто-пут је у целини на шљунковитом материјалу, па су зато урађена осигурања косина усека, и то на два начина. Код мањих дубина усека, после засејавања травом, косине су одмах обложене танким слојем сламе, која треба да спречи спирање траве, а затим је слама прскана спрејом битуменске емулзије ради њеног учвршћивања.

У случају када је усек дубљи косине се, до извесне висине, облажу бетонским зидом, који у дну има дебљину 50 до 60 cm а ближе површини око 30 cm. Оплата је једностранна и у исто време клизајућа, а води се по вођицама које су у подножју анкероване косницима. Бетон се дотура пумпама.

Уочљиво је да је на ауто-путу једна фаза урађена раније (као у нашој земљи на путу Београд — Ниш — Бевђелија), што се види по надвожњацима, њиховом типу и облику понегде и са средњим стубом. Можда и због тога траса у ситуационом плану иде нешто неповољнијим елементима,



Сл. 4 — Ресторан, бар и маркетинг изнад ауто-пута Венеција—Милано

а и у вертикалном погледу прати терен без већих земљаних радова иако је терен тек благо заталасан.

Мотели су и на овом као и на другим ауто-путевима у Италији посебна атракција. Изграђени су у облику надвожњака, са рестораном, шнек-баром и маркетингом (слика 4). Поред њих су паркиралишта, бензинске пумпе и сервиси.

2.2.3 Милано — Комо

Овај ауто-пут има четири возне и две зауставне траке. Надвожњаци су елегантни, од преднапрегнутог бетона. Средња одбојна ограда дуплирана је на одстојању од 0,5 m (слика 5).

Посебно треба истаћи да тунели на овом ауто-путу (од којих најдужи 1.700 m) немају портале, тј. не почињу пуним пресеком цеви већ тунелска цев расте са тереном, односно нема предусака (као у нашој земљи на путу од Беле Паланке до Пирота).

Осветљавање тунела у Италији, као и у Швајцарској и Аустрији, решено је на правилан начин. Води се рачуна о постепеној адаптацији ока возача са дневне светлости на светлост у тунелу. То је тако решено да улаз у тунел има осветљење равно спољној светлости, па се оно даље постепено редукује тако да возач не осећа замор. На пример, на улазу има једанаест светлосних цеви, затим девет, седам, па пет, а на крају тунела су свега три цеви.



Сл. 5 — Деоница ауто-пута Милано—Комо

2.3. Ауто-путеви у Швајцарској

Швајцарску путну мрежу чине национални и главни путеви.

Национални путеви представљају главну мрежу путева, чије је планирање и грађење под руководством федералне управе. Ова група путева дели се у три класе. Прву чине ауто-путеви, другу полуауто-путеви (граде се тако да се могу претворити у ауто-путеве) а трећу путеви за мешовити саобраћај, са укрштањем у истом нивоу.

Треба напоменути да су национални путеви треће класе у планинским зонама, па, као једини правац, морају да служе и за мешовити саобраћај у повезивању два места.

С обзиром на ову поделу националних путева занимљиво је да један путни правац (који повезује више градова) може да има две или чак и три класе.

Дужина националних путева износи око 1.800 km.

Главних путева има укупно око 2.100 km, са ширином коловоза од 6 до 10,5 m.

Рачунске брзине усвојене на националним путевима износе 80, 100 и 120 km/ч, а минимални полупречници 300, 500 и 750 m. Подужни нагиби су 3‰, а изузетно 5‰.

Попречни профил ауто-пута, националног пута I класе има ширину 26 m ($4 \times 3,5 + 2 \times 2,5 + 4 + 4 \times 0,5 + 2 \times 0,5$). Најмања ширина планума ауто-путева је 19 m ($2 \times 7 + 1 + 4 \times 0,5 + 3 \times 1$).

Коловозна конструкција са националним путевима има укупну дебљину 75 до 80 cm. Коловозни застори су претежно асфалтни, али има и цементнобетонских, са бетонском плочом дебљине 15 + 5 cm.

Пресек коловозне конструкције са асфалтним застором је:

— асфалтни бетон	3 cm,
— везни слој од асфалтног бетона	4 cm,
— битуминизирани шљунак	10 cm,
— цементна стабилизација	25 cm,
— тампон	45 cm,
Укупно	77 cm.

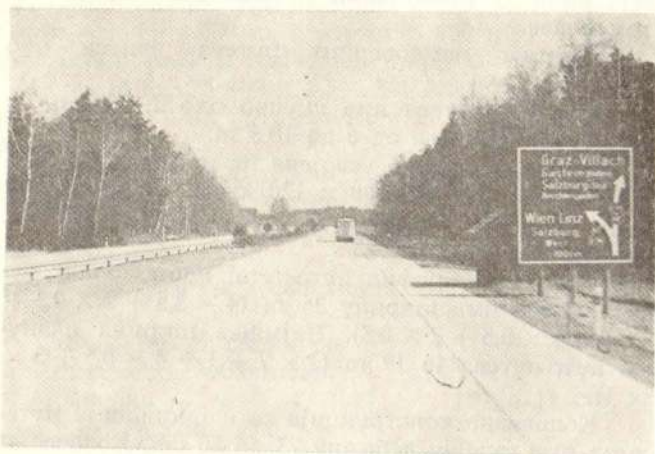
Група је обишла разне категорије швајцарских путева, као и ауто-путеве Берн — Базел и Берн — Цирих. О Швајцарској и њеним путевима утисака је много. Утисак је да је човек победио природу, јер на путевима влада савршена хармонија. Није ништа препуштено случају, све је далековидо прорачунато. Исто је задовољство возити се кроз тунеле који су добро осветљени, са обрађеним унутрашњим површинама, па чак и са телефонима за евентуалне позиве тако да се стиче само један утисак — утисак задовољства. Слично је и на отвореним путевима, којима се вози са задовољством, без страха од оброна камења, сурвавања снега или обрушавања бујица, јер је за све нађено одговарајуће решење.

