

625.7

YU ISSN 0478-9733 • CODEN: PUSADQ • UDK 625.7/8 + 656.1

Пут и саобраћај

Бр. 5-6 1984. • Мај-јуни • Год. XXX



Пут и саобраћај

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

5—6

ГОД. XXX • МАЈ—ЈУНИ 1984.



САДРЖАЈ

Одржана је XXVIII скупштина Друштва за путеве Србије

Др Зоран Радаковић
Узроци оштећења ауто-пута од Сурчина до Баточине

Александар Форцан, дипл. инж.
Одржавање ауто-пута

Момчило Крстајић, дипл. инж.
Проблематика која се јавља у току пројектовања ауто-пута Београд — Ниш

Миодраг Дедић, дипл. инж.
Водопривредни проблеми пролаза другог коловоза ауто-пута
кроз Багрдански и Бујмирски теснац и прелаз јужног крака преко
реке Нишаве

Брашановић Предраг, дипл. инж.
Одржавање затезно-еластичних параметара стабилизованог материјала

Проф. Јован Шутић, дипл. инж.
Типизација потпорних зидова од габиона и табеле и дијаграми
за њихово лакше димензионисање

Др Војо Анђус, дипл. инж. грађ. и
Др Серафим Опризовић, дипл. инж. ел.
Нумеричко одређивање теоријских брзина вожње у функцији
елемената подужног профила

Мр Слободан Цмиљанић, дипл. инж. геол.
Снабдевање Београда техничким грађевинским каменом

Душан Сакулски, дипл. инж.
Анализа зауставног пута меродавног возила у функцији
вознодинамичких параметара

Ристо Талев, дипл. инж.
Неке примедбе на објављени чланак Др М. Ивановића
у часопису „Пут и саобраћај“

Терминолошки речник из области путева отварање јавне дискусије

Занимљивости

Из Друштва за путеве

Издавачки савет:

Антонић Славољуб, Бајрами Шпенд, Бајевић Србољуб, Бејтула Деваја, Бурбах Герхард, Вајда Војислав, Гаврилов Никола, Гвозденчевић Миленко, Диманић Бранислав, Даниловић Миодраг, Ђорђевић Михајило, Ђукић Живорад, Ђукић Никола, Ивановић Момчило, Капларевић Вићентије, Кркић Предраг, Марковић Никола, Мацура Драгољуб, Папо Јосип, Радоман Радован, Ристић Никола, Раковић Златомир, Славић Грујо, Филиповић Љубомир, Шурбановић Бранко.

Уредништво и редакција:

Анђус Војо, Луковић Градимир, Миливојевић Милан, Мијушковић Вера, Миловановић Владета, Кузовић Љубиша, Цветановић Александар, Терзић Милорад, Шутић Јован, Узелац Ђорђе, Радојковић Зоран, Дамјановић Драгорад, Зорић Стојанка (секретар редакције).

Главни и одговорни уредник:

Проф. др Здравко Јоксић

Технички уредник:

Тома Станковић

Лектор:

Петар Кашић

Часопис издају:

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

Претплата за часопис:

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

Оглашавање у часопису:

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

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

Штампа:

ИШРО „Привредно финансијски водич“
Београд, Патријарха Димитрија 36

Одржана је XXVIII скупштина Друштва за путеве Србије

У Соко Бањи, 13. и 14. априла 1984. године одржана XXVIII редовна годишња скупштина Друштва за путеве Србије. Вече очу скупштине одржана је седница Председништва на којој је — за наредни двогодишњи период — за председника изабран Вићентије Капларевић, а за потпредседника Петар Митровић и Светислав Капелан.

Скупштину су поздравили гости: Славољуб Антонић, Божидар Томић, Слободан Пауновић, Антун Чувардић.

Затим су Радомир Миладиновић, Душан Цветковић и Светислав Манић дали приказ развоја РО „Ниш“ и РО „Нискоградња“, домаћина скупштине.

На предлог Научнонаставног већа саобраћајно-конструктивног одсека Грађевинског факултета у Нишу, награду из фонда „Радојнице Јакуовића“ је примила млада инжењерка Светлана Нешић. Награду у висини од 5.000 динара је уручио проф. др Драгољуб Мацура, први декан Техничког факултета у Нишу.

Секретар Друштва за путеве Србије у свом извештају о раду Председништва од XXVII до XXVIII скупштине је истако да је:

- Председништво оперативни и извршни орган Друштва који се састоји од 48 чланова,

- планирано је и одржано 6 седница Председништва,

- у Новом Пазару формирана регионална секција,

- Војислав Вајда кандидован и изабран за секретара Председништва Савеза друштава за путеве Југославије,

- Друштво за путеве Косова изабрало је три делегата у Председништво Друштва за путеве Србије,

- изашао јубиларни број часописа „Пут и саобраћај“ поводом 30 година постојања и рада Друштва за путеве Србије,

- делегација Друштва посетила Николу Љубичића, председника Председништва СРС и предала му плакету Друштва поводом 30 година постојања и рада Друштва,

- примљена у стални радни однос, на место техничког секретара Друштва за путеве Србије и Савеза друштава за путеве Југославије Љубица Чукић,

- разматран избор оптималних варијанти ауто-пута Е-76 Умка — Обреновац,

- материјални трошкови Друштва у односу на прошлу годину порасли су за 100%,

- Комисија за израду Терминолошког речника одржала велики број састанака и добар део

посла већ и завршила; посебно је истакнут рад проф. Драгољуба Мацура, проф. Живорада Ђукића и Војислава Вајде,

- Комисија за коловозне конструкције урадила публикацију „Пројектовање флексибилних коловозних конструкција“ — аутори су проф. др Александар Цветановић, др Зоран Радојковић и мр Жељко Војнић,

- јубиларни број часописа поводом 30. годишњице рада Друштва припремљен је захваљујући првенствено изванредном ангажовању проф. Мацура,

- Комисија за финансије није испунила задатак, било је немогуће скупити њене чланове и да треба формирати нову,

- једино је рад регионалних секција у Пожеравцу и Нишу интензиван,

- проблем редовног излажења часописа „Пут и саобраћај“ улажу се напори да се ситуација поправи,

- финансијска ситуација Друштва привидно добра,

- остатак прихода над расходима је стицајем околности износио 775.773,91 динар. На дан скупштине стање је 320.000 динара, уз напомену да нисмо у стању да платимо трошкове штампања бројева 3-4 „Пут и саобраћаја“,

- Друштво форумски радило,

- неактивност регионалних секција (има их девет) евидентна. Изузетак су секције у Пожеравцу и у Нишу,

- мали број младих чланова Друштва ангажован у раду.

У извештају Одбора самоуправне контроле је истакнуто да у раду Друштва није било никаквих неправилности и да је финансијско пословање вођено уредно и економично.

Након извршеног обрачуна амортизације и ревалоризације основних средстава, садашња вредност имовине Друштва износи 32.176,76 динара.

Планирани приход у 1983. години је био 2.952.207,63 динара, а остварено је 2.027.834,33 динара. Расходи су били 1.252.060,42 динара. Вишак прихода над расходима је 1.385.997,65 динара. За 1984. годину планирани приходи и расходи износе 3.625.000,00 динара. Вишак прихода над расходима је првенствено настао због неизлажења два двоброја часописа „Пут и саобраћај“ и неиспуњења обавеза Друштва према штампарији. Сагледавајући обавезе Друштва у 1984. години, вероватно да ћемо доћи у тешку ситуацију. Разлози за песимизам су изузетно тешка ситуација грађевинских радних организација и нередовне уплате.

У оквиру тачке дневног реда „Предлог измена и допуна Статута ДПС“, констатовано је да на основу Закона о друштвеним организацијама и удружењима грађана и Друштвеног договора о мерилима за утврђивање постојања обележја друштвене организације, морамо Друштво да поново региструјемо код СУП-а.

Већина измена и допуна у Статуту ДПС је формалне природе, изузев:

— да је Друштво за путеве Србије уместо „удружење грађана“ сада „друштвена организација“,

— да уместо једног сада има два потпредседника.

Нови допуњени статут је једногласно прихваћен.

У поподневном радном делу Скупштине биле су разматране две теме:

1. Пројектовање флексибилних коловозних конструкција известилац др А. Цветановић,

2. Проблематика пројектовања, грађења и одржавања ауто-пута Београд — Ниш, са посебним освртом на оштећења — известиоци М. Крстајић, др. З. Радојковић и А. Форцан.

Материјал о првој теми штампао је Савез друштава за путеве Југославије као публикацију број 32, а аутори су др А. Цветановић, др З. Радојковић и мр Ж. Војнић.

Материјали о другој теми биће штампани као посебни чланци у часопису „Пут и саобраћај“.

У дискусији о другој теми учествовали су: проф. З. Јоксић, проф. Ж. Ђукић, проф. А. Цветановић, В. Капларевић, В. Миловановић.

У суботу, дану предвиђеном за екскурзију и стручне обиласке, посетили смо постројење за пречишћавање отпадних вода, Медицински центар на Озрену и Рехабилитациони центар у Соко Бањи.

Домаћини XXVIII скупштине Друштва за путеве Србије су били РО за путеве „Ниш“ и РО „Нискоградња“ из Ниша. Организација Скупштине за 162 присутна делегата, била је успешна и на нивоу домаћина ранијих скупова. Посебно треба истаћи залагање Радомира Миладиновића и Душка Цветковића.

Секретар Председништва
Друштва за путеве Србије
Др А. Цветановић, дипл. инж.

РЕЗИМЕ ИЗВЕШТАЈА ПРЕДСЕДНИШТВА ДРУШТВА ЗА ПУТЕВЕ СРБИЈЕ У ПРОТЕКЛОМ ПЕРИОДУ, ДИСКУСИЈА, ПРОГРАМ РАДА И ЗАКЉУЧЦИ

О раду Друштва

И поред извршавања текућих задатака, рад Друштва у целини није задовољавајући; како у погледу интензитета, тако и у погледу ширине и комплетности решаваних проблема. Рад Друштва сводио се углавном на рад Председништва и појединих стручних комисија. Највећи недостатак представља слаб рад регионалних секција. Већина секција није ни конституисана — не зна се ни тачан број чланова, а код осталих нема организованог друштвеног рада. Слично је и са стручним комисијама — већина од њих није одржала ниједан састанак и у протеклој години није практично урадила ништа. У вези са наведеним поставља се питање оправданости садашње организације друштва, јер њена гломазност непо-

вољно утиче на ефикасност рада. Чињеница је да се рад Друштва састоји од рада појединаца и од рада Председништва, при чему се тај рад своди на решавање неких текућих, споредних задатака, а на основне проблеме путне привреде у Републици Друштво има мали утицај.

У пракси се показало да интерес за рад Друштва зависи од актуелности и значај проблема којима се Друштво бави. За расправе о значајним проблемима наше путне привреде владало је велико интересовање, па је састанцима које је организовало Председништво, присуствовао велики број чланова уз активно учешће у дискусијама. Из овога се мора извући закључак да се рад Друштва може интензивирати укључивањем у решавање најважнијих питања везаних за путеве и путну привреду.

За даљи рад Друштва веома је важно одабрати селективно најважније задатке и концентрисати се на њих. Посебно треба размотрити питање организације Друштва и њене садашње ефикасности.

О стању путева и путне привреде

На 28. годишњој Скупштини ДПС вођене су дискусије о стању путева и путне привреде. Констатовано је да се и једно и друго налазе у веома тешком положају. Путна мрежа је у лошем стању које се у догледном времену тешко може осетити поправити. Основни проблем је недостатак средстава. Задатак ДПС на овом плану је да се у складу са захтевима дугорочне економске стабилности, рационално разреши следећа два проблема:

а) која су то минимална средства која се морају одвајати да би се путна мрежа одржавала на минималном потребном нивоу експлоатационе способности;

б) на који начин та средства оптимално користити и усмерити их на организован начин у испуњавању најактуелнијих захтева.

Да би се осетније поправило стање коловоза на нашим саобраћајницама, неопходно је извршити преоријентацију на одржавање и поправке. Наша оператива располаже на пример, са великим бројем асфалтних база које ће се користити у веома малом проценту, а нема практично никакве механизације за поправке, санирање и брзину и лаку обнову застора. Не постоје материјали за ову сврху нити освојене и у праксу уведене, савремене методе и поступци експлоатационог и инвестиционог одржавања путева и аеродрома. Поправке које се изводе по нужди и нестручно скупе су и нерационалне, а обично се изводе неблаговремено — тј. кад наступи деградација коловоза и кад се он више крпљењем не може поправити.

Задатак је ДПС да организује стручну раду ради обезбеђења подлога за прелазак на савремене поступке одржавања, поправки и обнова коловоза (рециклаже, површинске обраде, освајање домаћих маса за санирање пукотина, маса за крпљење ударних рупа, хладних асфалтних мешавина, итд.).

О појави оштећења на ауто-путу Београд — Ниш

Појави оштећења на ауто-путу Београд — ниш посвећена је одговарајућа пажња у раду Друштва. О овом питању вођене су широке дискусије на састанцима Председништва друштва, а на 28. годишњој скупштини ово питање је посебно постављено на дневни ред Скупштине. Поред тога, делегирани су представници Друштва у стручну комисију Републичког секретаријата за саобраћај и везе која треба да утврди узроке оштећења.

Кроз дискусије које су вођене у овом питању истакнут је значај проблема, не само због оштећења на ауто-путу него и бројних оштећења на већини наших путева и градских саобраћајница. Констатовано је да за оштећења постоји велики број узрока, који су веома сложени и разноврсни. Не постоје јединствена мишљења о узроцима оштећења и о њиховој узајамној повезаности. Стављене су замерке на начин како су појаве оштећења третиране у средствима јавног информисања, као и у часопису „Пут и саобраћај“.

Као један од важних задатака, пред друштво се поставља да у најкраћем времену стручно и објективно утврди узроке оштећења на ауто-путу и да са њима на погодан начин упозна стручну и ширу јавност.

Овај задатак треба проширити и на опште стање коловоза на нашим путевима и улицама, тако да се пронађу и у праксу уведу решења која обезбеђују да се у номиналној трајности коловозних конструкција не појављују оштећења у обиму који компромитује нашу струку.

ЗАКЉУЧЦИ XXVIII СКУПШТИНЕ ДРУШТВА ЗА ПУТЕВЕ СРБИЈЕ

На основу Извештаја о раду Председништва између 27. и 28. скупштине Друштва за путеве Србије, поднетих реферата, дискусије и предлога учесника Скупштине, а на основу овлашћења Скупштине, Председништво Друштва за путеве Србије на седници одржаној 29. маја 1984. године у Београду, усвојило је следеће

ЗАКЉУЧАК

1) У наредном периоду потребно је посветити посебну пажњу проблемима одржавања путева и стварању услова за обављање ових послова. На овај начин би се постигла заштита путева као грађевинских објеката, повећала безбедност саобраћаја на путевима и смањили трошкови друмског саобраћаја.

2) Решити нејасна и непрецизирана питања у области одржавања путева, а пре свега донети потребну техничку регулативу и обезбедити њену примену и поступак. Усагласити законске прописе у вези са путевима са могућностима финансирања путне привреде, а пре свега услове и обавезе одржавања путева у зимским условима.

3) Због смањења обима послова на грађењу путева услед недостатка финансијских средстава, активност Друштва усмерити ка изради стратегије развоја и управљања путевима да би се на

најбољи могући начин искористили расположиви стручни кадрови и опрема у пројектантским, истраживачким, извођачким и другим организацијама за производњу материјала и опреме (израда студија, пројеката, планова и истраживања ради прилагођавања технологије савременим захтевима).

Посебну пажњу посветити планирању послова и изградње у земљи и иностранству ради искоришћења расположивих капацитета грађевинске оперативе и њиховог запошљавања.

4) Прилагођавати техничке услове и прописе у области путева расположивим могућностима и сазнањима у области путева. Изналазити нове материјале и поступке за грађење и одржавање путева у циљу рационалног трошења расположивих финансијских средстава намењених за путеве.

5) Анализирати досадашње недостатке и пропусте уочене у вези са одржавањем и грађењем путева. Расправе по овим питањима морају се водити у атмосфери другарства уз отворену и стручну анализу из које треба да произађу решења и смернице за будући рад.

6) Посебну пажњу и активност посветити анализирању узрока оштећења ауто-пута и других путева како би се што пре дошло до решења и предузеле мере да се спрече даља оштећења, а постојећа на адекватан начин санирају.

7) Настојати да се преко републичких и покрајинских СИЗ-ова за путеве, Савеза СИЗ-ова као и републичких, покрајинских и регионалних заједница науке обезбеде већа средства и конкретнији утицај Друштва за путеве на њихову расподелу у области научних и примењених истраживања за потребе путне привреде.

8) Настојати да се у току израде Средњорочног плана развоја привреде републике Друштво за путеве ангажује у већој мери при изради дела који се односи на путну привреду.