2.4 Ауто-путеви у Аустрији

У Аустрији група је разгледала ауто-путеве Инсбрук — Салцбург, Салцбург — Беч, који је наставак ауто-пута Минхен — Салцбург, и ауто-пут Граз — Целовац (Клагенфурт).

Коловози на ауто-путевима су асфалтни или цементнобетонски (слика 6). На цементнобетонском коловозу између бетонске плоче, дебљине 20 (28 cm, и тампонског слоја често се уграђује слој од битуминизираниог шљунка, дебљине 7 до 10 cm. Овакав коловоз има ауто-пут од Салцбурга до Беча, који је новијег датума. Вожња овим коловозом је удобна. Утицај спојница се и не осећа. Ауто-пут од Инсбрука до Салцбурга има цементно-

бетонски коловоз. Грађен је пре рата. Плоче су му дуге 6 до 9 m, а ширина ивичних трака износи 0,75 m. Вожња овим путем прилично је крута, а осећа се и прелаз преко спојница. Пут од Инсбрука до немачке границе има асфалтни коловоз, од крупнозрне мешавине, и равномерно је исхабан.

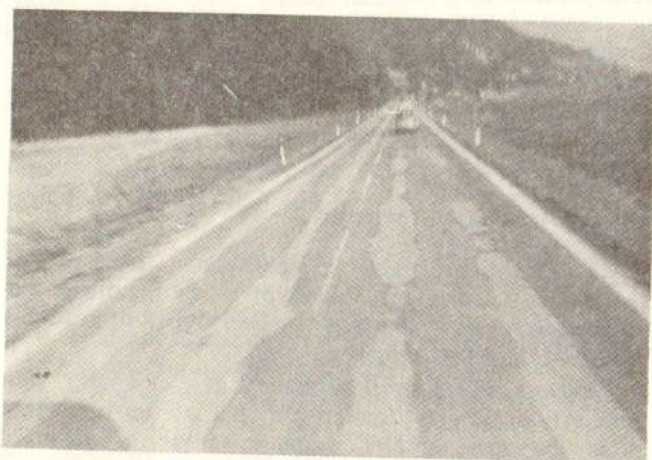


Сл. 6 — Цементнобетонски коловоз на ауто-путу Грац—Целовац

Интересантно је напоменути да је средња линија на путевима у Аустрији извучена жутом бојом за разлику од других земаља. У Аустрији, Швајцарској и Италији одбојна ограда се не фарба већ је обично поцинкована или направљена од алуминијума.

Рачунске брзине пројектоване за ауто-путеве у Аустрији износе 100 до 140 km/ч, а минимални полупречник хоризонталних кривина 700 m. Ширина планума је једнака или већа од 28,5 m. Зелени појас је 4,5 m или шири, а ширина једног коловоза са две возне траке 7,5 m.

Група је разгледала и највиши друмски мост у Европи — „Енгорабгиске“, у непосредној близини Инсбрука, на бренерском ауто-путу (пут Е-6) који од Инсбрука води у Италију ка Верони и Болоњи. Мост је дужине 820 m, средњег распона 198 m, а стубова висине 190 m.



Сл. 7 — Једна деоница на путу Инсбрук—Минхен са асфалним застором који је оштећен челичним клинцима на гумама

Мост је у ствари вијадукт. Прелази у кривини из брда у брдо импозантном силуетом. Горњи

строј је метална конструкција, а коловоз асфалтни.

На путу Инсбрук — Минхен, на територији СР Немачке, на асфалтном застору видна су оштећења проузрокована челичним клинцима (слика 7).

На путевима у Швајцарској и Аустрији оштећења коловозног застора ове врсте нису примењена, јер је у овим земљама забрањен саобраћај возилима са клинцима на гумама.

3. ОБИЛАЗАК ГРАДИЛИШТА БЕЧКОГ АЕРОДРОМА

У току су радови на изградњи нове писте са рулним стазама на комплексу постојећег аеродрома. Израдом ове нове писте избегава се прелетање авиона изнад града, односно смањује бука, што је главни разлог реконструкције — јер је и постојећа писта могла да прими данашњи авионски саобраћај. Изградњом нове писте употреба старе своди се само у време неповољних ветрова, с обзиром да је положај нове писте нешто неповољнији према ружи ветрова.

Дужина нове писте је 3.600 m, а ширина 45 m.

У комплексу ових радова упоредо се решавају и изводе радови на изградњи ауто-пута, железнице и трамваја. Посебно је интересантно да је у склопу решавања проблема укрштања једна од ових саобраћајница испод аеродрома. Цео посао изводе четири грађевинске фирме. Радови су почели 1974. а треба да се окончају 1977. године. Тренутно су у току земљани радови, а негде се стигло и до доњег носећег слоја од цементне стабилизације.

Терен на коме се изводе радови представља алувијалну терасу повољну за извођење радова, јер омогућава потпуно изравнавање земљаних маса, чиме су елиминисана позајмишта и депоније.

Ниво подземне воде је на 18 m. Тло се састоји од хумуса, леса дебљине 1 до 2 m и шљунковитог материјала врло повољног гранулометријског састава, што такође представља изванредну околност.

Обим земљаних радова износи 5.000.000 m³ а изводе се најсавременијим машинама, и то са скрејперима великог капацитета. Сабјање се врши модифицираним жежевима (самоходни жеж са 4 точка) у слојевима дебљине 30 cm. Дневни учинак (10 часова) износи на уграђивању насипа 20.000 m³, а учинак једног жежа је 9.000 m³/10 часова.

Пресек коловозне конструкције главне писте је следећи:

— асфалтни бетон	4 cm,
— везни слој	6 cm,
— битуминизирани шљунак 2 × 10	20 cm,
— цементна стабилизација	40 cm,
— тампонски слој	30 cm,
Укупно	100 cm.

Захтевани модул стишљивости за тампон је 1.500 kg/cm², а употребљава се исти шљунковити материјал као и за насип.

Цементна стабилизација се такође ради од овог материјала (шљунак) са 80 kg цемента 1 m³

шљунка. Захтевана чврстоћа на притисак 80 kg/cm^2 а контрола се врши на 500 m дужних (само чврстоћа на притисак).

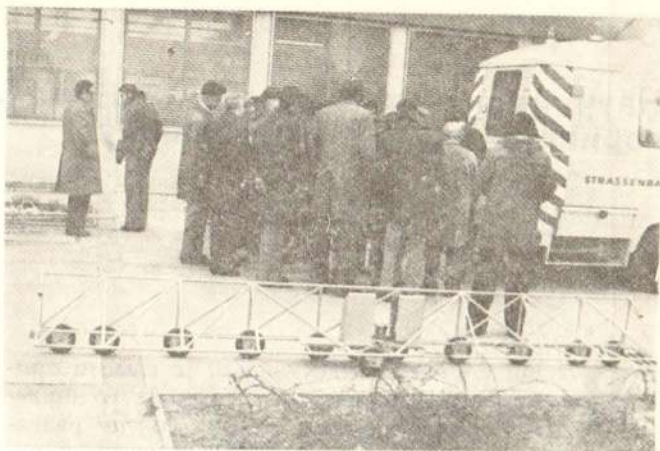
И битуминизирани шљунак за носеће слојеве се ради од овог материјала, али са додатком 40% дробљеног материјала.

Хабајући и везни слој се раде од дробљеног материјала са битуменом БИТ. 80. Стабилност за хабајући слој захтева се мин 800 kg.

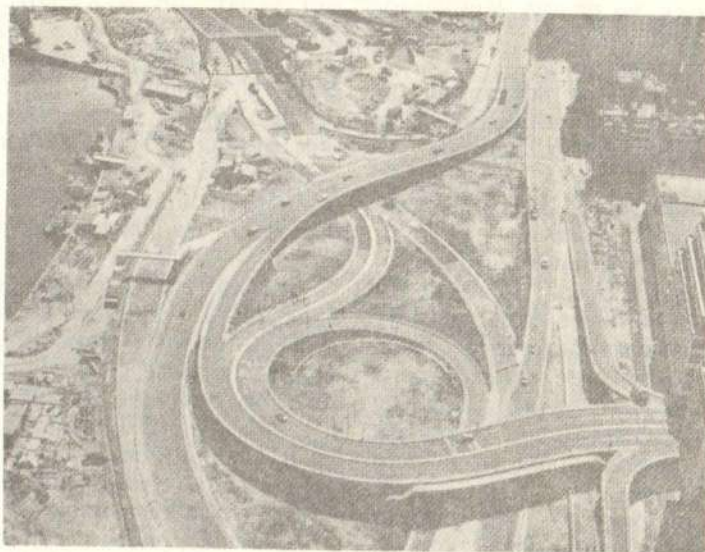
Попречни нагиб писте је двостран, и то од 1,0 до 1,2% док је подужни 0,2% (слика 8).

Одводњавање се остварује подужним бетонским каналима (који иду ивицом писте) до шахтова, који су такође на ивици писте, а од шахтова вода се изводи цевима до упијајућих бунара.

Треба напоменути да извођач, као што је то уобичајено, има своје лабораторије и врши сопствену контролу, а Инвеститор је ангажовао установу која му врши комплетан надзор.



Сл. 8 — Апарат за мерење равности на коловозу и други апарати који су демонстрирани за учеснике студијског путовања



Петља у Хонг Хонгу

Научним испитивањем у СР Немачкој утврђено више начина уштеде горива у друмском саобраћају

Возачи у СР Немачкој — реч је само о приватним аутомобилима — превале годишње 260.000 милиона километара. То је раздаљина која се изједначаје с 325.000 повратних путовања на Месец. При том потроше феноменалне количине горива, а доста тог, оскудног и све скупљег бензина који троше одлази, међутим, у ветар.