9) У наредном периоду посебну пажњу треба поклонити афирмацији рада Друштва за путеве. Пре свега, потребно је садржајним радом активирати што већи број чланова и укључити их у решавање актуелних проблема. Преко средстава јавног информисања обавештавати јавност о раду Друштва за путеве и успешном завршавању појединих акција. Предузети и све остале потребне мере да Друштво за путеве постане снага која ће се наметнути и уважавати при решавању разних проблема путне привреде.

Узроци оштећења ауто-пута од Сурчина до Баточине*

Др ЗОРАН РАДОЈКОВИЋ

На коловозној конструкцији ауто-пута од Сурчина до Баточине, грађеној од 1977. до 1979. године појавила су се у релативно кратком времену експлоатације (3 до 5 година) различита оштећења у виду оба исходишта деградације коловозне конструкције, у мањем или већем обиму, што с обзиром на њихов карактер и значај објекта заслужује одређену пажњу и, пре свега, објективну оцену.

Циљ овог излагања је да се из расположиве документације и опажања садашњег стања деонице ауто-пута покуша дати квантификација насталих оштећења и, по могућству, ближе одредити узроке оваквог понашања коловозне конструкције.

Анализа је заснована на аутентичним подацима и подлогама као што су пројектно решење коловозне конструкције, резултати контролних испитивања током грађења и на резултатима детаљног прегледа садашњег стања коловозне конструкције обављеног 1982. године.

За ову анализу нису вршена додатна теренска или лабораторијска испитивања. С обзиром на оријентацију на коришћење постојећег коловоза, решење коловозне конструкције састојало су у: реконструкцији постојеће и изградњи нове коловозне конструкције.

Пројекти реконструкције су нивелационо и диспозиционо адаптирали постојећу коловозну конструкцију крутог или флексибилног типа, примењујући слојеве изравнања (битуменом или цементом везани материјали), и проширењем са стране постојећег коловоза.

Управо неки од ових детаља адаптације постојећег коловоза, како ће се касније показати, одразили су се неповољно на понашање новог коловоза ауто-пута у експлоатацији, са консеквентним манифестацијама на површини.

Новопроектвана, пак, коловозна конструкција показала се нарочито неподесном за специфичне потезе дуж ауто-пута где су велики успони и падови, јер су тешка теретна возила која се на спорој траци крећу брзином и мањом од 10 km/čas, врло брзо пластично деформисала асфалтне слојеве и стварала колотраге различитог интензитета. Слично понашање се манифестовало и код наплатних рампи. Могуће је да ова чињеница индицира на могућност поступног развоја колотрага и на мирнијој нивелети ауто-пута у нешто каснијем периоду експлоатације, када величина саобраћајног оптерећења достигне еквивалентни ниво оној на зауставним тракама и наплатним рамама.

*) Предавање одржано у оквиру скупштине Друштва за путеве Србије у Соко Бањи, априла 1984. године.

Коловозна конструкција ауто-пута пројектована је према важећим прописима и техничким стандардима из периода од 1972. до 1974. године. Није наодмет напоменути да у том тренутку нису ни постојали стандарди за пројектовање коловозних конструкција, те да су решења добијана на темељу коришћења иностраних поступака и метода које су, потом, сходно обичајима из тог времена, а и способности и умешности пројектанта и прилагођавана нашим условима (углавном емпириски). Као последица таквог решавања геометријско решење нове коловозне конструкције на возним тракама изведено је са 24 cm асфалта положеног на цементну стабилизацију дебљине 20 cm изнад тампонског слоја дебљине 30 до 35 cm и постељице (CBR = 5%). Дефиниције за примењене материјале и захтевани технолошки критеријуми били су усвојени према захтевима из описа радова са техничким условима — уговорна документа за изградњу, реконструкцију и модернизацију путева у СР Србији 1975. године.

Карактеристично је да су ти услови врло широко усвајали критеријуме и квалитете материјала, што значи да су се и поједини слојеви могли налазити у широким подучјима механичких вредности, а да све то буде у складу са општим техничким условима. Чињеница је, дакле, да пројектно решење нису пратили јасно одређени технички услови, што је у екстремним случајевима, на терену, резултирало у предимензионисаним или негде поддимензионисаним решењима. Немамо времена за извођење доказа овог става, али је он изведен на основу доказа који се могу изложити и дискутовати на једном од наредних стручних састанака Друштва за путеве.

Примери су многобројни, а један од типичних је онај за носећи слој од цементне стабилизације, где је према условима била условљена једноаксијална чврстоћа после 28 дана од 2,8 до 7,0 MN/m², што је додуше, и било условљено важећим стандардима, који су пресликани на решење конструкције. Овакво пројектно решење тог слоја уноси знатне непознанице у процени његовог понашања током експлоатације, и омогућава — у фази градња — да ове разлике буду само наглашеније.

Погледајмо сада, кратко, какво је механичко понашање нове коловозне конструкције, оцену њених способности на трајну деформацију и лом, односно на појаву прслина од замора. Укупна трајна деформација асфалтних слојева при брзини од 60 km износи 1,4 cm. При брзини од 5 km на сат укупна деформација исте коловозне конструкције је већа од 4 cm, значи 4 пута већа, што се могло знати и у фази пројектовања или усвајања пројектног решења.

Што се тиче лома од замора, односно појаве прслина од замора, пројектно решење са великом дебљином асфалтних слојева D=24 cm, положених на цементну стабилизацију D=20 cm, има два екстремна понашања:

Прво, асфалтни слојеви су изразито отпорни на утицај замора и имају век од $1,6 \times 10^7$ до $7,7 \times 10^9$ понављања еквивалентних осовинских оптерећења (од 80 kN). Подсетимо се да је коловозна конструкција требала бити димензионисана са 3×10^7 саобраћајног оптерећења. Ова слика показује да је само евентуално један део асфалтних слојева оптимално решен док су остали нерационални и предимензионисани за критеријум замора. Са друге стране, последица овог екстрема (велике дебљине асфалта) је у великој неотпорности конструкције на пластичне деформације.

Цементом стабилизovan доњи носећи слој, овако постављен, изложен је веома мало утицају замора и уопште механичком раду, што показује одређени пропуст и недоследност пројектног решења. Овај слој је постављен на 24 cm испод асфалта, што је само по себи нерационално и проблематично.

Појачање постојећег коловоза ради коришћења у структури новог ауто-пута се разликује — сходно његовом типу. Преко постојећег цементно-бетонског коловоза примењено је решење са изравном изравнавајућег слоја од цементне стабилизације (нпр. на деоници Сурчин — хотел „Национал“) чиме су уведене две крупне непознанице, односно два непоуздана фактора у механичком систему конструкције. Један од елемената је постојећи бетонски коловоз и његов неизвестан механички еквивалент након претходног третмана — ломљења плоча.

Други елемент је примењени изравнавајући слој од цементне стабилизације минималне дебљине 12 cm.

Применљивост крутог слоја најмање дебљине 12 cm од цементне стабилизације као слоја за изравнање, чини вишеслојни систем конструкције и рационалним и недефинисаним у смислу њеног механичког понашања под оптерећење јер је променљивост његове дебљине, а и квалитета, сходно техничким условима и с обзиром на подлогу од поломљеног бетонског коловоза, могућа у свим правцима, те представља одређени конструктивни промашај са тешким могућим последицама у експлоатацији.

За појачање асфалтне коловозне конструкције примењена су решења која су дефинисана под истим опцијама, поступцима и стандардима који су објашњени за нову конструкцију, те имају све карактеристике (замор и трајне деформације) као што их има нова конструкција.

Решење конструкције на зауставној траци је са знатно мањом дебљином асфалта $d = 10$ cm постављеног на цементну стабилизацију.

Дозвољавамо себи да кажемо да је овај детаљ коловозне конструкције коректно инжењерско решење.

Ова конструкција је минимално оптерећена саобраћајем те је као таква и конструктивни елемент и на њој су се појавиле одређена оштећења у форми I рефлектујућих — попречних прслина на асфалтном застору, односно подужних прслина, рисова на месту контакта конструкције и возне зауставне траке.

Ове појаве нису последица лома од замора, јер на њима саобраћаја практично нема, те би се могло рећи да су можда пројектна решења и предимензионисана за функцију ових трака. Овакво решење, међутим, није имуно од појаве попречних прслина од термичког скупљања цементне стабилизације. Ове појаве су неминовне и у природи су материјала. У пројекту је можда требало указати на могућност њиховог појављивања, и то из два основна разлога:

— Цементом стабилизovan носећи слој квалитета дефинисаног у техничким условима предодређен је да прсне од термичког скупљања. Од интензитета прслина који зависи од више фактора у решењу цементне стабилизације (гранулација, влажност, врсте и садржаја цемента, режима неговања итд.), за који сам казао како су били дефинисани, ове прслине ће се рефлектовати или не на површини коловоза, пре или касније.

— Асфалтни застор дебљине 10 cm није у стању да неутралише веће прслине од стабилизације, поготову оних које су променљивих механичких чврстоћа, а које су, подсетимо се, биле дозвољене техничким условима. Ове прслине саме по себи нису структурни лом и можда је већ у оквиру пројекта на њих требало указати и прописати начин њиховог одржавања, што не представља посебан проблем.

Подужне прслине или рисови су искључиво конструктивне природе и не представљају механички лом већ су последица различитог понашања два сложена система конструкције, возне и зауставне траке на месту контакта. Могућа су била и другојачија пројектна решења овог конструктивног детаља која би искључила или умањила ове појаве.

ОСВРТ НА ГРАЂЕЊЕ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Да би се анализирао изграђена коловозна конструкција вршено је поређење битних испитиваних карактеристика сваког слоја са пројектним решењем, односно са захтевом за потребним квалитетом. Као подаци за утврђивање разлика између пројектованих и изведених квалитета сваког слоја коришћени су „Студија о стању и квалитету асфалтних слојева коловозних конструкција на ауто-путу кроз ужу територију СР Србије“ коју је радио Завод за саобраћајнице и геотехнику Грађевинског факултета у Београду и Извештај о „Испитивању стања коловозних конструкција и узрока насталих оштећења“ кога је урадио Институт за испитивање материјала СР Србије.

Поређењем ових резултата са захтевима по пројекту и техничким условима уочавају се разлике по појединим параметрима који карактеришу сваки слој конструкције.

У доказима који прате овај материјал, а који је, због краткоће времена тешко наводити, дате су разлике које су уочене у анализи референтног стања по деоницама за сваки поједини слој, а оне су углавном веома сличне.

Коментар о изведеном хабајућем слоју, који ћемо узети за пример, на основу свих спроведених анализа може се исказати сумарно на следећи начин:

— Дебљина изграђеног хабајућег слоја је променљива и креће се у екстремним случајевима, додуше веома ретким, од 2,8-7,3 cm. Може се ставити примедба да се пројектована крупнозрна мешавина 0, 16 mm врло тешко успешно уграђује у слој дебљине од 4 cm и можда се и ту налази неки од узрока оштећења. За разлику од онога што се обично мисли, боља уградљивост постиже се са повећањем дебљине слоја.

— Садржај битумена разликовао би се, опет у екстремним случајевима, од -1 до +0,33%, узимајући у обзир и дозвољену толеранцију. Међутим, како стоји научно прихваћен став да смањење процента битумена у асфалту утиче на повећање модула мешавине, наравно до неких граница, то је, уз примену минералне мешавине која има мањи проценат песка (што је такође утврђено контролним и допунским испитивањима) требало да повољније утиче на појаву пластичних деформација, нарочито на успонима на спој траци. Зашто се то није догодило остаје још увек непознато, али је вероватно да је деловање осталих фактора поништило овај позитивни утицај.

Заостале шупљине које су током контролних испитивања местимично биле веће и до 3,9% од максимално дозвољених, услед компримације под саобраћајем сем повремених одступања до 2%, свеле су се на дозвољену меру. Потсетимо да повећање процента шупљина утиче на смањење вредности модула асфалта за око 8-10%. Тип битумена утиче на повећање, односно смањење модула од 25 до 60% и с обзиром на налазе о промени типа битумена током времена требало би да имамо знатније повећање модула, односно повољнију ситуацију на тракама за спору вожњу и неповољнију на мирнијој нивелети ауто-пута. Вероватно је да је за употребљену врсту везива (Bit 60) у време грађења танак филм везива око минералних зрна био довољан, али за овако промењени битумен ти филмови нису више толико моћни, тако да је дошло до слабљења веза и појаве прслина коловозног застора, било површински или по целој изведеној дебљини. То се слаже са неким констатацијама добијеним из накнадних испитивања да се „прслине простиру одозго на доле“.

Сличне констатације би се могле извести и за све остале изграђене слојеве коловозне конструкције, али је најинтересантнија чињеница добијена овим анализама управо та да су евентуалне грешке приликом грађења утицале на квалитет изграђене конструкције мање него што су то дозвољавале широке границе техничких услова. Ово наравно не важи за екстремне случајеве, а о доказима за ову тврдњу можемо разговарати на неком од стручних састанака.

ОШТЕЋЕЊА

На основу наведених објективно сагледаних карактера и узрока насталих оштећења може се

закључити да су се, иако у раном веку експлоатације, на коловозној конструкцији појавила углавном два основна случаја оштећења:

Први је појава прслина, које се јављају у две основне форме. То су, пре свега, прслине, односно подужни рисови на асфалтном застору који се појављују повремено на претицајној, ређе на возној траци, као последица технологије рада и конструктивних недостатака финишера. Овај вид прслина не представља структурни лом већ је одраз технолошких ефеката.

Лаком санацијом ових површинских прслина, коловозна конструкција доводи се у првобитно исправно стање.

Затим, то су рефлектујуће прслине и подужне прслине које се појављују местимично, а последица су два основна узрока: попречне, ређе као последица технолошког прекида рада на изради слоја цементне стабилизације, а чешће од термичког скупљања цементне стабилизације у горњем носећем слоју на зауставним тракама. Оне такође не представљају структурни лом већ су уобичајена пратећа појава на овако решеним конструкцијама.

Подужне прслине које се уочавају посебно на спојевима зауставним и возних трака последица су конструктивног детаља у решењу споја два система коловозних конструкција. И ова врста оштећења санира се лаком површинском интервенцијом, чиме се коловозна површина доводи у иницијално стање функције и квалитета.

Треће су здружени ефекти површинских и структурних прслина које су карактеристичне за деоницу реконструисане траке од Сурчина до хотела „Национал“ и које су последица решења реконструкције бетонског „поломљеног“ коловоза са изравнавајућим слојем цементне стабилизације променљиве дебљине, као и технолошких ефеката на финишеру, у хабајућем слоју.

Четврту групу чине прслине запажене само у хабајућем слоју, које немају јасно објашњив разлог већ је тај разлог потребно потражити у промени квалитета битумена током времена (старење битумена, о чему је било речи). Рекло би се, да је појава ових прслина најмање истражена и самим тим најмање јасна, али да знатан утицај на њихову појаву имају недовољно прецизни захтеви одговарајућих југословенских стандарда за битумен, односно да су последица неадекватне контроле квалитета битумена на градилишту. Јер, очигледно је да је према важећим стандардима био примењен одговарајући битумен, да су сви резултати његовог испитивања били добри, али да је његово старење наступило далеко пре него што је нормално. Свакако да је неопходна допуна ових стандарда, а нарочито проширење испитивања параметара који заиста утичу на процес старења битумена. А и то је задатак нас путара, јер нико, што се можда не зна, не прави стандарде за нас. Ми их стварамо сами, те су и они последица нашег знања и схватања. Верујем да би инвеститори овако великих пројеката више него до сада морали бити заинтересовани за изградњу стандарда и онога што у њима пише јер једноставно ослањање на те стандарде, макар

какви да су, доводи до резултата којима смо сведоци.

Други основни и велики вид оштећења је пластично деформисање асфалтних слојева у форми мање или више изражених колотрага који се појављују првенствено на критичним потезима ауто-пута, односно на тракама за спору вожњу на успонима или падовима, као последица малих брзина тешких возила — често преоптерећених (и то не знамо колико) и дебелих неотпорних слојева асфалта. Због истих разлога колотрази су настали на свим наплатним рампама.

Очигледно је да су се пројектовани и грађени асфалтни слојеви коловозне конструкције са мањим или већим одступањима од техничких услова и стандарда у време пројектовања и грађења ауто-пута показали недовољно отпорним на пластичне деформације, што се, иако у мањој мери, наговештава и на осталим возним тракама са успоренијом вожњом на прилазима Београду, а пример је нова трака на деоници Сурчин — хотел „Национал“.

И, уместо закључка, рекао бих да коловозна конструкција ауто-пута како је пројектована и како је изграђена у потпуности одржава норму и стандарде пројектовања и грађења с почетка 70-тих година који су, како се данас види, били недовољно добри да у потпуности обезбеде квалитет, какав је неопходан једном оваквом објекту.

Међутим, постоји још један аспект експлоатације конструкције који се неповољно одражава на њено даље стање. То је одржавање. Јасно је из ове анализе да многа оштећења не представљају структурни лом конструкције и да њихова санација потпада под интервенције најлакшег вида одржавања. Штете које се проузрокују необављањем тог одржавања видљиве су сваког дана, а уколико се тако настави и даље, на коловозној конструкцији ауто-пута доћи ће, због безначајних разлога, до знатно већих оштећења, која неће служити на част нашој струци.

Одржавање ауто-пута*

АЛЕКСАНДАР ФОРЦАН, дипл. инж.

О проблему одржавања ауто-пута кроз Србију је врло тешко и незахвално расправљати из простог разлога што не постоји правилан однос и приступ организовању одржавања.

Од почетка, од замисли за грађење ауто-пута, није се размишљало како одржавати поједине његове деонице по пуштању у саобраћај.

При изради пројектне документације за грађење ауто-пута, требало је да се паралелно ураде и пројекти:

- база за одржавање ауто-пута, односно појединих његових деоница;
- организације рада на одржавању ауто-пута;
- опреме и одговарајућих средстава рада за одржавање ауто-пута;
- школовања кадрова и оспособљавања за одржавање савремене саобраћајнице и
- других послова одржавања.

Досадашње искуство на одржавању и експлоатацији ауто-пута показало је да он као специфичан објекат, није имао одговарајући третман и да је у том погледу делио судбину свих осталих магистралних путева.

Неадекватна организација, без изграђених база и одговарајуће опреме намењене искључиво ауто-путу и неприлагођена технологији рада нису могли да обезбеде благовремено и ефикасно одржавање и експлоатацију ауто-пута, нарочито у зимским условима, нити успешно управљање саобраћајем у ванредним ситуацијама. Догађаји у вези са застојем саобраћаја на ауто-путу почетком 1980. и у фебруару 1984. године, као и пропусти у вези са организацијом и наплатом путарине потврдили су све мањкавости постојеће организације одржавања и експлоатације.

Имајући у виду да је ауто-пут саобраћајница специфичне категорије, изграђен за велике брзине (где се услуге наплаћују од учесника у саобраћају) и да захтева максималну сигурност, а самим тим и посебан режим саобраћаја, делатност одржавања ауто-пута је веома специфична.

Из саме законске дефиниције ауто-пута и техничко-експлоатационих карактеристика са којима се ауто-пут издваја од осталих путева (магистралних и регионалних) произилазе и одговарајуће специфичности које га у односу на остале путеве, стављају у посебан положај. Опредељење да се на ауто-путу уведе и наплата путарине представља додатни захтев који подразумева виши ниво и квалитетнију услугу, као и сигурно и безбедно одвијање саобраћаја на њему.

Законом о путевима СР Србије уређено је да су јавни путеви добра у општој употреби. Управљање путевима као добрим у општој упо-

* Предвање одржано на скупштини Друштва за путеве Србије

треби и задовољења заједничких потреба и интереса у коришћењу, одржавању и заштити путева и усклађивање рада у овој области обавља Републичка самоуправни интересна заједница за путеве Београд.

Ауто-пут одржава Организација удруженог рада за одржавање ауто-пута у складу са Законом о путевима по уговору са Републичким СИЗ-ом за путеве Београд.

Међутим, одржавање ауто-пута треба третирати под посебним режимом и условима експлоатације, што Законом о путевима није регулисано.

Радна организација за одржавање и експлоатацију ауто-пута као и Републички СИЗ за путеве дужне су да се старају о стварању повољних услова за унапређење саобраћаја и за организовање саобраћајно-превентивног рада и за предузимање нужних мера за уредно одвијање саобраћаја и за спречавање саобраћајних незгода и других опасности на ауто-путу.

Основна делатност Радне организације за одржавање и експлоатацију ауто-пута је:

- одржавање ауто-пута;
- послови заштите ауто-пута;
- наплата путарине и
- остали послови и услуге.

ОДРЖАВАЊЕ АУТО-ПУТА

Пословима одржавања ауто-пута подразумевају се радови који обезбеђују нормално и безбедно одвијање саобраћаја у свим условима. Они обухватају:

- преглед ауто-пута;
- текуће одржавање и
- уклањање снега и поледице са површине коловоза.

Прегледи ауто-пута

Сврха прегледа је да се установи стање ауто-пута ради предузимања одговарајућих мера за отклањање насталих недостатака на површини коловоза и околини ауто-пута, а морају бити:

- редовни: обухватају преглед свих грађевинско-техничких елемената, саобраћајно-техничких и сигурносних елемената и телекомуникацијских уређаја, радио-веза и преглед непосредне околине;
- повремени: обављају се према приликама које условававају настали догађаји (временске непогоде, густина саобраћаја) и друге околности које утичу на несметано и безбедно одвијање саобраћаја;
- ванредни: обављају се по настанку непредвиђених догађаја, елементарних непогода и др. и
- специјализовани: обављају се редовно након одређеног периода, а обухватају прегледе већих објеката.

Текуће одржавање ауто-пута

Текуће одржавање ауто-пута обухвата радове ради обезбеђења и довођења у исправно стање и то:

— грађевинско-техничких елемената (обухватају радове: спречавања ерозије, одржавања зелених површина, санације клизишта, одржавање објеката за одвођење воде са површине коловоза и трупа ауто-пута, оправке коловоза и одржавање чистоће и др.);

— саобраћајно-техничких елемената (обухватају радове: одржавања и обнављања вертикалне и хоризонталне сигнализације; оправке и замене оштећених смероказа, километарских белега, одбојне оgrade; оправке, одржавање и обнављање направа и уређаја за благовремено обавештавање корисника о временским условима на ауто-путу, као што су магла, ветар, снежне падавине и др.);

— телекомуникацијских уређаја и радио-веза (обухватају послове контроле рада средстава и одржавање централе, подземних и надземних водова ТТ уређаја и др.).

Радови на чишћењу снега и спречавању поледице на коловозу

Радови у зимском периоду обухватају уклањање снега са површине коловоза и подузимање мера против стварања поледице на коловозу, као и друге послове ради нормалног и безбедног саобраћаја на ауто-путу.

Припремни радови за одржавање ауто-пута у зимском периоду треба да установе стање и исправност грађевинско-саобраћајних елемената и телекомуникацијских уређаја и радио-веза на ауто-путу пред наступајућу зимску сезону и да обезбеде:

- планове и програме радова одржавања ауто-пута у зимским условима;
- допунску сигнализацију и преглед направа и уређаја за обавештавање корисника;
- додатне уређаје и направе против стварања сметова и поледице на површини коловоза и објеката;

— утврде припремљеност објеката и трупа ауто-пута за одвођење воде у зимским условима.

Уклањање снега са саобраћајне површине ауто-пута подразумева да површина коловоза, зауставне траке, одморишта, паркиралишта, прилази путним објектима и знакови сигнализације и обавештења буду очишћени од снега и поледице. Радови које је потребно обавити су:

- чишћење снега са површине коловоза одбацивањем ван саобраћајне површине ауто-пута;
- постављање љеса (снегобрана) на местима где се стварају сметови;
- постављање ознака за обележавање ивица коловоза и истурених места прелаза на мостове и др.;
- посипање површине коловоза материјалом против поледице пре почетка падавина и
- посипање површине коловоза објеката — мостова и др. течним раствором соли из цистерни, под притиском, са аутоматским посипањем које се активира пре снижавања температуре до оне при којој долази до формирања поледице.

ЗАШТИТА АУТО-ПУТА

Под заштитом ауто-пута подразумевају се послови контроле саобраћаја који обезбеђују нормално и безбедно одвијање саобраћаја у свим условима експлоатације. То су:

- заштита коловоза од неодговарајућих возила (која прекорачују дозвољену тежину, осовинско оптерећење или са наплатцима од гусеница);

- контрола ванредног превоза терета;

- заштита привременог или сталног заузимања саобраћајне површине и тупа пута за радове који нису у вези са одржавањем или реконструкцијом;

- спречавање изградње објеката у заштитном појасу ауто-пута;

- брига о стању проходности, спречавању прекида саобраћаја и о ванредним догађајима.

ПРАТЕЋЕ ДЕЛАТНОСТИ

Послови пратећих делатности обављају се повремено, да би се добили показатељи о стварању повољних услова за одвијање саобраћаја и за организовање саобраћајно-превентивног рада ради предузимања одговарајућих захвата и послова.

Бројање саобраћаја

Бројањем саобраћаја добијају се показатељи неопходни:

- за праћење и планирање саобраћаја и њихових токова,

- за праћење и понашање стања коловозне конструкције и потреба њеног ојачања или обнове.

Информисање корисника

Циљ информисања на ауто-путу је да се учесник у саобраћају благовремено обавести о стању и проходности пута и о елементима који утичу на безбедност у вожњи, а односе се на:

- стање саобраћаја,
- елемене ауто-пута,
- стање коловозне конструкције,
- стање опреме на ауто-путу и сл.

Мерење осовинског оптерећења

Мерењем осовинског оптерећења добијају се подаци о учесталости и негативним последицама на носивост коловозне конструкције од возила чија су осовинска оптерећења већа од дозвољених.

Испитивање коловозне конструкције

Испитивањем коловозне конструкције оцењује се њено стање и осетљивост на спољне утицаје и уједначеност квалитета појединих деоница у зависности од годишњих доба и временских услова; користе се:

- испитивања носивости коловозне конструкције мерењем дефлексија;

- испитивања равности и храпавости површине коловоза;

- испитивање дубине дејства мраза у коловозној конструкцији и температурних промена.

Ова испитивања треба да се обављају редовно у току експлоатације ауто-пута, како би се на основу њих одредила динамика одржавања коловозне површине, обим и врста радова, као што је показано у табели.

Табела I — Испитивања коловозне конструкције

Шта се испитује Када (година експлоатације)	Носивост (мерењем дефлексије)	Храпавост	Равност
2 (1)	+	+	+
2 + 4	+	+	+
2 + 6	—	+	—
2 + 8	+	+	+
2 + 10	—	+	—
2 + 12	+	+	+

ОРГАНИЗАЦИЈА РАДА

По организационом и функционалном значају делови РО за одржавање и експлоатацију ауто-пута су производни, опремљени су и способни да самостално обављају послове одржавања и наплате путарине на ауто-путу и организовани су да самостално прате резултате пословања.

По карактеру и технологији рада на одржавању и експлоатацији ауто-пута РО се организује по пословима које обавља у:

- делу за одржавање ауто-пута и
- делу за наплату путарине.

Унутар ових делова РО формирају се и ниже форме организационих јединица по деоницама (путним базама) ауто-пута и по струкама делатности:

- део РО за одржавање ауто-пута, организује се у техничком процесу рада да постоји на одржавању обавља из база лоцираних дуж ауто-пута;

- део РО за наплату путарине, организује се тако да у технолошком процесу рада наплату путарине обавља на наплатним местима која су лоцирана на прилазима ауто-пута и да их обједињује у организационом и технолошком процесу рада.

БАЗЕ ЗА ОДРЖАВАЊЕ АУТО-ПУТА

Ауто-пут је јединствена техничко-експлоатациона целина, која се на целој дужини мора посматрати јединствено. Тако је и намена база јединствена, а зависи само од локације на којој је изграђена.

У склопу осталих потреба и служби које пружају услуге кориснику (пумпне станице, мотели, паркиралишта и сл.) морају да постоје и базе — центри за одржавање ауто-пута.

Функције које се обављају из база су:

- одржавање ауто-пута, грађевинско-техничких елемената, саобраћајно-техничких елемената, телекомуникацијских уређаја и радио веза,

- контрола саобраћаја,
- служба информисања, обавештења и
- служба наплате путарине.

Делатност ових служби је оријентисана само на подручје ауто-пута.

Подручје опслуживања базе

Да би одржавање и експлоатација ауто-пута били економични, благовремени и ефикасни, ауто-пут се мора поделити у више деоница са сопственим базама — центрима за техничко одржавање.

Дужина ових деоница мора бити оптимална ради економичнијег, благовременог и ефикасног пружања услуга корисницима и отклањања узрока који су проузроковали догађаје на ауто-путу и зависи од локалитета базе и могућности прикључка на ауто-пут, затим услова терена кроз који пролази ауто-пут и др.

На основу свих разматрања, услова и искустава других који одржавају ауто-путеве, код нас и у свету, најоптималније су дужине деоница од 45 до 60 km, при чему оваква база има ефикасно подручје опслуживања у оба правца.

При одређивању положаја базе за одржавање ауто-пута потребно је, поред основне поделе подручја, узети у обзир и друге критерије, као:

- веза базе са ауто-путом,
- повезаност са осталом путном мрежом,
- локалитет и конфигурација терена,
- близина насељеног места и др.

Распоред база и избор подручја опслуживања с обзиром на број извршилаца и број средстава мора бити оптималан за одржавање ауто-пута у летњем и зимском периоду, као и за несметано и сигурно одвијање саобраћаја.

Према простирању ауто-пута од границе САП Војводине према Нишу, а у склопу будуће мреже ауто-путева, као и изградњом саобраћајнице око ширег централног подручја града Београда, треба локације база за одржавање ауто-пута посматрати у вези са будућом изградњом тих саобраћајница тако да се оне уклопе и имају своју функцију и у перспективи.

Према тим сагледавањима, положај база за одржавање ауто-пута би био:

1. База „Бубањ Поток“ која би опслуживала деоницу ауто-пута од ком 556 + 088 до km 684 + 822, укупне дужине 128,734 km

Ова база због свог специфичног положаја према саобраћајницама града Београда има и помоћне пунктове за одржавање ауто-пута, и то:

- а) Пункт код хотела „Национал“, за део од km 556 + 088 (добановци) до km 585 + 215 (петља „Ласта“), укупне дужине 29,129 km

- б) База „Бубањ Поток“, за део од km 585 + 215 (петља „Ласта“) до km 630 + 904 (петља „Водањ“) укупне дужине 45,689 km

- в) Пункт „Раља“, за део од km 630 + 904 (петља „Водањ“) до km 684 + 822 (петља „Марковац“) укупне дужине 53,918 km

2. База „Баточина“ која би опслуживала ауто-пут од km 684 + 822 (петља „Марковац“) до 753 + 600 (петља „Појате“) укупне дужине 68,778 km

3. База „Трупале“ која би опслуживала ауто-пут од km 753 + 600 до km 812 + 000 са јужним обиласком ауто-пута око Ниша и источни крак према Софији, укупне дужине 78,162 km

Ова база због свог специфичног положаја и раскрснице два међународна пута према истоку и југу, имала би пунктове, и то:

- а) Пункт „Појате“ за део од km 753 + 600 (петља „Појате“) до km 789 + 783 (петља „Алексинач“) укупне дужине 36,183 km

- б) База „Трупале“ за део од km 789 + 783 (петља „Алексинач“) до km 812 + 000 (раскрсница „Трупале“) укупне дужине 22,217 km
- као и:
- јужни обилазак Ниша 6,173 km
 - источни обилазак Ниша 14,589 km

Из све три наведене базе одржавало би се укупно:

- ауто-пута дужине 255,912 km
- обилазак око Ниша 20,762 km

Све базе би биле лоциране поред већ изграђених петљи тако да имају везу са обе траке коловоза ауто-пута, као и са осталом путном мрежом која гравитира ка ауто-путу (слика 1).

Базе за одржавање према намени, односно функцији коју обављају за одржавање и експлоатацију ауто-пута, морале би у свом саставу имати и објекте који обезбеђују одређене функције:

- управну зграду;
- ремонтну радионицу са гаражом (обавља више функција а састоји се од објеката по делатностима, као ремонтна радионица са помоћним радионицама, гаражом и настрешницом за средства рада и за прикључна оруђа);
- пумпну станицу за снабдевање горивом возила и машина за потребе одржавања ауто-пута са пумпама са аутоматским бројачем потрошње горива за свако средство рада;
- складишни простор са настрешницама и уређеним отвореним складишним простором;
- објекте енергетике;
- објекте техничке инфраструктуре.

Величина објеката, складишних и манипулативних површина одредиће се за сваку базу појединачно.

Опрема за одржавање ауто-пута

Да би се кориснику обезбедила квалитетна услуга у смислу безбедног, брзог и удобног одвијања саобраћаја при свим саобраћајним и временским условима, потребно је да се обезбеди одговарајући број средстава рада — како по броју и намени тако и да иста по својим техничким карактеристикама одговарају потребама савременог и ефикасног одржавања.

При избору средстава рада треба настојати да основне машине буду универзалне, тако да изменом прикључних оруђа могу обављати више операција одржавања у летњим и зимским условима.