Кад би возачи уштедели само пола литре бензина на сто километара, годишње уштеде би се попеле на милион тона горива.

Какве би уштеде могли да остваре возачи који би возили кола са добро наштелованим моторима, гумама под адекватним притиском, чистим свећицама и исправним контактима?

Коју количину енергије троши просечан аутомобил за време вожње?

Ово су питања којима се, по налогу Министарства за истраживања у Бону, бавио минхенски Институт за енергетска испитивања.

Резултати испитивања дали су материјал од 150 страница, са графиконима и табелама, под насловом „Технологија енергетских уштеда — енергија у саобраћају“.

Друго поглавље под насловом „Друмски саобраћај“ заслужује пажњу свих возача.

Аутомобил с мотором на сагоревање, било да је у питању „мерцедес“ или „буба“, неефикасан је корисник енергије. Свега 24 одсто енергије коју ствара бензин користи се за покретање осовина.

Око 70 одсто сагорене енергије само загрева и загађује околину. Што је још значајније, то су само експериментални постоци. Цифре о правом стању на друмовима и путевима вероватно су још више забрињавајуће.

Пропорција створене енергије која се користи нагло расте за време повећавања брзине или кочења. Возач који кочи у првој или другој брзини непотребно убацује гориво у мотор.

Возачи аутомобила са аутоматским преносом који воле да крену пуним гасом добро знају колико им потрошња горива нагло расте као резултат такве навике.

Велике брзине исто тако иду у прилог слабом коришћењу енергије. При брзини од преко 100 километара на час ефикасност мотора просечних породичних кола приметно опада.

Притисак ветра, као и механички и аеродинамички отпори разних врста такође долазе до изражаја. И трење којем су изложене гуме на разним врстама подлога представља фактор који доприноси интензивнијем утрошку енергије при већој брзини.

При брзини од 70 километара на час притисак ветра апсорбује 50 одсто створене енергије, док

се при брзини од 100 километара на час неутрализују више од две трећине снаге мотора.

Притисак ветра повећава се три пута више од стопе повећања брзине. И кочење и повећање брзине доприносе, наравно, већем утрошку енергије при великим брзинама.

Тако при великој брзини просечан аутомобил добија незаситан апетит за горивом. „Ако претпоставимо да треба да се пређе аутострада у раздаљини од 400 километара“, пише у извештају, „онда ће при постојаној брзини од 100 километара на час бити потребно око 32 литра бензина.“

„Ако, са друге стране, решите да пребете ту раздаљину за три часа“, наглашавају стручњаци, „мораћете да возите просечном брзином од 130 километара на час. Под претпоставком да је предмет релативно жив, потрошња горива ће лако достићи количину од 52 литра.“

Шта онда треба радити да би се штедело гориво? У Сједињеним Државама органичење брзине на 55 миља на час уведено је чак и на отвореним путевима. Тиме је потрошња горива наводно смањена за 12 одсто. Добар део уштеда се може приписати вишим ценама горива или једноставно чињеници да вожња није више такво задовољство какво је била. За колико мање — може само да се нагађа. Но, у сваком случају, ограничење брзине може допринети уштедама.

Најновији типови гума такође штеде гориво. Радијалне гуме смањују трење за 17 одсто а специјално појачане радијалне за трећину.

Аеродинамична линија каросерије може такође да смањи трошкове. Просечна породична кола троше за 33 одсто више енергије да би савладала отпор ветра од аеродинамичнијег аутомобила.

Начин руковања мотором је још један фактор уштеда. Правилно паљење и штеловање карбуратора уштеђује гориво. То важи и за чисте свећице, чист филтар, исправне вентиле, одговарајуће уље, адекватан притисак гума, размак и нагиб точкова, компресију и довод горива.

Уколико се приликом редовних сервиса води рачуна о свим овим појединостима, уштеде горива, како се истиче, могу да достигну и пет одсто. Просечни возач би тако могао годишње да уштеди око 75 литара бензина.

Аеродинамична конструкција може да делује још ефикасније, нарочито код већих аутомобила. У извештају стручњака се наглашава да није тачно да се аеродинамичношћу каросерије поскупљују аутомобили због тога што је потребна већа количина ваљаног метала и другог материјала.

(Политика)

З. Ј.



Љубиша Кузовић, дипл. инж.

Одбранио докторску тезу

Др Љубиша Кузовић рођен је 22. септембра 1933. године у Милићевом Селу код Ужичке Пожеге. Средњотехничку грађевинску школу завршио је у Београду 1951. године, после чега је две године радио као грађевински техничар. Године 1954. уписао се као редован студент на Грађевински факултет у Београду, са кога је 1957. године прешао на Саобраћајни смер при Машинском факултету, где је и дипломирао 1960. године.

Стекавши диплому, две године је радио у Сектору за истраживања и развој Индустрије трактора и машина у Београду. Потом је прешао у Саобраћајни институт (касније интегрисан са Институтом „Кирило Савић“) на радно место асистента. У Саобраћајном институту стекао је 1967. године звање научног сарадника. Од 1969. године до данас налазио се на радном месту саветника и руководиоца у Сектору за студије путних праваца и чворишта, Заводу за саобраћај и економију и Института за путеве у Београду. Докторску дисертацију одбранио је на Саобраћајном факултету у Београду 19. марта 1976. године стекавши звање доктора саобраћајних наука.