Базе морају бити опремљене комплетном опремом за одржавање ауто-пута у свим фазама одржавања и за све потребне операције и послове као:

— возилима, снага мотора 270 до 400 KW, за радове на чишћењу снега и посипања пољедице;

— мањим полутуртним возилима снаге мотора 40 до 95 KW за обављање надзора, осигурање места несрећних случајева, за вучу приколица и сл.;

— прикључним оруђима за основне машине;
а) прикључци за чишћење снега, једностранни снежни плугови ширине 3,5 до 4,5 m,

б) бочни одбацивачи снега,

в) прикључне машине за посипање соли, силосни аутоматски посипачи од 6 m³ до 8 m³ запремине;

г) прикључни уређаји за основну машину: „Unimog“, Schmidt ротациона четка за прање одбојне оgrade и смероказа, чистилице за чишћење површине коловоза, косилице, сврдла и сл.;

— остала неопходна средства рада за нормално функционисање одржавања ауто-пута: потребна аутодизалица, нисконосеће приколице, машина за обележавање хоризонталне сигнализације, покретна гарнитура за побијање стубова и монтажу одбојне оgrade, аутоцистерне за воду са великим притиском за испирање канала и дренажа, гарнитуре сигналних знакова за обезбеђење и обележавање хаварија и сл.;

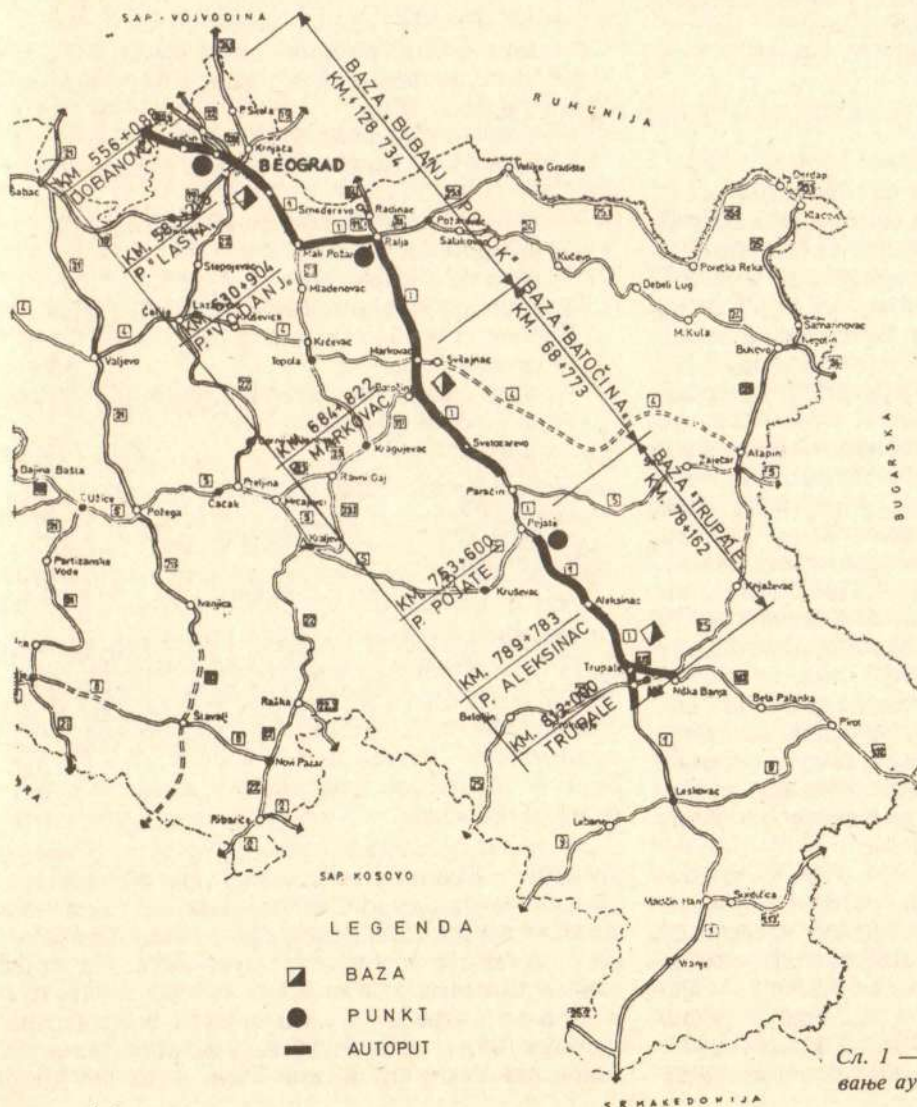
— опрему за радионицу са свим потребним алатима.

У технологији рада и организованости на одржавању ауто-пута остале су и пренесене навике са одржавања магистралних путева што једна савремена саобраћајница као ауто-пут не трпи.

РО за одржавање и експлоатацију ауто-пута је препуштена сама себи, формирана без материјалне и стручне помоћи инвеститора. Базе за одржавање нису изграђене приликом изградње ауто-пута, а није откупљено ни земљиште за базе благовремено приликом експропријације земљишта за трасу ауто-пута.

Ауто-пут се одржава из провизорних објеката, застарелим и неодговарајућим средствима рада, са ледине.

Све околности су негативно утицале на формирање и организовање ауто-пута где је без кривике тих људи створен „хронични болесник“. Што је још најгоре, у ближој будућности се не види могућност излечења или брзог решења проблема савременог одржавања ауто-пута и спречавања његовог убрзаног пропадања.



Сл. 1 — Распоред база и пунктова за одржавање ауто-пута на делу од Сурчина до Ниша

Проблематика која се јављала у току пројектовања ауто-пута Београд — Ниш

МОМЧИЛО КРСТАЈИЋ, дипл. инж.

Опитањима која третира ова тема до сада је расправљано више пута, и то: на X конгресу СДПЈ у Аранђеловцу, на три годишње скупштине Друштва за путеве Србије (на Копаонику, у Београду и Доњем Милановцу), а било је организовано и посебно саветовање о изградњи ауто-пута у Пожаревцу 1978. године. О овој проблематици објављено је и више чланака у часописима „Пут и саобраћај“, „Цесте и мостови“, и у другој стручној литератури. Имајући ово у виду излагање ће обухватити само она питања која су настала у међувремену или нису била разматрана на наведеним скуповима, без претензија да се да решење проблема већ искључиво са циљем да се они означе и у каснијим стручним расправама пронађу права решења како се у будуће, не би правили слични попусти.

ОПШТИ ПОДАЦИ

Инвестиционо-техничка документација за савремени ауто-пут почела је да се ради још 1968/69. године, изразом Генералног пројекта и Саобраћајно-економске студије оправданости изградње ауто-пута Београд — Ниш. Ову студију је израдио Институт за путеве из Београда. Ревизију и усвајање студије извршио је, у октобру 1971. године, стручни савет „Србијапута“, тадашњег носиоца инвестиције.

По усвајању Генералног пројекта приступило се изради идејних пројеката, и то по деоницама. Године 1972. и 1973. израђени су идејни пројекти за следеће деонице: Добановци — хотел „Национал“, дужине 18 km; Београд — Баточина, дужине 109 km; Трупале — Комрен — Просек (тзв. источни обилазак Ниша), дужине 14,5 km и Трупале — КП дом (јужни обилазак Ниша) дужине 7,5 km. У 1977. и 1978. години урађен је идејни пројект за деоницу Баточина — Трупале, дужине 117 km.

После усвајања идејних пројеката почела је израда главних пројеката, извршење геотехничких истражних радова, израда елабората експропријације путног земљишта и других пратећих објеката.

Главни пројекти су, такође, рађени по деоницама, и то прво за оне саобраћајно најопетереније. Од 1973. до 1975. године урађени су главни пројекти за деонице: Добановци — хотел „Национал“ 18 km; петља код „Ласте“ — Баточина, дужине 10 km као и источни и јужни обиласци Ниша, дужине 14,5 и 7,5 km. Од 1977. до 1980. године завршени су сви главни пројекти

и за деоницу Баточина — Трупале, дужине 117 km, с тим што су за деоницу Појате — Делиград, преко превоја „Мечка, дужине 22 km били завршени још јула 1978. године.

Идејне и главне пројекте трасе ауто-пута, пројекте мостова и путних прелаза, као и елабората експропријације, радио је Институт за путеве ООУР Завод за пројектовање „Траса“. Геотехничке истражне радове за трасу ауто-пута и клизишта, као и пројект коловозне конструкције извршио је Институт за испитивање материјала СР Србије — Сектор за геотехнику и коловозе. Део геотехничких истражних радова за мостове извршио је Институт за путеве ООУР за истраживање и испитивање. Пројекте саобраћајне сигнализације и опреме израдио је Институт за путеве ООУР Завод за студије и економику саобраћаја. Пројекте пратећих објеката и друге опреме израдио је Економски биро из Београда. Све пројекте за измештање електропровода, осветљење петљи и наплатних капија израдио је „Косовопроект“ ООУР „Далеководи“. Главни пројект за деоницу кроз Београд, од Прешернове улице до петље „Ласта“, дужине 4,4 km израдио је РО „Косовопроект“ ООУР за саобраћајнице.

Ауто-пут је пројектован са следећим елементима:

- рачунска брзина 120 km/час,
- мин. радијус хоризонталних кривина 750 m',
- тах попречни нагиб коловоза у кривини 6%, а у правцу 2%,
- ширина коловоза $2 \times 2 \times 3,75 \text{ m}' = 15 \text{ m}'$,
- трака за заустављање возила у квару $2 \times 2,5 = 5 \text{ m}'$,

— ивичне траке $2 \times 2 \times 0,50 \text{ m}' = 2 \text{ m}'$,

— банкине $2 \times 1,0 \text{ m}' = 2 \text{ m}'$,

— разделни зелени појас 4 m,

Укупна ширина планума ауто-пута је 28 m.

Елементи коловозне конструкције:

— основни слој	26 cm,
— слој цементне стабилизације	20 cm,
— слојеви битуменизираног шљунка 2×7	14 cm
— везни слој од асфалтног бетона	6 cm
— хабајући слој од асфалтног бетона	4 cm
Укупно:	70 cm

Идејни и главни пројекти ауто-пута урађени су уз сталну контролу и сугестије стручне комисије инвеститора („Србијапут“), а касније Републичког СИЗ-а за путеве, коју су сачињавали најеминентнији стручњаци из ове области у СР Србији — професори факултета и познати стручњаци из привреде.

У погледу вођења трасе ауто-пута основни приступ је био да нови коловоз прати стари пут „Братство-јединство“, с тим што је постојећи коловоз проширен и надограђен, сходно савременим захтевима за елементе ауто-пута. На појединим потезима и деоницама, где постојећи пут није имао потребне елементе, исти је напуштан а пројектована су и израђена у целини два нова коловоза. Такви су потези били: у долини реке

Раље код Параћина; код Ражња преко „Мечке“ и код Алексинца. На изради пројектне документације за нови ауто-пут радио је и сарађивао велики број стручњака који су радили и пројектну документацију за стари пут „Братство-јединство“, тако да је то раније искуство много користило приликом решавања одређених тежих проблема и дилема.

За израду пројекта коришћени су геостражни радови извршени раније када је рађен пројекат за постојећи пут, као и подаци и елементи који су добијени приликом накнадних испитивања извршених за нови коловоз и објекте, те подаци добијени испитивањем у току грађења, тако да је ово пут за који су, до сада, извршени најобимнији геостражни радови.

Приликом израде генералног, идејних и главних пројеката, на појединим деоницама трасе пута наилазило се на посебне проблеме како техничке тако и административне који су се односили на издавање разних сагласности друштвено-политичке заједнице кроз чију територију пролази траса ауто-пута, као и од стране водопривредних организација, јер је ауто-пут на више места био у колизiji са воденим токовима.

Проблеми техничке природе јавили су се у току пројектовања и грађења ауто-пута али и после, у току експлоатације. У току пројектовања јавиле су се дилеме куда водити трасу на појединим потезима и деоницама и како решити одређени технички проблем при појави слабоносивих материјала, подземних вода или речних токова. Та места су добро позната стручној јавности и то су: клизиште код „Југопетрола“ на излазу из Београда, Мокролушки превод (Бубањ поток), деоница долином реке Раље, багрдански и бујмирски теснац; превод „Мечка“ код Ражња, као појаве извесног броја клизишта насталих у току грађења.

КЛИЗИШТЕ КОД „ЈУГОПЕТРОЛА“

На постојећем путу код „Југопетрола“, на самом излазу из Београда, постојало је прилично велико клизиште које је захватило пут на дужини око 130 m. Овде је приликом израде идејног пројекта ауто-пута постојала дилема — да ли санирати клизиште и нови коловоз положити по терену или клизиште премостити бетонским објектом. Преовладало је ово друго решење иако је било скупље, па је на том делу ауто-пута изграђен на објектима, што је било, по моме мишљењу једино и исправно.

МОКРОЛУШКИ ПРЕВОД

Проблем код мокролушког превоја, такође на излазу из Београда, састојао се из дилема: да ли ићи отвореном трасом са уздужним нагибима 6% и 7%, или тунелом дужине око 250 m. Као што је познато, изграђена је отворена траса због тога што су лоши геолошки услови повлачили одређени ризик у погледу стабилности тунела, а ова тунелска варијанта је била и доста скуп-

ља. Ово опредељење за отворену трасу данас ствара проблеме у зимском периоду, а ту се појавило и једно клизиште (у виду оцепљења дела тупа пута у насипу), а и трошкови експлоатације за теретни саобраћај су доста велики. Посматрано из данашњег угла сагледавања проблема чини ми се да је у овом случају учињена прилична погрешка што није усвојена тунелска варијанта јер би било мање проблема у експлоатацији ауто-пута.

АУТО-ПУТ У ДОЛИНИ РЕКЕ РАЉЕ

Проблеми у долини реке Раље јавили су се као последица геолошки неповољног и јако нестабилног терена, па је дилем била да ли потпуно напустити ову деоницу и тражити нови путни коридор или трасу положити преко таквог терена тако што би се највећа и најопаснија места где се јављају клизишта обишла, а на одређеним местима извршила и замена подтла доброносивим материјалом уз санацију мањих клизишта. Усвојена је ова друга варијанта и ауто-пут изграђен уз постојећи пут, с тим што је на дужини од око 3 km траса померена. Мислимо да је и ово опредељење, као оно код „Југопетрола“, било исправно и добро у односу на усвојено решење код мокролушког превоја, где би било боље да се ишло тунелском варијантом.

БАГРДАНСКИ И БУЈМИРСКИ ТЕСНАЦ

Ова два проблема посматраћемо заједно пошто су врло слична по настајању и по принципијелним решењима.

Багрдански теснац је представљао посебан проблем за инвеститора и за пројектанта. Ту је постојећи пут положен између железничке пруге и реке Мораве, на дужини око 1.300 m, па је био проблем куда провући и где поставити нови коловоз ауто-пута. Разматрано је више варијантних решења али је прихваћено решење по коме је извршено померање целог корита реке Мораве за 100 до 200 m, на дужини 1.500 km, док је ауто-пут зграђен у старом кориту уз коловоз постојећег пута. Мислим да је и ово решење било исправно, што потврђује и данашњи изглед тог дела ауто-пута. Поред ових дилема око избора најповољнијег решења, проблем је био у избору материјала за израду тупа новог коловоза ауто-пута у старом кориту реке Мораве. Да ли од шљунковито-песковитог материјала добивеног ископом новог корита, уз облагање косина одговарајућим материјалима и засадом разног растиња (уз уштеде друштву и путној привреди око 150.000.000 динара, или насип радити од каменог набачаја, који би се често довозио са удаљености и преко 100 km, али без икаквог ризика за грађење. У току изградње тупа ауто-пута од материјала из новог речног корита постојао је ризик да река Морава надође пре завршетка радова и однесе уграђени незаштитени материјал (чиме би се довело у питање време завршетка радова и нанела велика материјална штета). Но и поред свег ризика пројектанти и инвеститор су се одлучили

за прву варијанту коју је детаљно разрадио инж. Миодраг Дедић, који је истовремено радио и пројект измештања корита реке Мораве. Разрађена је посебна технологија грађења и дата одређена условна динамика по којој треба градити. Међутим, извођач радова (ГП „Партизански пут“ је из неких разлога каснио са одређеним радовима тако да се није на време отпочело са радовима на насыпању тупа ауто-пута. Зашло се у кишни јесењи период тако да је сада још више постојала опасност од повећања нивоа реке Мораве, но више није било времена за одступање тако да се наставило са грађењем од материјала из новог корита (ауто-пут је изграђен од тог материјала и данас представља складну целину и даје импресивну слику великог инжењерско-техничког подухвата и решења).

Мислим да се и у овом случају није погрешило иако је извођач радова, заједно са Институтом „Јарослав Черни“, створио у време извођења радова јавну полемику, где су преко средстава јавног информисања напали пројектанте и инвеститора о слабом и нестручно урађеном пројекту, баченим средствима итд, чиме су непотребно узнемирили јавност, а у стручним круговима изазвали дилеме и размирице.

Да смо били у праву потврђује данашњи изглед тог дела ауто-пута иако је зимус и пролетос река Морава имала један од највећих нивоа водостаја у последњим годинама.

Сличне дилеме које су се јавиле у Багрдану, јавиле су се и у бујмирском теснацу, где је такође разматрано више могућих варијантних решења провлачења трасе ауто-пута. На крају је одлучено, као и у Багрдану, да се измести корито реке Јужне Мораве, а да се нова трака ауто-пута изгради у старом речном кориту уз постојећи труп пута, такође од материјала из новог речног корита. Овде није било других проблема, као у Багрдану, јер је извођач ГП „Аутопут“ на време и квалитетно обавио све радове.

ДЕОНИЦА ПОЈАТЕ — ДЕЛИГРАД

На деоници Појате — Делиград (преко превоја „Мечка“) проблем је био куда водити нову траку ауто-пута. Још израдом генералног пројекта одбачена је концепција претварања постојећег пута у ауто-пут због лоших хоризонталних и вертикалних елемената трасе и лошег стања коловозне конструкције, као и због лоших зимских услова, па је требало пронаћи нови, најповољнији и економски оправдан, правац. Генералним пројектом задржан је основни коридор пружања трасе преко превоја „Мечка“ али је идејним пројектом требало испитати више варијантних решења, док се не дође до тражене варијанте по којој ће се изградити ауто-пут. Усвојена је варијанта скоро паралелно са постојећим путем померена само западно за 100 до 200 m иако је било бољих решења али у оном тренутку доста скупљих.

Проблеми који су се јавили на овој деоници, у току грађења, а и касније у току експлоатације и

у зимским условима, наводе на мисао да је ипак ауто-пут требало градити према варијанти са објектима, која је одбачена само због велике цене коштања радова у оно време (1978. године).

Проблеми техничке природе јавили су се у току грађења (за инвеститора, пројектанте и извођаче радова) на деоницама: у долини реке Раље; Појате — Делиград и код Бобовишта где се појавио непредвиђено велики број клизишта иако су били извршени врло детаљни и исцрпни геостражни радови. Они геолошки проблеми који су уочени у току испитивања и израде пројекта решени су одмах при изради главних пројеката. Међутим, у току грађења, по извршењу комплетних земљаних радова (иако су нагиби косина били од 1:2 до 1:3) дошло је у току прве зиме до „течења“ земљаног материјала из косина, усека и засека на коловоз, па чак и тамо где су били урађени и потпорни обложни зидови, тако да се морало накнадно интервенисати. По мом мишљењу до овог је дошло из два разлога. Прво, што се и поред обимних и детаљних геостражних радова није могла испитати свака стопа терена и доћи до тачног стања о саставу земљишта да би се у току израде пројекта нашла и одговарајућа решења. С обзиром да је на тим деоницама, од места до места, различит састав земљишта, како у вертикалним слојевима тако и подужно, то је на оним најслабијим местима, кад је земљани материјал доашо у додир са водом, дошло до исклизнућа. Други разлог, што је после дугих сушних периода и слабих зима 1978/79. године наступила врло јака и дуга зима са доста падавина па је дошло до презасићења земљишта влагом, чиме је повећана тежина и поремећене унутрашње везне силе па је дошло до „течења“ те масе на ону страну где је отпор био најмањи.

Сва ова клизишта су врло успешно санирана одмах у пролеће и лето 1979. године осим оног на „Мечки“ код Ражња, које је остало незавршено, иако је постојао пројекат за санацију. Оно се, после дуге и јаке зиме 1983/84. године поново активирало па је дошло до оцепљења тупа ауто-пута.

Сва ова клизишта, или боље рећи „течења“ косина усека и засека, санирана су ублажењем нагиба косина или системом дренажних роштиља и потпорно-обложних зидова.

Оштећења ауто-пута, односно клизишта или слегања тупа ауто-пута која су се јавила после изградње и у току експлоатације, највероватнија су последица убрзаног пројектовања и грађења, неблаговременог сагледавања проблема и појаве подземних вода, као и лоше датих карактеристика и носивости подтла јер су се, углавном, сва клизишта јавила на исти начин — слегања или оцепљења тупа ауто-пута услед стишљивости подтла или због његове слабе носивости, односно због неприхватања целокупних подземних вода — а манифестовале су се по правилу само после дугих зима богатих падавинама. Та слаба места, рачунајући из правца Београда ка Нишу су: мокролушки превој; Бегаљичко брдо (са обе

стрaне падине); незавршено клизиште на „Мечки“ код Ражња и клизиште „Бобовиште“.

КЛИЗИШТЕ НА МОКРОЛУШКОМ БРДУ

Ово клизиште први пут се јавило 4 године по пуштању те деонице у саобраћај, а манифестовало се услед великог расквашења подтла услед појаве великих подземних вода. Такво водом презасићено подтло је „исцурело“ и за собом повукло труп ауто-пута у насипу, на дужини од око 30 до 50 m, на ширини зауставне траке на најдубљем месту. Ова деоница је завршавана под врло неповољним временским условима па су земљани и асфалтни радови обављани по киши и снегу, дању и ноћу, да би се деоница предала на употребу за 29. новембар 1977. године. Вероватно је услед брзине грађења постојећи дренажни систем старог пута зарушен и неконтролисано затрпан, тако да долази до скупљања и задржавања подземних вода у подтлу услед чега се оно расквашава.

После појаве клизишта приступило се детаљнијим геоистражним радовима и изради пројекта санације. Прво санирање извршено је системом хоризонталних дренажа, по методи Института за испитивање материјала СР Србије — системом дубинских дренажних ровова за пресецање, прихватање и одвод подземних вода које су се ту јавиле. Санацију је извело ГП „Аутопут“ 1981/82. године. Међутим, после дуге зиме са обилним падавинама поново је, крајем 1983. године, дошло до појаве клизишта на истом месту и са идентичним манифестацијама. Узроци овог новог клизања су за сада непознати. Извршена су нова испитивања и ради се пројекат санације.

КЛИЗИШТЕ НА БЕГАЉИЧКОМ БРДУ

Овде се јављају клизања обе падине брда. На падини према Београду, скоро у самом подножју, дошло је до слегања и пуцања трупа ауто-пута у оба коловоза и појаве прслина у коловозном застору, углавном услед слабе носивости подтла. И за ово клизиште урађени су одмах пројекти санације и оно је успешно санирано.

На падини брда (коловоз према Нишу) на којој је изграђен леп паркинг простор, дошло је до површинског кретања тла, али исто се није одронило на труп ауто-пута. На овом месту нису предузете још никакве мере санације, али се оно стално прати и осматра.

КЛИЗИШТЕ НА „МЕЧКИ“ КОД РАЖЊА

О овом клизишту већ је све речено, а овде ћу напоменути само то да је постојао пројект санације, да се његовој реализацији приступило тек сада и да ће и оно бити успешно санирано и то врло брзо.

Клизиште „Бобовиште“ је посебне природе. Ту је траса ауто-пута положена уз падину брда, а косина засека је урађена у врло благом нагибу.

Међутим, и поред тога у току зиме 1983/84. године, је услед велике влажности, дошло до покретања земљане масе и „гужвања“ дела коловозне конструкције на зауставној траци. И на овом потезу интервенисало се у току грађења. Међутим, и поред тога је, услед велике влажности, зимом дошло до покретања земљане масе и оштећења дела коловозне конструкције на зауставној траци. Међутим, изгледа да тада није сагледан у довољној мери обим клизишта па је касније дошло до клизања већих размера. Извршена су накнадна испитивања и ради се пројект детаљне санације.

На крају овог коментара о оштећењима на ауто-путу морам рећи да је појава свих ових клизишта која су се јавила после изградње, нарочито после ове дуге и тешке зиме, изазвала у јавности, и у стручним круговима одређене сумње у пројект и у квалитет изведених радова. Овоме је нарочито много допринело нестручно коментарисање разних недовољно информисаних новинара, као и разне расправе и злонамерне изјаве нестручних људи са којима су средства јавног информисања добро манипулисала, жељна сензација, тако да се створила непотребна фама да, малте не, цео ауто-пут пропада и да су улудо бачена велика друштвена средства. На другој страни, на прузи Београд — Бар, такође једном од највећих објеката ове врсте код нас и у Европи, и данас после вишегодишње употребе и консолидације терена и предузетих обимних заштитних мера јављају се, често, клизања и и одрони земљишта, заустављају се возови и обуставља саобраћај, па нико од тога не прави буку нити сматра да је та пруга несолидно грађена и да је није требало градити иако су у њену изградњу уложена далеко већа средства него у ауто-пут. Ово не износим да би се сада дигла галама и око пруге него само као илустрацију како се два иста проблема и објекта посматрају различито, уз другогачији приступ разрешењу проблема. На једној страни се све ради у миру и постепено, а код нас све мора да се удари на сва звона и дигне много прашине.

ПРОБЛЕМИ АДМИНИСТРАТИВНЕ ПРИРОДЕ

Проблеми административне природе, који су се јавили у току израде пројектне документације манифестовали су се преко разних нелогичности и немогућности условљавања при давању сагласности на пројект и на одређена решења. Ово се нарочито односи на водопривреду, која је, изгледа, изградњом ауто-пута покушала да реши одређене своје проблеме а да ништа не уложи, иако је од зајма добила иста средства као и ауто-пут. Ово се наравно односило на давање сагласности за варијанте ауто-пута код Алексинца, где је тражена регулација око 15 km реке Јужне Мораве, а код услова хидраулике за објекте, па чак и оне на старом постојећем путу, услови су били такви да је требало да се руше сви постојећи објекти у трупу постојећег коловоза, а о дужинама уређења обала и регулације и да не говоримо. Исто

тако и поједине скупштине општина своје сагласности су условљавале решењем неких њихових комуналних проблема које су желели да пребаце на ауто-пут. Но, на крају је све разрешено на најбољи могући начин, једино је било успорено завршавање пројекта и његове благовремене реализације. Вероватно да није било тих захтева и дугог времена које је утрошено за њихово решење данас би смо имали комплетно завршен ауто-пут до Ниша.

Питање деонице ауто-пута код Параћина посебан је проблем. Ту је главни пројект био урађен 1980. године за „западну варијанту“ за коју су дати урбанистичко-технички услови и добијена сагласност скупштине општине.

Међутим, 1982. године, када су започете припреме за грађење, група грађана из Месне заједнице села Стрижа ставила је приговор Скупштини СР Србије на правац трасе, наводно да се заузима велико пољопривредно земљиште, што у ствари није тачно, јер се узима свега 12 хектара више него по „источној варијанти“ куда они предлажу да се изгради ауто-пут. Пошто постоје главни пројекти и за „источну“ и „западну варијанту“ треба Скупштина општине Параћин да донесе одлуку по којој ће се варијанти изградити ауто-пут.

ЗАКЉУЧАК

На крају, резиме свега напред изнетог би био да су пројекти ауто-пута и изведени радови на изграђеним деоницама извршени у свему према важећим прописима, и то доста квалитетно и брзо јер уочена местимична оштећења нису ни таква а ни у тој мери да би се могла дати нека друга оцена. Све је то у просеку грешака за ову врсту објекта, а и занемарљиво ако се узму у обзир врсте и стање терена кроз које пролази, квалитет коришћених (нарочито цемента и битумена), време за које је обављено грађење и изграђена документација, количина радова од изграђених или у изградњи 210 km ауто-пута.

Водопривредни проблеми пролаза другог коловоза ауто-пута кроз Багрдански и Бујмирски теснац и прелаз јужног крака преко реке Нишаве

МИОДРАГ ДЕДИЋ, дипл. инж.

УВОД

Траса ауто-пута (други коловоз) Београд — Ниш на целој дужини је пресекала више мањих водотока и реке Велику Мораву и Нишаву. Поред потребе њиховог прелаза, на појединим потезима требало је ускладити трасе водотока и ауто-пута да би се омогућила несметана изградња.

То се, углавном, односи на грађење другог коловоза ауто-пута, паралелно раније изграђеном делу који је заузео раније слободан простор између високог терена и реке, уз делимично залажење и у сам речни ток.

Изузетак у томе је премошћавање реке Нишаве на јужном краку ауто-пута. То су деонице:

— Багрдански теснац, на реци Великој Морави,

— Алексиначки Бујмир, на реци Јужној Морави,

— Трупале — Ново Село, на реци Нишави.

За пролазак ауто-пута свака од поменутих деоница има своје специфичности. Оне су проистекле из потреба било да се омогући грађење коловоза ауто-пута, било да се он заштити од разорног дејства воде и поплава, или да се избегне израда више мостова преко водотока на врло малом растојању.

Свака деоница је у хидротехничком погледу имала другачије проблеме па су и за претходно одобрене водопривредне услове тражена одговарајућа решења. Углавном се може рећи да је тражено у првом реду, да се обезбеде услови да се на том делу може да изгради такав објект, затим да се његовом изградњом не погоршавају услови за отицање воде и других пратећих материја (нанос, лед и др.) и да буду заштићени од разарања воде и поплава. Из таквих захтева је сагледана и потребна дужина речног тока за решавање.

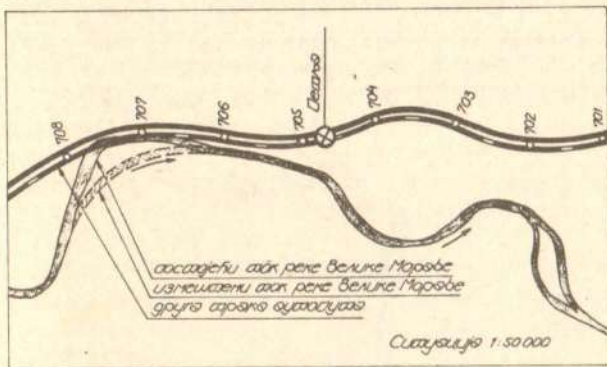
Поред истакнутих водопривредних проблема на појединим деоницама је обезбеђиван и материјал за грађење доњег строја пута из ископа за кинете нових токова — деоница реке.

Ради илустрације, за сваку од појединих деоница се дају одговарајући захтеви, сагледани проблеми и шта се где решавало.

БАГРДАНСКИ ТЕСНАЦ НА РЕЦИ ВЕЛИКОЈ МОРАВИ

Провођењем другог коловоза ауто-пута левом обалом реке Велике Мораве, залазило се у активни ток реке на око $\frac{1}{3}$, и то матице тока. Дужина залажења износи око 1.200 метара.

Да би то могло да се оствари требало је проширити реку да би се обезбедио активни ток, а труп пута градити у оваквом току уз потребу врло великих количина камена.



Сл. 1 — Регулација Велике Мораве у Багрданском теснацу за потребе изградње друге траке ауто-пута Београд — Ниш

Друго решење је да се помери речни ток на десној обали и по његовом измештању и активирању да се гради нови коловоз ауто-пута кроз напуштени речни ток.

У претходним водопривредним условима је наглашено да се регулација реке на овом потезу треба да изврши са полупречником будућег пловног пута.

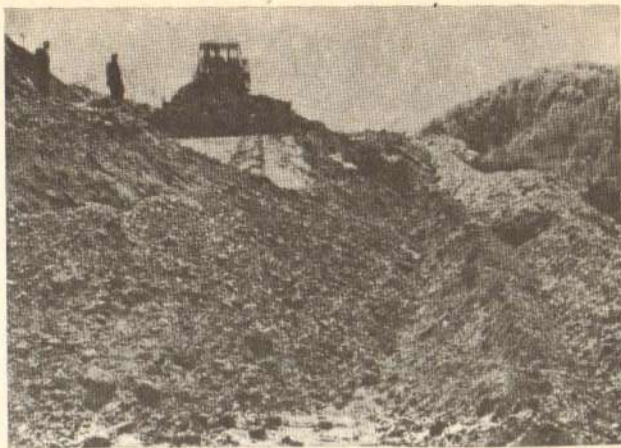
Према урађеном идејном решењу доказано је да се тражени услови најбоље обезбеђују померањем тока реке на десној обали и формирањем новог тока на дужини од око 1.300 m. То решење је усвојено на скупу заинтересованих органа и организација, а на основу тог закључка приступило се изради Главног пројекта и реализацији објекта.

Пројектом је предвиђен ископ око 250.000 m³ материјала за ново речно корито и уграђивање 45.000 m³ камена у грађевине за обезбеђење речног тока. Динамика градње је била предвиђена у три грађевинске сезоне: две сезоне за ископ новог корита и скретање реке са разрадом да би се у трећој години обезбедили услови за грађење друге траке ауто-пута.

У пројекту је наглашено, на основу извршеног претходног испитивања, да се материјал из ископа за ново речно корито може искористити за грађење трупца ауто-пута. Количина таквог материјала је 250.000 до 1.000.000 m³.

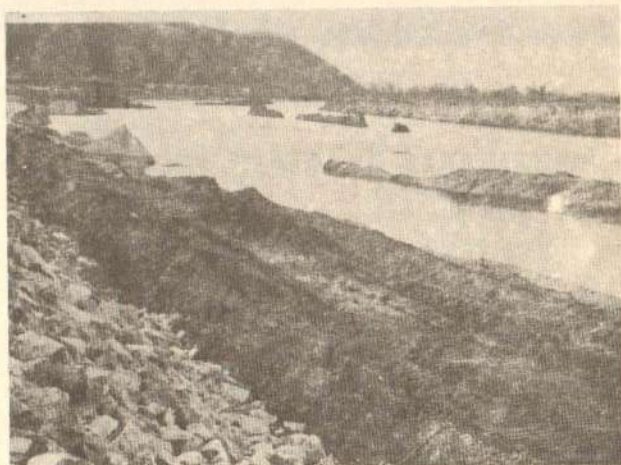
Радови су изведени за две грађевинске сезоне. У том времену је скренута вода у нови измештени ток, са потребним проширењем — природним путем и коришћењем материјала (шљунка) за изградњу трупца пута кроз напуштени речни ток.