Његова докторска теза „Прилог утврђивању меродавних протока возила за вредновање техничких решења путева, из области планирања саобраћаја на отвореним путевима, први је прилаз овој проблематици у нашој земљи.

Није случајно да је први докторат који је повезао теорију

саобраћајног тока са веома актуелним питањем аргументованог доношења одлуке да ли, када и какав пут градити урадио баш др Љубиша Кузовић. Носећи у себи осећај грађевинца, у својим бројним научноистраживачким радовима („Утицај техничког стања путева на трошкове експлоатације друмских моторних возила“; „Концепцију и правци основне путне мреже Југославије“; „Економски ефекти модернизације путне мреже“; „Анализа метода мерења и прорачуна капацитета градских и ванградских саобраћајница за саобраћајне услове СР Србије“ и примењеним радовима — студијама оправданости изградње ауто-путева (Београд — Ниш, Београд — Загреб — део у САП Војводини) и других путних праваца широм Југославије, који су послужили као основа за доделу зајмова Међународне банке при њиховој реализацији, Љубиша Кузовић је био носилац концепције повезивања нових сазнања о теорији саобраћајног тока са позитивном праксом нашег путарства.

Не ограничавајући се само на научноистраживачки рад у институцијама у којима се налазио, Љубиша Кузовић је веома активан у стручним и друштвеним активностима. Та активност се огледа у његовом раду као: члана Централног одбора Савеза инжењера и техничара саобраћаја и веза Југославије, Стручне комисије Југословенског друштва за путеве за израду генералног програма развоја магистралне мреже и мреже ауто-путева,

Извршног одбора Југословенског комитета за технику саобраћаја на путевима и Комисије Савеза друштава за путеве Југославије за израду правилника о одржавању путева, сталног члана низа стручних комисија именованих од Савеза републичких и покрајинских организација за путеве и члана Редакционог одбора часописа „Пут и саобраћај“.

У овом своме раду и низу публикованих чланака, реферата, рецензија и других ауторских текстова, чији би наслови прекрили више простора него што је на располагању, друг Кузовић је упорно пропагирао став о потреби стварања такве примењене науке која ће у путарству решавати практичне проблеме, уз високи ниво повезивања знања из више додирних научних области.

У крвни оваквог свог досадашњег рада, коју чини докторска теза, Кузовић је, поред низа покренутих питања, доказао да је у југословенским условима усвајања често превисок захтевани капацитет саобраћајница за стварне потребе. Оваквим закључком омогућено је реалније, односно рационалније димензионирање капацитета, као и повећање економичности и рентабилности понуђених варијаната решења путева. То значи да се са мање инвестиционих средстава може изградити адекватнија мрежа савремених саобраћајница, као и да се може правилније одабрати временски термин реализације појединих

деоница ради постизања пуне економичности. Др Кузовић је својом тезом дао пуни допринос прилагођавања и бољем искоришћењу иностраних стручних искустава у нашој пракси, борећи се против њиховог буквалног коришћења.

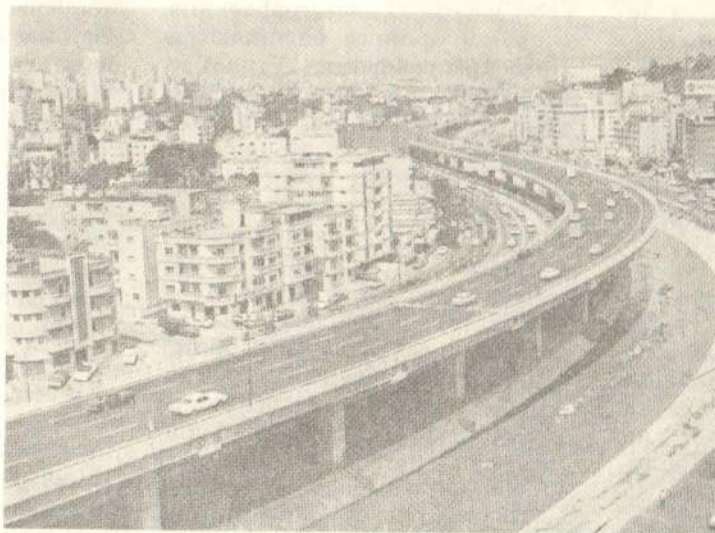
Посебно треба истаћи Кузовићев стални, несебични рад на

усмеравању нових генерација на прави пут научноистраживачког рада у области саобраћаја. Прилог овом његовом прегалаштву је и сама докторска теза, која је, како је наглашено и у оцени Комисије, прва ове врсте у нашој земљи, а истовремено је тако свеобухватно покренула низ правих питања која ће тек

пружити шансу другим истраживачима.

Верујемо да ће успешно преносити знања и стечена искуства на генерације студената Саобраћајног факултета, где је недавно изабран за ванредног професора.

Љубиша Миловановић, дипл. инж.



Градња „другог нивоа” знатно је допринела бржем преласку возила кроз Каракас, Венецуела

Саветовање о примени каменог агрегата у путоградњи

Саветовање

Завод за истраживања и испитивања Института за путеве из Београда организовао је 21. и 22. априла 1976. године у просторијама Грађевинског предузећа „Ауто-пут“ Саветовање о примени каменог агрегата у путоградњи.