Приликом извођења радова, због отежаних услова транспорта, за довоз камена односно одвоз ископаног материјала, извођач радова је тра-



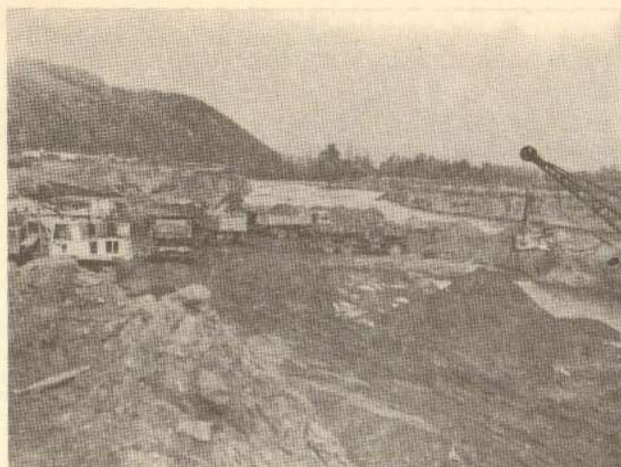
Сл. 2 — Уградња првих кубика у шрун ауто-пушта на делу напуштеног корита

жио све могуће начине да промени уговорену технологију грађења доказујући да материјал из ископа речног тока не може да се користи у предвиђене сврхе, и сходно томе предложио ново решење, тражећи за исто ослонац у средствима јавног информисања, а не у стварним условима. Непоштовање уговорених рокова је тражило од инвеститора посебно ангажовање службе надзора, лабораторије и пројектанта да се са радовима извођеним у зимском и пролећном периоду посао успешно приведе крају и омогући коришћење новоизграђеног дела ауто-пута у пролеће 1983. године.

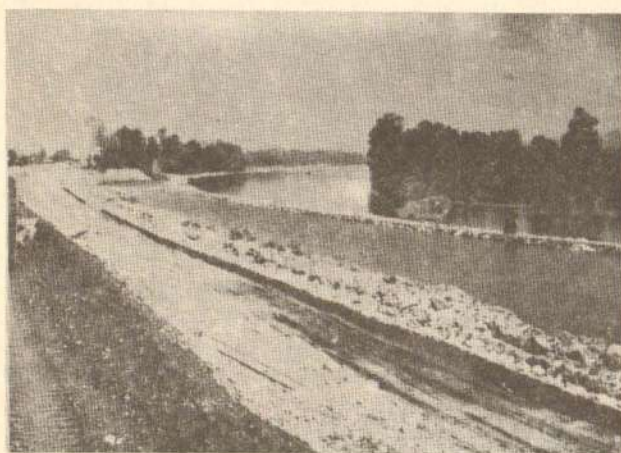


Сл. 3 — Ново реулисано корито у разради

Као закључак на основу оваквог рада произилази да се за ову врсту радова извођачи морају максимално ангажовати, да морају поштовати уговорену динамику радова и поставке пројекта, да морају сарађивати са кооперантима у прековременом уговарању радова, а у организовање радова уносе максимум искуства, стручности и жеље за сарадњу са свим учесницима на објекту и да максимално користе расположиве материјале за грађење трупца пута, као што су то били материјали из ископа за ново речно корито реке Велике Мораве од могућих 1.000.000 m³.



Сл. 4 — Коришћење материјала из нове речној коритице Велике Мораве за грађење шрупа пута кроз воду



Сл. 5 — Регулисано коритице Велике Мораве и положај групе шраке ауто-пута

АЛЕКСИНАЧКИ БУЈМИР НА РЕЦИ ЈУЖНОЈ МОРАВИ

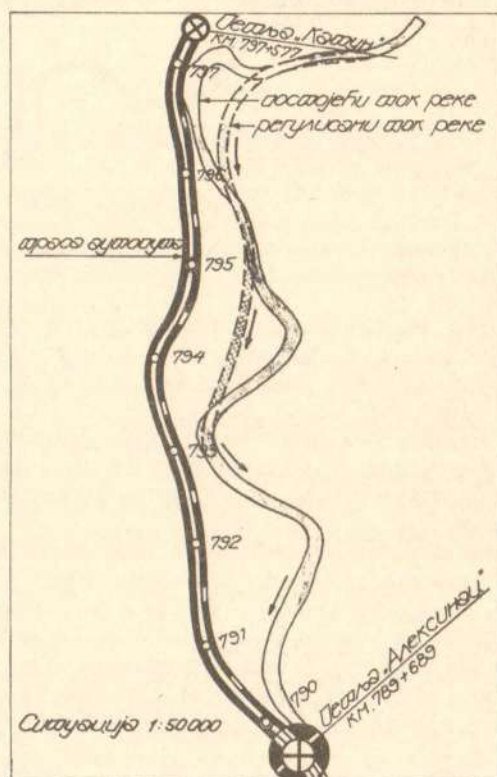
Поред садашњег пута I реда, предвиђен је и други коловоз ауто-пута који код Бујмирских зидова залази у активно корито Јужне Мораве на дужини од око 1 km.

Стари цариградски пут је ову деоницу такође заобилазио тако што је ишао вишим тереном, залазећи у села и речне долине на вишој коти. Када је грађен први коловоз пута I реда као део будућег ауто-пута, исти је проведен долином тако што је зашао у ток Јужне Мораве, а пут је од ње одвојен потпорним зидовима и локалном регулацијом реке.

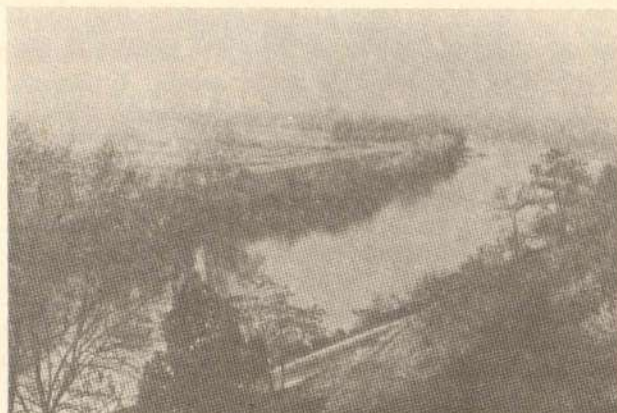
Одбрана од великих вода је постигнута тако што је кота новог пута подигнута изнад коте великих вода

Други коловоз ауто-пута залази свом ширином и дужином у активни речни ток, што је захтевало регулацију реке и заштиту ауто-пута од великих вода. Ради тога је тражено решење да се заобиђе ова деоница тако да се коловози украсе и да десни коловоз пређе мостом преко левог, затим да ову деоницу прође високим тереном (изнад постојећег) да би се после тога поново

мостом вратио на своју страну и даље задржао свој положај према Нишу. Река Јужна Морава је на овом потезу нерегулисана, ток је нестабилан, са сталним променама тако да је готово сваке године другачија слика. То се нарочито огледа у томе што се део тока формиран у облику петље продубљивао и усмеравао реку ка ауто-путу и плодном земљишту. Да би се постигла трајна заштита овог потеза од даљег разарања пута и пољопривредног земљишта водопривредни услови су тражили да се река разматра и регулише на већој деоници. Разматрана је деоница од око 6 km нерегулисаног тока, и то од изведене регулације код Алексинца km 47+000 па до узводне стабилне деонице km 51+000.



Сл. 6 — Регулација Јужне Мораве код А. Бујмира за потребе групе шраке ауто-пута



Сл. 7 — Река Јужна Морава у Бујмирском шеснацу пре изградње групе шраке ауто-пута

И овде је постигнут споразум са водопривредним организацијама да се цео потез уради од пројекта до извођења радова под „кључ“. Пројект је обухватио долину речног тока регулисаног корита од km 46 + 670 до km 50 + 800, а предвиђене су регулација реке и израда два просека и насип на левој обали ради затварања простора према Житковцу од великих вода.

Са извођењем планираних радова се започело 1982. године. Обављани су стално, да би се у 1983. години скренула река и омогућило грађење другог коловоза ауто-пута.

По пројекту је нови речни ток Јужне Мораве, од ауто-пута код Бујмирских зидова померен и удаљен за око 800 до 1.000 m, и на тај начин је трајно заштићен ауто-пут на овом потезу од вода Јужне Мораве.

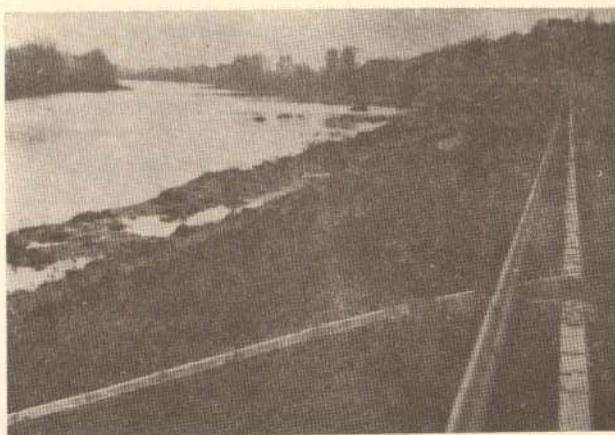
Из ископа ново регулисаног корита коришћен је делимично материјал за грађење доњег строја ауто-пута.

Ширина новопроектваног речног корита у дну је износила 104 m, док је удаљеност насипа минор корита око 70 m. Дубина речног корита је око 5 m, а мајор корита око 7 m.

Ови послови су успешно приведени крају за две године, што је омогућило несметану изградњу другог коловоза пута, континуирано, без њеног насилног ломљења и залажења у високи терен.



Сл 8 — Израђена друга шрака у Бујмирском шеснацу — После скретања Јужне Мораве



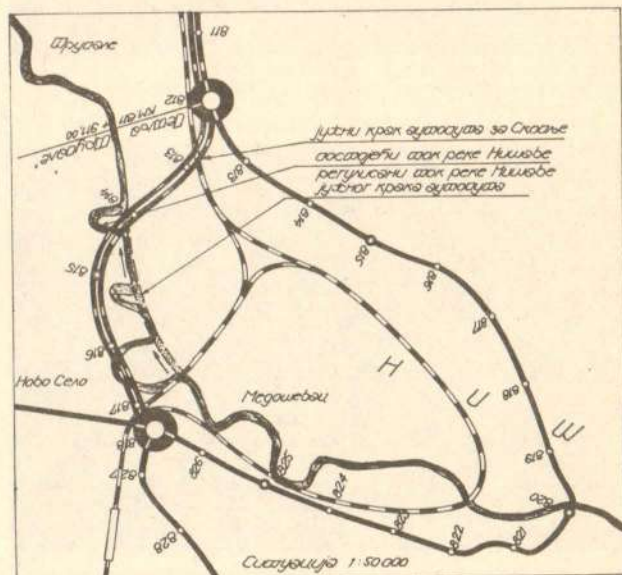
Сл. 9 — Друга шрака ауто-пута у Бујмирском шеснацу

Овде се истиче потреба за сарадњом водопривреде и путне привреде како у погледу усклађивања радова тако и на постизању трајних вредности у заштити ауто-пута од поплава и разарања и заштити леве обале од поплава, насеља и пољопривредног земљишта израдом одбрамбеног насипа. Неусклађеност у динамици радова извођача радова на труп ауто-пута и на регулацији реке утицала је на мало искоришћење ископаног материјала из новог речног корита за грађење тупа пута што се могло бољом организацијом постићи. Наиме, ископ за речни ток треба увек да буде позајмиште материјала за грађење доњег строја пута.

ТРУПАЛЕ — НОВО СЕЛО НА РЕЦИ НИШАВИ

Крак ауто-пута према Скопљу и Ђевђелији одваја се испред Ниша, код села Трупала, прелазећи на том делу и реку Нишаву.

Дужина ове деонице је 6,47 km (уместо досадашњег пролаза кроз Ниш чија је дужина 15,40 km — са укрштањем у нивоу, са улицама и са железничком пругом).



Сл. 10 — Регулација реке Нишаве низводно од Ниша за ширење обиласка јужног крака ауто-пута Београд — Ниш — Скопље — Ђевђелија

Река Нишава на делу прелаза јужног крака ауто-пута рече кроз широку равницу Нишаве и Јужне Мораве. На месту прелаза долине река има изражене две велике кривине у облику петље. Да би ауто-пут могао да прође исту требало је постојећи ток реке три пута премостити. Да би се то избегло извршена је регулација реке чиме се број прелаза смањено са три на један мост.

Дужина нерегулисаног речног тока је 5,64 km, а регулисаног 2,93 km, тј. скраћен је 2,71 km или скоро за 1/2 дужине нерегулисаног корита. Траса регулисаног корита је у ствари представљала две врсте радова и то: ископ новог речног корита у дужини од око 900 m и осигурање обала и израда регулационих радова у постојећем току који

се односе на осигурање обала, формирање новог корита, уз израду нових речних грађевина (преграде, паралелне грађевине, траверзе и сл.), као и посебна врста радова на изради одбрамбених насипа са обе стране река ради заштите насеља, саобраћајница и пољопривредног земљишта од поплава.

Ширина речног тока у дну је 60 m, са дубином око 4 m, и нагибом косина 1:2. На растојању од 10 m од обала минор корита је ножица заштитног насипа. Ширина насипа је 3 m, са нагибом косина 1:2.



Сл. 11 — Река Нишава код села Појовица пре реулаације



Сл. 12 — Просек на реци Нишави код села Појовица у току израде

Због хитности грађења јужног крака ауто-пута профил новог корита је копан у пуној ширини, а материјал из ископа је коришћен за израду одбрамбених насипа и за грађење доњег строја трупа пута на овој деоници. На објекту су нашли интерес за удруживање инвестиција Републички СИЗ за путеве Београд, Регионални СИЗ водопривреде Ниш и Скупштина општине Ниш.

Динамичким планом било је предвиђено да се паралелно са ископом новог речног корита користи ископани материјал за грађење доњег строја трупа јужног крака ауто-пута. То се до краја није испоштовало, тако да данас нису још сви радови у потпуности завршени. Наиме, материјал из ископа је био влажнији од захтеваног, па се није могао уграђивати у труп ауто-пута. За његову градњу, уместо материјала из ископа

за нови речни ток, коришћена су друга позајмишта па је неколико десетина хиљада кубика материјала остало по обалама реке неповезано у изграђени насип. Укупни ископ који је могао да се користи за труп пута је око 230.000 m³

Јужни крак ауто-пута је у експлоатацији више година, што је био основни циљ ове регулације, а радови су углавном извођени 1958. и 1960. године. На овом објекту је исказан општи интерес више могућих интересената за његову реализацију: путне привреде, водопривреде и СО Ниш. Свако од учесника је исказао своју заинтересованост и толико уложио у ту реализацију, тако да се данас, захваљујући удруживању располаже са око 3 km више регулисаног речног тока са насипима, уз два мања изграђена моста и низ других благодети које су постигнуте од побољшаних услова за отицање вода и заштита од поплава до обезбеђења услова за грађење нових саобраћајница и заштите материјалних добара и насеља од ђуди реке и разорног дејства воде.



Сл. 13 — Израда реулационих грађевина и насипа код села Појовица на реци Нишави

Уз сваку описану деоницу је дата и прегледна ситуација рада могућности сагледавања исказане проблематике, као и неколико фотографија из времена извођења радова.

Ради илустрације проблематике, за сваку деоницу се дају и карактеристични хидролошки подаци:

Табела 1 — карактеристични хидролошки подаци

Водомерна станица	Багрдански теснац (Багрдан)	Бујмир - Алексицац	Трупале - Ново Село - Ниш
Површина слива km ²	33446	14284	3947
Q_{sr} m ³ /sek	234	100	33,3
Q_0 m ³ /sek	1480	753	
Q_{10} m ³ /sek	2380	1306	
Q_{50} m ³ /sek	3120	1792	835
Q_{100} m ³ /sek	3450	1998	1300
Q_{1000} m ³ /sek	4420	2766	1641

Напомена: Q_{sr} — средњи годишњи проток
 $Q_0, Q_{10}, Q_{50}, Q_{100}, Q_{1000}$ — велика вода која се јавља сваке године, односно један пут у 10, 50, 100 или 1000 година.

На основу изнета три примера успостављене сарадње путне привреде и водопривреде, може се извући више закључака о потреби сарадње и остварењу исте.

Оно што је до данас видно је потреба за сарадњом, било заједничким инвестирањем и решењима, било да се ти радови изводе од стране специјализованих организација.

Пример регулације реке Нишаве је посебно илустративан јер је окупио више инвеститора и решен је значајан проблем регулације реке низводно и код села Поповца. Да се није остварило ово заједништво, сваки од инвеститора посебно не би имао свој интерес. Успех би био и већи да су сви поштовали договоре и радове обавили на време.

То важи и за друга два примера, иако је њих изградила путна привреда, према претходно добијеним условима. И на овај начин је обезбеђено оптимално решење за пролаз саобраћајнице — другог коловоза ауто-пута на рационалан начин.

Потреба да се у нове саобраћајнице уграде велике количине шљунковито-песковитог па и другог материјала за доњи строј може да подстакне решавање и других деоница за регулисање река, као што је то долина Јужне Мораве, Нишаве и др. Удруживањем би се омогућило планско искоришћавање шљунковито-песковитог материјала, спречила неорганизована експлоатација шљунка и других материјала. Исто тако, при пролазу саобраћајнице неком долином треба да се води рачуна и о будућим плановима водопривреде, усклађивањем положаја трасе са будућим објектом. Примера остварене сарадње има, требало би да их је још више и она треба да се остварује дугорочно.

Као посебан проблем истичемо да се морају поштовати договори од стране извођача радова са инвеститором и уговорени рокови како би се остваривале планиране вредности и решења, а не да се стално нуде нова решења којим се уноси више нереда.

Одређивање затезно-еластичних параметара стабилизованог материјала

БРАУНОВИЋ ПРЕДРАГ, дипл. инж.

УВОД

Основа рационалног пројектовања коловозних конструкција чини одређивање механичких својстава укључених материјала, односно релевантних еластичних параметара за структурну анализу и верификацију састава и димензије истих.

При одређивању затезно-еластичних својстава стабилованих материјала, посебно оних који су обрађени хидрауличким везивима, због релативно ниских механичких својстава, погодне су за методе индиректног опита на затезање. Теоријске основе индиректног опита на затезање изложене су у часопису „ПУТ И САОБРАЋАЈ“⁽¹⁾, са изведеним једначинама за напонско стање при лому — цепању узорка. Савремена инструментарија за извођење ових опита комплетирана је у оквиру истраживања комплексно стабилованог материјала у Институту за путеве, Београд⁽²⁾.

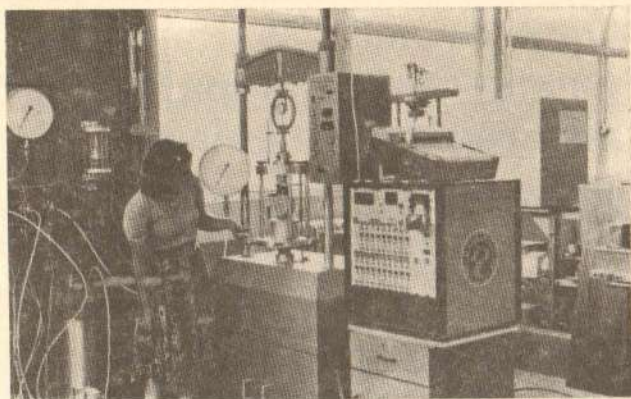
СПЕЦИФИЧНА ИНСТРУМЕНТАРИЈА У ФАЗИ ЕКСПЕРИМЕНТА

При избору кључног инструмента за одређивање затезно-еластичних својстава комплексно стабилованог материјала (KSM) опредељење на ОПИТ ИНДИРЕКТНОГ ЗАТЕЗАЊА је због низа установљених погодности⁽³⁾. Како је у питању ванстандардни метод (JYC), било је неопходно да се реши и конструише ПРОТОТИП МЕРНОГ ИНСТРУМЕНТА директно уклопљивог у постојећи систем електронског триаксијалног апарата. Исти је требало опремити одговарајућим писачем за регистровање тока развоја напона, хоризонталне и вертикалне деформације.

ПРОТОТИП МЕРНОГ ИНСТРУМЕНТА IZ-IP '81.

Главни елеменат за мерење развоја деформација од затезања у узорку комплексно стабиловане мешавине (KSM) конструисан је у склопу електронског триаксијалног апарата капацитета 100 kN, широког спектра подешавања брзине оптерећивања (од 50-0,0005 mm/min) и вишеканалног електронског амплифајера, са припадајућим ћелијама и калибрираним прстеновима за различите нивое еластичног деформисања (сл. 1).

Мерни инструмент за индиректно затезање IZ-IP '81 конструисан је 1981. године у Институту за путеве ради испитивања стабилованих материјала⁽¹⁾ на индиректно затезање — модификације а на теоријским основама које је верификовао аутор.



Сл. 1 — Изглед адаптираној триаксијалној апарату WF-100 kN са прикљученим мерним инструментом IZ-IP81

При конструисању прототипа пошло се од следећих захтева:

- да се мерни инструмент уклопи на постојећу адаптирану триаксијалну хелију у саставу компресионе машине WF-100 kN;
- да инструмент има електрични мерни сензор са аналогним излазним сигналом од мин 0,2 V;
- да је излаз прилагођен за X-Y-Y прикључени писач.

Конструкција прототипа IZ-IP '81

На слици 2 приказана је шематски вертикална (а) и хоризонтална (б) диспозиција мерног инструмента за испитивање цилиндричног узорка (U) на индиректно затезање. Стандардне димензије лабораторијског узорка су пречника $\varnothing 10$ cm и висине, $h = 5$ cm.

На постољу (1) триаксијалне хелије центрично је постављена доња належна папучица (2) изнад које је, у вертикалној оси пречника узорка (U) горња папучица (3). Належна ширина папуча је 12,7 mm. Папуче су заобљене радијусом од 50 mm, чиме се знатно смањују притисни напони расподелом оптерећења преко папуча, а такође мењају и хоризонтални напони дуж вертикалног пречника од затезања до притиска у близини полова оптерећења (2, 3). Горња папучица је преко полуге (17), мерног прстена (18) и полуге (20) спојена за пресу — односно силу P, која преко папучице (3) притиска узорак (U). У мерном прстену (18) уграђен је електрични индуктивни давач (19) који је са горње стране учвршћен за прстен, а пипак (19.1) притиска доњи део прстена. Индуктивни давач је преко електричног вода спојен за електронски регистратор, односно писач-рекордер X-Y-Y'.

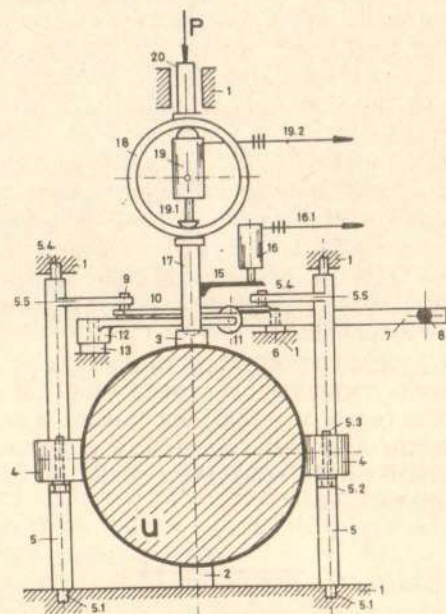
За мерење вертикалне деформације (Z-оса) уграђен је индуктивни давач (16). Електрични вод (16.1) спаја се на електронски показивач величине деформације, односно писач X-Y-Y'.

За мерење хоризонталне деформације услед индиректног затезања, мерни инструмент IZ-IP 81 има два ваљка (4) који притиском (мала сила) налажу по хоризонталном пречнику узорка (U) на средини висине узорка.

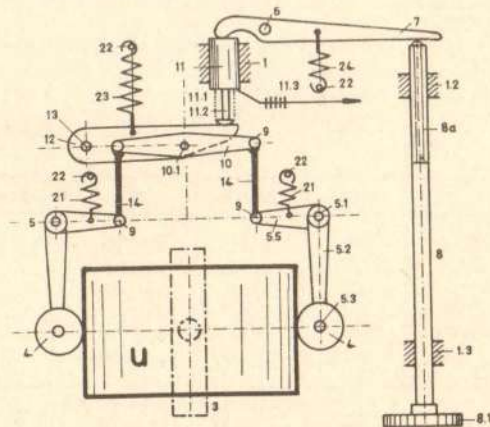
Преносним системом (сл. 2б) и балансирајућим механизмом (5, 5.3, 5.5, 9, 14, 10, 12, 13) наспрам слободног краја крака-ваге (10), постављен је индуктивни давач (11). Његов пипак (11.2) притиска на крај полуге (12) а има повратну полу (11.1) која извлачи пипак из давача (11) и тело давача притиска на полу (7). Поред врло осетљиве трансмисије (11.1,6) приказане на слици 2б, инструмент има и један завртањ (8) који служи за подешавање нуле, са још једним микрометарским завртњем за фино дотеривање (8.1). Повратне опруге (21, 22, 23) су окачене једним крајем за клинове (22) учвршћене за тело (1) а другим крајем за полуге (7, 12 и 5.5) и служе за отклањање (поништавање) мртвог хода целог система. Сви покретни спојеви су ради смањења трења у кугличним лажејевима.

Остале техничке карактеристике мерног инструмента:

- Опсег мерења вертикалне деформације... 5 mm
- Тачност мерења вертикалне деформације 1 mm



а-Вертикална диспозиција-изглед и пресек



б-Хоризонтална диспозиција-изглед и пресек

Сл. 2 — Шематски приказ мерног инструмента IZ-IP81

- Опсег мерења хоризонталне деформације (линеарни део)..... 1 mm
- Највећа могућност мерења (укључивши линеарни и нелинеарни део)..... 6 mm
- Осетљивост (тачност) у линеарном опсегу мерења хоризонталне деформације..... 1 mm
- Тачност (по ЈУС-у Л.Гл. 020, 2.74,4).... 2,5%

Писач SBEL X-Y-Y' recorder M—1500

За симултано регистровање мерених хоризонталним и вертикалним деформацијама и оптерећујуће силе P узорка (U) изложеног индиректном затезању, обезбеђен је 2-перни X-Y-Y' полиграф Модел 1500—72 DG. То је један од најсавременијих врста вишенаменоског писача. Поред основне функције, опремљен је механизмом за померање хартије (тако X-оса постаје временска оса па се регистровања могу вршити континуално на 20-метарској хартији у ролни). Такође поседује и временски скенер за бележење података на појединачним листовима хартије. Има систем држања хартије на принципу електростатичког пријањања.

Ток опита на индиректно затезање

Поступак испитивања затезних својстава стабилизираних материјала методом индиректног опита на затезање на пробним цилиндричним телима спроводи се посебном лабораторијском опремом, односно извршењем самог опита:

1. Припрема пробних узорка за опит индиректног затезања

а) Након неговања у влажној комори узорци се у прописаним терминима после (14-28-60-90 дана) одлажу на просушивање у просторији са собном температуром $Z(T = 20^\circ \text{C})$ током 24 до 72 часа.

б) Непосредно пред опит индиректног затезања измери се пречник и висина пробних тела (mm).

в) Обележавање узорка за вертикално центрирање на мерном инструменту IZ-IP 81.

г) Центрирање узорка на доњу ослањајућу заобљену траку.

д) Калибрирање уређаја за наношење вертикалне силе оптерећења (P), хоризонталне (E_x), вертикалне деформације (E_y), у односу на писач SBEL X-Y-Y'.

2. Извршење опита индиректног затезања

а) Довести горњу оптерећујућу заобљену траку до лаког контакта — предоптерећења (100 N).

б) Оптеретити узорак при константној брзини оптерећивања (30 mm/min) до лома.

в) Симултано графичко регистровање развоја хоризонталне и вертикалне деформације од примењеног оптерећења — силе (P) на милиметарској траци или листу писачу X-Y-Y'.

На слици 4 графички су приказани резултати индиректног опита на затезање.

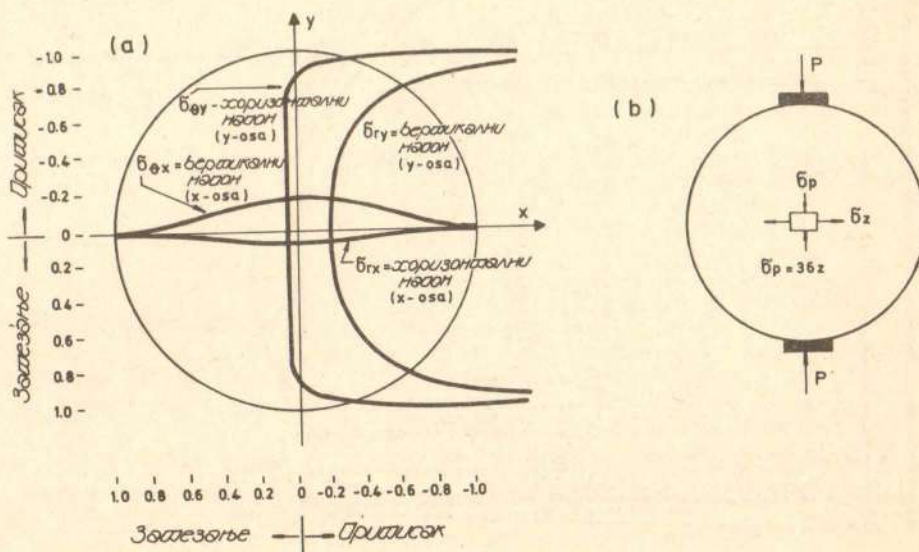
Графикон писача X-Y-Y' (сл. 4) у калибрираној размери директно обезбеђује регистроване податке за силу (P), хоризонталну (E_x), вертикалну (E_y) деформацију, односно:

- * Криву развоја силе (P)
- * Криву развоја хоризонталне деформације (E_x)
- * Криву развоја вертикалне деформације (E_y)

ПРОЦЕНА ЗАТЕЗНИХ СВОЈСТАВА МАТЕРИЈАЛА

Теоријска објашњења и једначине које омогућују прорачун затезне чврстоће, затезне деформације, модула еластичности и Поасоновог коефицијента, објавили су аутори Hadley-Hudson-Kennedy³ и Anagnos — Kennedy⁴. Интеграција ових једначина обавља се одговарајућим компјутерским програмом. У општем случају користи се програм MODLAS 11S при статичком односно MODLAS 11F при поновљеном оптерећењу за одређивање својстава на замор.

Поменути параметри се срачунавају по следећим једначинама, а односе се на биаксијално



Сл. 3 — Релативна расподела напона дуж главних осовина а) и елемената који репрезентују биаксијално стање напона код индиректног опита на затезање б)

стање напона, и конфигурацију оптерећења преко преносне закривљене папучице. Притом, у центру узорка, вертикални притисни напон је приближно три пута већи од хоризонталног затезног напона (sl. 3).