Око 80 стручњака из 25 југословенских предузећа саслушало је следеће реферате:

— Осврт на програм изградње путне мреже у СР Србији — Радован Радоман, дипл. инж.;

— Изворишта путнограђевинских материјала у СР Србији — Слободан Цмиљанић, дипл. инж.;

— Техничка својства камена и каменог агрегата за путеве Слободан Цмиљанић, дипл. инж.

— Технологија производње каменог агрегата — Стојан Пунтар, дипл. инж., Јанез Кржић, дипл. инж., и Франц Цимерман, дипл. инж.;

— Примена каменог агрегата у механичким и хемијским стабилизацијама — Јованка Буран, дипл. инж.;

— Примена каменог агрегата у цементнобетонским мешавинама — Велисав Поповић, дипл. инж.;

— Примена каменог агрегата у угљоводоничним мешавинама — Миодраг Гранжан, дипл. инж.;

— Оплеменавање каменог агрегата и примена допова у асфалтним мешавинама — др Душан Светел, дипл. инж.

Предузеће „Искра“ из Крања приказало је и три стручна филма о сигнализацији на путевима и изградњи ауто-путева у СР Словенији.

У овим рефератима и дискусији на саветовању обухваћени су сви проблеми у вези са производњом и квалитетом камена и агрегата као путнограђевинског материјала. Размотрени су проблеми производње камена, постојећи стандарди и прописи, технологија дробљења камена, примена локалних материјала, методе испитивања ради оцено квалитета, побољшање својстава агрегата дробљењем или додавањем допова и друго. На основу тога донето је и неколико закључака.

А) У вези са постојећим стандардима и техничким прописима закључено је следеће:

— При производњи и примени агрегата треба поштовати постојеће прописе, тј. услове за квалитет каменог агрегата и мешавина, што се често не спроводи у пракси. Не би требало ублажавати захтеване критеријуме за квалитет камена и агрегата.

— Трбало би ревидирати неке стандарде и донети нове, узимајући у обзир наше најчешће материјале и услове. Посебно треба донети услове за еруптивне, а посебно за седиментне и метаморфне стране — кречњаке, доломите, пешчаре и др.

— Приликом доношења нових стандарда и прописа треба укључити или консултовати и произвођаче каменог агрегата.

— Посебно је нагледна потреба доношења стандарда за полираност агрегата, које је веома важно приликом оцено квалитета примене агрегата и функцији конструкције.

— Важност и трајност уверења, односно атеста за камен и

агрегате не може се уопштити за све материјале јер је променљивост стенске масе у налазиштима многих каменолома знатна, а технологија производње не даје агрегате устаљеног квалитета. То често доводи до тога да се уграђују материјали који не одговарају стандардима, иако произвођач има важећа уверења о квалитету.

— Предложено је да се оформи радна група стручњака који треба да припреме предлог стандарда и ускладе фракције каменог агрегата за цементнобетонске мешавине (0/4 4/8, 8/15 и 15/30 mm) са фракцијама за асфалтне мешавине (0/2, 2/5, 5/8, 8/11, 11/16 и 16/22 mm). Ово би за произвођаче било велико олакшање — решило би се питање депонија, технологија дробљења била би устаљена, а било би сигурно и више других предности.

Б) У вези с применом каменог агрегата у путоградњи препоручено је следеће:

— За све слојеве коловозне конструкције на ауто-путевима треба примењивати само дробљене камене агрегате.

— За израду горњих носећих слојева од битуминизираниог материјала треба употребљавати дробљене агрегате.

— Уколико се за израду носећих слојева примењује шљунак, треба га оплеменити додатком извесног процента дробљене камене синтезе.

— Питању квалитета пешчане фракције „нуле“ (фракција 0/2, 0/3, 0/4 и 0/5 mm) мора се посветити више пажње, нарочито када се добија дробљењем еруптивних стена је је чињеница да пешчана фракција ве-

ђине произвођача најчешће не одговара стандардима и техничким условима.

Ц) Кад је реч о квалитету агрегата у вези са технологијом дробљења, закључено је следеће:

— Квалитет агрегата веома зависи од технологије дробљења. Због тога технологију дробљења треба прилагођавати врсти и квалитету стена, за свако налазиште посебно и према жељеном производу.

— При сваком каменолому, односно дробиличном постројењу обавезно треба формирати лабораторију која ће пратити квалитет произведеног агрегата и технологију производње, тако да се дробљењем добије камена ситнеж стандардног и усталеног квалитета.

— За добијање дробљене камене ситнежи усталеног и стандардног квалитета неопходно је селективно откопавање, са одвајањем јаловине. После примарног дробљења, може се одвајаги, одсејавати и одбацивати јалозина, која је обично мека и троцна па се јавља у ситнијим фракцијама.

— Код дробиличних постројења отпрашивање треба регулисати према Закону о очувању човекове средине. У складу с њим морају се модернизовати дробилична постројења.

Д) На саветовању су размотрена многа нерешена и непроучена питања у вези с применом каменних агрегата у путоградњи. Закључено је да се теоријски и практично размотре следећа питања и узму у обзир следећи предлози:

— Какав је утицај гранулометријског састава дробљене камене ситнежи и фракције песка, њиховог минералског и хемијског састава, на квалитет мешавина за поједине слојеве коловозне конструкције?

— Неопходно је проучити филтере од различитих стенских материјала. Посебну пажњу треба поветити квалитету и могућности примене филера који се добију у дробиличним постројењима у току дробљења камене ситнежи.

— Примени кречњака — карбонатних стена у свим слојевима коловозне конструкције, посебно у слојевима коловозног застора на путевима са врло

густим и густим саобраћајним оптерећењем, мора се посветити посебна пажња.

— Ово је врло значајно питање јер су карбонатне стене у нашој земљи знатно заступљене и јављају се на великој површини. Еруптивне стене релативно су мало заступљене и ограничено распрострање у појединим деловима земље.

— Питању хватљивости површине коловозног застора треба поклонити више пажње. Неопходно је проучити разне системе охрапављења површине коловозног застора и примену агрегата различитог хабања у завршном слоју коловозне конструкције.

— Проблем оплемењивања агрегата применом термостабилних допова мора се боље проучити како би се омогућила примена агрегата на бази свих киселих еруптивних стена.

— У општу путну мрежу на јако оптерећеним деоницама треба уградити пробне деонице, уз примену допова за побољшање прионљивости битумена за агрегат. На овим пробним деоницама посматраће се и понашање мешавина.

— У склопу проучавања нових технологија грабења и нових система коловозних конструкција треба проучити и применити различите камене агрегате (стандардне, ванстандардне, локалне и др.).

— Да би се боље и комплетније оценио квалитет каменних агрегата и мешавина, неопходно је разрадити нове методе истраживања и испитивања.

Е) Проблему локалних материјала и њиховом значају при грабењу путева била је посвећена посебна пажња. Закључено је следеће:

— Приликом изградње путева треба користити локалне материјале, а њихова евентуална неповољна својства поправљати разним додацима или механичким, односно хемијском обрадом.

— У току израде инвестиционих студија посебно треба проучити могућност примене локалних материјала.

— Наглашено је да се од локалних материјала посебно проучи могућност примене природних дробина (доломитске, кречњачке и др.) и топионичких

шлака за израду појединих слојева коловозне конструкције.

— Квалитет и примена каменних агрегата у путоградњи веома су значајни. Зато је неопходно да се пре изградње пута, тј. у току израде инвестиционих студија, идејних и главних пројеката изведу претходна детаљна испитивања материјала како би се унапред знало који ће се од њих употребити за грабење пута — да ли локални или са стране — да изградња путева буде економична, стабилност и конструкција пута добри, а функција конструкције наменска.

Ф) На саветовању је констатовано да у СР Србији постоји велики број произвођача каменних агрегата за путоградњу и да је производња уситњена и технолошки доста застарела. Сарадња међу произвођачима веома је слаба, тако да су многи капацитети на производњу агрегата дуплирани. Због слабе сарадње нема поделе рада, што ствара проблеме око обезбеђења квалитета и пласмана произведеног агрегата. Сарадња произвођача са одговарајућим институтима, изузев неколико изузетака, доста је слаба или никаква. То доводи до тога да се утицај науке на овај део привреде слабо осећа, што све може неповољно да се одрази на квалитет и трајност путева.

Ради превазилажења оваквог стања у наредном периоду, неопходна је већа сарадња произвођача каменних агрегата и произвођача и одговарајућих института. У вези с тим предвиђа се и закључивање одговарајућих самоуправних споразума.

Општи је закључак да је саветовање постигло свој циљ — да упозна јавност са проблемима производње и примене каменних агрегата у различитим мешавинама у свим слојевима коловозне конструкције. Да би се неки од постављених проблема решили и одређени закључци спровели у дело, закључено је да би било потребно да се крајем 1976. или почетком 1977. године организује и симпозијум о примени каменог агрегата у путоградњи, на југословенском нивоу.

Слободан Цмиљанић, дипл. инж.
Др Душан Светел, дипл. инж.



МИЛУТИН ШАБАНОВИЋ, дипл.
граф. инж.

In memoriam

У Титограду је 7. децембра 1976. године, прерано и изненада, у најкреативнијим годинама живота, преминуо Милутин Шабановић, председник Друштва за путеве Црне Горе и члан Извршног одбора Савеза друштава за путеве Југославије. Његова изненадна и прерана смрт болно је потресла његове бројне познанике и сараднике, грађевинаре и путаре широм Југославије.

Рођен 1932. године, одрастао уз пут, рано је спознао његов значај. Отишао је прашњавим путем из вољених Вилуса ка Никшићу и даље да учи и научи како се граде савремене саобраћајнице и реализују велика грађевинска остварења.

Са беспућем завичаја и Црне Горе у целини није се никада мирио. Није зато случајно да је у све значајне саобраћајне објекте уградио део себе, своју стручност и организаторске способности.

У његова градитељска остварења спадају многе деонице Јадранског пута кроз СР Црну Гору, пута Бар — Улцињ и других путних праваца, најтежа деоница пруге Београд — Бар кроз Црну Гору у врлетима кањона Платија, пут ка Ловћену, Маузолеј Његошу итд.

Бројни су и изузетно значајни и многи други грађевински објекти широм Црне Горе, на којима је допринос инжењера

Шабановића био изузетан и неизбрисив.

Налазио се на тешким и сложеним пословима у грађевинској оперативи, од управника градње и техничког директора до генералног директора Грађевинско-индустријског комбината „Титоград“. Године 1974. прешао је на дужност генералног директора Грађевинско-индустријског комбината „Зета“. Крајем 1965. године именован је за главног инспектора у Инспекторату за грађевинарство и јавне путеве Извршног већа СР Црне Горе.

Од изузетног значаја је и његов допринос на окрупљавању и повезивању црногорског грађевинарства, посебно у фази припреме и конституисања новоосноване Сложене организације удруженог рада грађевинарства Црне Горе.

Веома запажена градитељска остварења, посебно на пословима нискоградње, готово да су наметнула, 1975. године, избор Милутина Шабановића за председника Друштва за путеве Црне Горе и члана Извршног одбора Савеза друштава за путеве Југославије.

Изузетан човек, друг и пријатељ, неимар и прегалац, врстан стручњак и организатор, истакнути привредник у области грађевинарства и друштвено-политички радник, Милутин Шабановић снажно је деловао и уливао надахнуће. Његовом прераном смрћу Друштво за путеве Црне Горе, Савез грађевинских

инжењера и техничара Југославије и црногорско грађевинарство изгубили су једног од својих неимара а СКЈ и примерног и оданог члана.

За свој самопрегоран рад, постигнуте радне резултате, активно друштвено-политичко ангажовање и испољене људске особине више пута је похваљиван и награђиван. За нарочите заслуге и постигнуте успехе од значаја за социјалистичку изградњу земље Председник Републике одликовао га је 1972. године Орденом рада са златним венцем, а 1976. године Орденом заслуга за народ са сребрном звездом.

Заједно са његовом породицом, чији је бол неизмеран а губитак ненадокнадив, прераном смрћу инжењера Шабановића ожалостљени су и погођени сви његови познаници и сарадници у Савезу друштава за путеве Црне Горе, али су у исти мах и поносни што су у својим редовима имали тако часног, вољеног, доброг и драгог човека.

Божидар Радусиновић
секретар Друштва за путеве СР Црне Горе



Уго Перезони

Двадесет првог септембра 1976. године неочекивано је умро Уго Перезони, грађевински техничар. Македонско путарство изгубило је његовом смрћу цењеног радника и способног руководиоца.

Рођен је 1914. године у Сенгаљи (Анкона, Италија). Вихор II светског рата довео га је у

нашу земљу, у Гостивар, где је остао и када је он протутњао.

Године 1947. запослио се у Секцији за путеве, у којој је нешто касније постао и шеф.

Стално је био окупиран проблематиком одржавања и реконструкције путева у региону Тетово — Гостивар — Дебар. Веома је допринео обнови и одржавању путева. Његов ведар дух био је свуда присутан.

Умео је и волео да ради, али и знао да оцени и рад других. Волео је и своје раднике и водио рачуна о њима, дајући им на знање да поштује поштен рад. Ценио је трудољубивост и дисциплину. Као самоуправљач увек се залагао за добре међуљудске односе, за напредак предузећа и уношење новина.

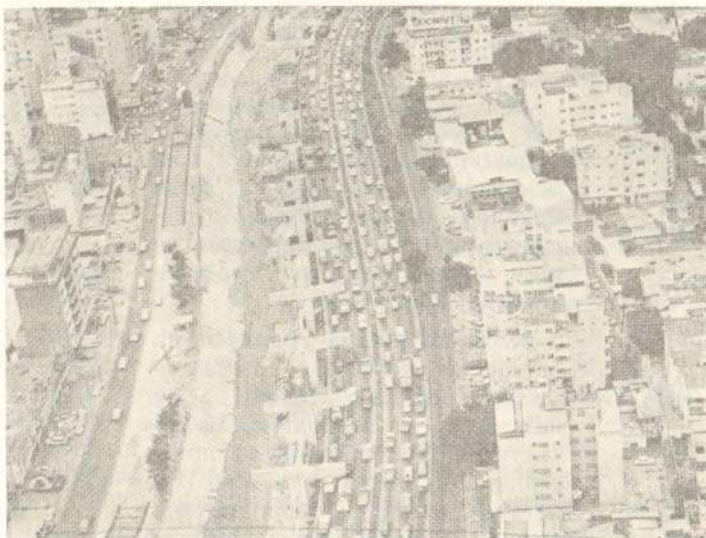
Били смо сведоци његове неисцрпне енергије, добрих орга-

низаторских способности и његове крајње одговорности при извршавању постављених задатака. Многе непроспаване ноћи у борби са снежним лавинама, велике снежне падавине и дуго-трајне поледице, одрони и поплаве никада му нису падали тешко када се рад успешно одвијао. Сваки прекид у саобраћају преживљавао је као личну трауму.

Таквог су га познавале његове колеге путари, али и сви становници Мавровског региона, такав ће нам увек остати и у сећању.

Уга Перезонија више нема међу нама, али његов лик остаје као пример млађима.

Александар Лепавцов, дипл. инж.



Петља названа „Стонога“ знатно је допринела бржем преласку возила кроз Каракас, Венецуела