Затезна чврстоћа,

Максимални затезни напон управан на примењено оптерећење у центру узорка ($r=0$) може се исказати у облику:

$$\sigma_z = \frac{2 P_{\max}}{\pi a h} (\sin 2\alpha - \frac{a}{2R}) \tag{1}$$

при чему је:
 $P_{\max}$ = оптерећење при првој инфлексионој тачки криве: оптерећење — хоризонтална деформација (sl. 4)
 a = ширина оптерећујуће траке
 $h(t)$ = висина узорка (цилиндра)
 α = Угао у радијанима под једном половином ширине оптерећујуће траке

Поасонов коефицијент, ν

$$\nu = \frac{[\int_{-r}^{+r} \sigma_{ry} + R \int_{-r}^{+r} \sigma_{rx}]}{[R \int_{-r}^{+r} \sigma_{\theta x} + \int_{-r}^{+r} \sigma_{\theta y}]} \tag{2}$$

при чему је:

$$\int_{-r}^{+r} \sigma_{ry} \text{ и } \int_{-r}^{+r} \sigma_{rx} = \text{интеграли радијалних напона у правцу } y, \text{ односно } x;$$

$$\int_{-r}^{+r} \sigma_{\theta x} \text{ и } \int_{-r}^{+r} \sigma_{\theta y} = \text{интеграли радијалних напона у правцу } x, \text{ односно } y; \text{ и}$$

$\frac{R}{X}$ = линија најмањих квадрата — најбоље апроксимације вертикалне деформације (y) и коресподентне хоризонталне деформације (x) до $P_{\max}$ (прва тачка лома)

Модул еластичности, E

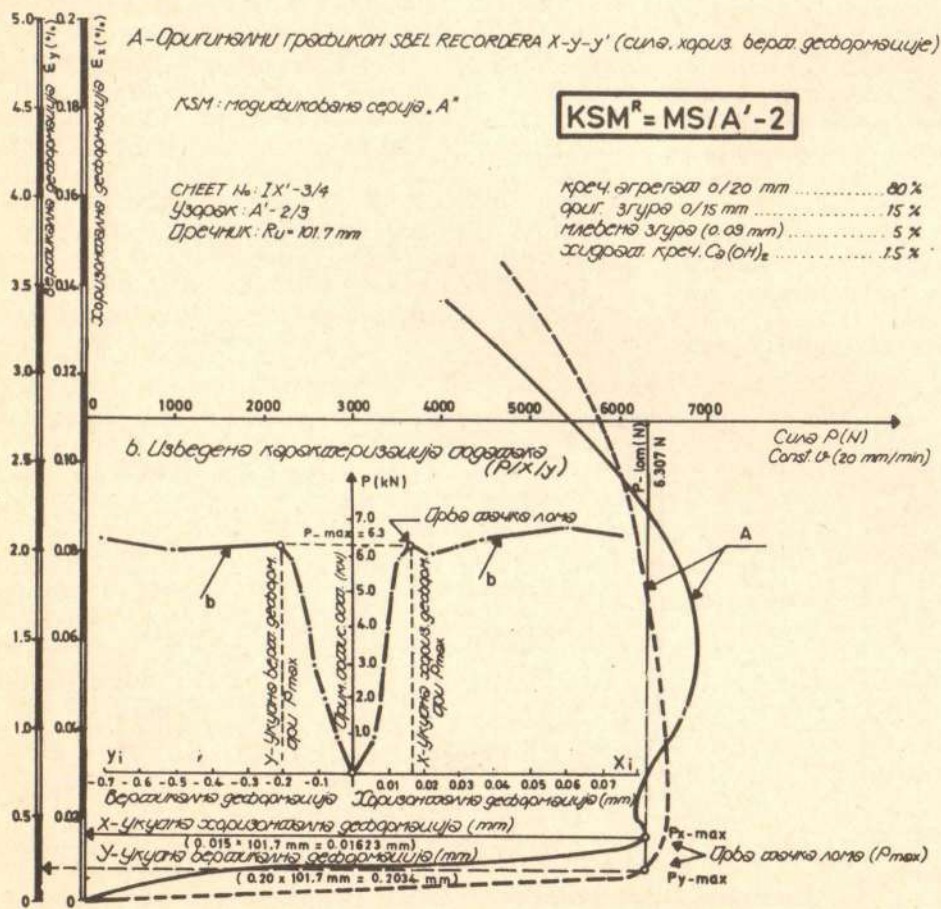
$$E = \frac{P}{X} \left[\int_{-r}^{+r} \frac{\sigma_{rx}}{P} - \nu \int_{-r}^{+r} \frac{\sigma_{\theta x}}{P} \right] \tag{3}$$

при чему је:

$\frac{P}{X}$ — линија најмањих квадрата која најбоље апроксимира оптерећење (P) и укупну хоризонталну деформацију (X) за оптерећења до 50% од максималног оптерећења ($P_{\max}$) при којем настаје прва тачка лома на кривој оптерећење — дефлексија (sl. 4)

ν — Поасонов коефицијент

$$\int_{-r}^{+r} \frac{\sigma_{rx}}{P} \text{ и } \int_{-r}^{+r} \frac{\sigma_{\theta x}}{P} = \text{интеграли јединичних напона } \sigma_{rx} \text{ и } \sigma_{\theta x}$$



Сл. 4 — Графичка презентација резултата индиректног опити на затезање

Укупна затезна деформација при лому, ϵ_{u-lom}

$$\epsilon_{u-lom} = \frac{X_{u-lom} \left[\int_{-1/2}^{+1/2} \frac{\sigma_{rx}}{P} - \nu \int_{-1/2}^{+1/2} \frac{\sigma_{\theta x}}{P} \right]}{1 + \int_{-r}^{+r} \frac{\sigma_{rx}}{P} - \nu \int_{-r}^{+r} \frac{\sigma_{\theta x}}{P}} \quad (4)$$

при чему је:

X_{u-lom} = укупна хоризонтална деформација при P_{max} или прва тачка лома (в. сл 4)

l = дужина на којој је процењена деформација

ν = Поасонов коефицијент

СРАЧУНАВАЊЕ ЗАТЕЗНО-ЕЛАСТИЧНИХ ПАРАМЕТАРА

Резултати индиректног опита на затезање, приказани на графикону (сл. 4), обезбеђују податке за срачунавање битних механичких својстава испитиваног материјала. Са графикона (сл. 4) очитавају се и прерачунавају измерене величине са писача SBEL рекордера X-Y-Y'у склопу мерног инструмента IZ-IP'81, односно:

- сила P_{max} (прва тачка лома),
- укупна хоризонтална деформација X ,
- укупна вертикална деформација Y .

Једначине (1), (2), (3), (4) трансформисане за специфичну конфигурацију оптерећења, геометрију пресека узорка и конструкцију мерног инструмента IZ-IP'81 са папучицама за пренос силе на узорак, закривљене ширине 12,7 mm дају кореспондентне изразе за напон у центру узорка при сили лома.

При овим условима, опште једначине (1) до (4) постају одређеније са константама — карактеристике опита (K_1 — K_6) што знатно олакшава срачунавање механичких параметара за реалне материјале.

Одређивање затезно-еластичних параметара стабилизованог материјала спроводи се путем изведених једначина (1)' до (4)' на основи напред поменутих постулата, односно:

* Затезна чврстоћа:	$\sigma_z = \frac{P_{max}}{h} \cdot K_1 \text{ (MN/m}^2\text{)}$	(1')
* Поасонов коефицијент:	$\nu = \frac{\frac{\Delta Y}{\Delta X} \cdot K_2 + K_4}{\frac{\Delta Y}{\Delta X} \cdot K_3}$	(2')
* Модул еластичности:	$E = \frac{\Delta P}{\Delta X} \cdot (0,27 + \nu) \text{ [MN/m}^2\text{]}$	(3')
* Затезна деформација:	$\epsilon_z = X - \frac{K_4 - \nu \cdot K_5}{K_2 - \nu \cdot K_3}$	(4')

при чему је:

P_{max} = укупно примењено оптерећење при лому (N)

h = висина цилиндричног узорка (mm)

X = укупна хоризонтална деформација (mm)

$\frac{\Delta Y}{\Delta X}$ = однос деформације (нагиб односа између вертикалне деформације Y , и кореспондентне хоризонталне деформације X)

ΔP^* = хоризонтални тангентни модул (нагиб ΔX односа силе P и хоризонталне деформације X)
 $K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$ = константе (Табела 1), са вредностима пречника узорка око 100 mm.

Табела 1

Пречник (mm)	Константе — карактеристике опита из					
	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6
98	0,0064	0,0028	-0,0102	0,000065	-0,00020	-0,036
100	0,0062	0,0027	-0,0100	0,000062	-0,00019	-0,036
102	0,0061	0,0026	-0,0098	0,000060	-0,00018	-0,035
104	0,0060	0,0026	-0,0096	0,000058	-0,00018	-0,035
106	0,0059	0,0025	-0,0094	0,000056	-0,00017	-0,034

Коришћењем једначина (1), (2), (3), (4) и уношењем података — резултата добијених опитом — мини рачунарским програмом се одређују релевантни параметри стабилизованог материјала.

Добијене вредности затезно-еластичних параметара могу се директно користити у структурној анализи при пројектовању коловозних конструкција, било као еластичне константе материјала (E, ν), односно као граничне (максимално дозвољене) вредности напона и деформација (σ_z, ϵ_z) у стабилизованом носећем слоју коловозне конструкције.

КОМЕНТАР

Изложене основе и поступак одређивања затезно-еластичних параметара стабилизованог материјала, коришћене у експерименталној фази докторске дисертације², потпуно су освојене и поткрепљене у карактеристици комплексно стабилизованог материјала (решења са металуршком згуром као адитивним материјалом). Притом су утврђени механички нивои овог материјала у распону: модул еластичности ($E = 1.500$ до 4.500) MN/m², Поасонов коефицијент ($\nu = 0,13$ до $0,17$), затезна чврстоћа ($\sigma_z = 0,3$ до $0,9$) MN/m², односно затезна деформација при лому ($\epsilon_z = 0,00302$ до $0,000280$) при старости KSM од 15 односно 75 дана. У фамилији ових решења реализована је прва ОПИТНА ДЕОНИЦА коловоза са носећим слојем од комплексно стабилизованог материјала⁵.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] БРАУНОВИЋ, П.: Теорија индиректног опита на затезање стабилованих материјала, Часопис „ПУТ И САОБРАЋАЈ“ бр. 3-4, Београд 1981.
- [2] БРАУНОВИЋ П. : Карактеризација комплексно стабилизованог материјала у функцији носећег слоја коловозне конструкције, Експериментална фаза докторске дисертације, Институт за путеве, Београд, 1981/83.
- [3] HADLEY W.O. HUDSON W.R. i KENNEDY T.W.: Method of Estimating Tensile Properties of Materials Tested in Indirect Tension, R.R. 98-7, C.H.R., University of Texas at Austin, 1970.
- [4] ANAGNOS J.N. i Kennedy T.W.: Practical Method of Conducting the Indirect Tensile Test, R.R.98-10, C.H.R. University of Texas at Austin, 1972.
- [5] БРАУНОВИЋ П. и ТОМИЋ А.: Пробна деоница коловозне конструкције са носећим слојем од комплексно стабилизованог материјала у региону Светозарева, Часопис „Институт за путеве“ бр. 12/81, Београд.

*/ Ове вредности срачунавају се методом најмањих квадрата

Типизација потпорних зидова од габиона и табеле и дијаграми за њихово лакше димензионисање

Проф. ЈОВАН ШУТИЋ, дипл. инж.

УВОД

Потпорни зидови од габиона се све више примењују у нискоградњи (и грађевинарству у опште) због бројних предности у односу на остале гравитационе зидове. Најбитније одлике и предности габионских потпорних зидова биле би следеће:

— знатна флексибилност која им омогућује прилагођавање померањима терена на коме се граде, без утицаја на стабилност;

— велику водопропустљивост, чиме се омогућује лако дренажање вода из тла које подупре, а тиме смањује негативан утицај воде;

— знатна отпорност на притисак тла јер делују као монолитне гравитационе конструкције;

— лако грађење са предностима монтажног (готово префабрикованог) начина грађења;

— непосредно прихватање активних притисака по завршеном грађењу (монтажи), јер није потребно време за везивање и очвршћавање као код бетонских конструкција.

ТИПИЗАЦИЈА ПРЕСЕКА ГАБИОНСКИХ ПОТПОРНИХ ЗИДОВА

Ради олакшања рада и стварања табела и графикона за димензионирање пресека, учињена је следећа типизација пресека потпорног зида и терена:

— Зидови са приближно вертикалним лицем, тј. са нагибом лица зида 10:1 (или 6°) и са степенастом задњом страном (до терена који притискује зид) са генералним нагибом од 23° - 18° (2,5:1) када је површина терена коса, односно нагибом од 15° - 17° (3,5:1) када је површина терена хоризонтална ($\epsilon = 0$)

— Зидови са степенастом предњом страном (лицем), генералног нагиба 2,0:1 до 2,5:1, и са задњом страном (до терена који притискује зид) у нагибу од 10:1 (6°) у односу на вертикалу.

— Површина терена хоризонтална ($\epsilon = 0^\circ$).

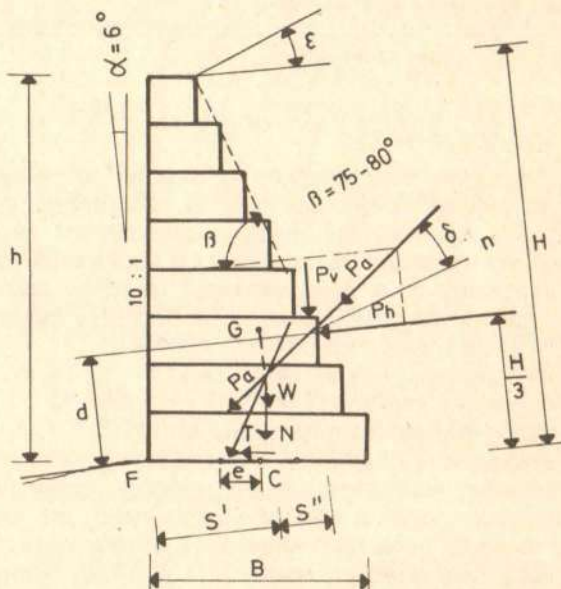
— Површина терена у нагибу $\epsilon = 18^\circ$, $\epsilon = 24^\circ$ $h\epsilon = 30^\circ$.

АНАЛИЗА СТАБИЛНОСТИ ПОТПОРНИХ ЗИДОВА ОД ГАБИОНА

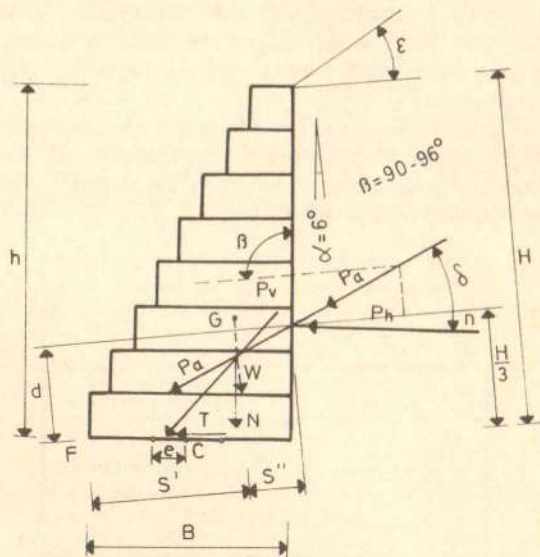
При анализи стабилности полази се од претпоставке да на потпорни зид делује активни зем-

љани притисак по Цоулomboвој теорији и да се зид опире том притиску својом тежином. Да је способан да прими само напоне притиска, занемарујући металну мрежу која поседује чврстоћу на затезање. За познату величину и нападну тачку активног притиска тла иза зида, захтева се стабилност против клизања, претурања и лома тла под темељем.

На сл. 1 и сл. 2 дају се карактеристични пресеци са ознакама.



Сл. 1 — Карактеристични пресек потпорног зида од габиона са приближно вертикалним лицем



Сл. 2 — Карактеристични пресек потпорног зида од габиона са степенастом предњом страном

Да би се анализа стабилности могла, спровести потребно је познавање следећих карактеристика потпорног зида и тла:

— Карактеристике потпорног зида:

h — укупна висина потпорног зида,

B — ширина на делу зида, на контакту са тереном,

H — висина задње стране зида на којој делује притисак тла,

γ_d — запреминска тежина испуњеног габиона (17 kN/m^3),

α — нагиб лица зида у односу на вертикалу ($\alpha = 0^\circ - 6^\circ$),

β — нагиб задње стране зида (била она континуирана или степеничаста према хоризонталу (у првом случају $\beta = 90^\circ - 96^\circ$, у другом $\beta = 75^\circ - 80^\circ$);

— Карактеристике тла

φ — угао унутрашњег трења тла које притискује $\varphi = 15^\circ - 39^\circ$,

ϵ — нагиб терена који притискује под. зид (нагиб падине — косине),

δ — угао трења тла које притискује и задње стране зида ($\delta = 0,9$),

γ_t — запреминска тежина тла која притискује ($\gamma_t = 16,0 \text{ kN/m}^3$),

σ_{doz} — дозвољени притисак на тло испод зида ($\sigma_{doz} = 100-200 \text{ kN/m}^2$),

K_a — коефицијент активног притиска тла иза под. зида.

За општи случај, тј. нагнуту површину терена (угао ϵ), нагнуту задњу страну потпорног зида (угао β), угао унутрашњег трења тла које притискује на потпорни зид (угао φ), и угао трења тла које притискује на задњу страну зида (угао δ), коефицијент активности притиска тла иза потпорног зида је:

$$K_a = \frac{\sin^2(\beta + \varphi)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \beta) \cdot \sin(\varphi - \epsilon)}{\sin(\beta - \delta) \cdot \sin(\beta + \epsilon)}} \right]^2}$$

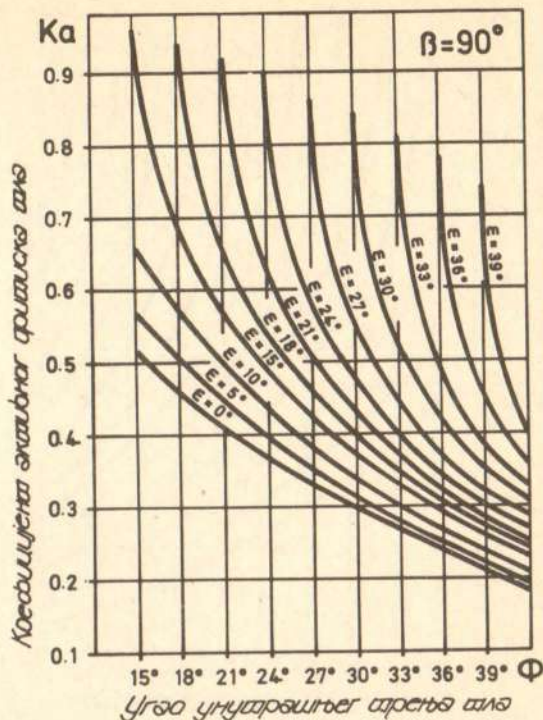
Активни притисак на потпорни зид износи:

$$P_A = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot K_a \cdot H^2 \text{ и делује на висини } \frac{H}{3}$$

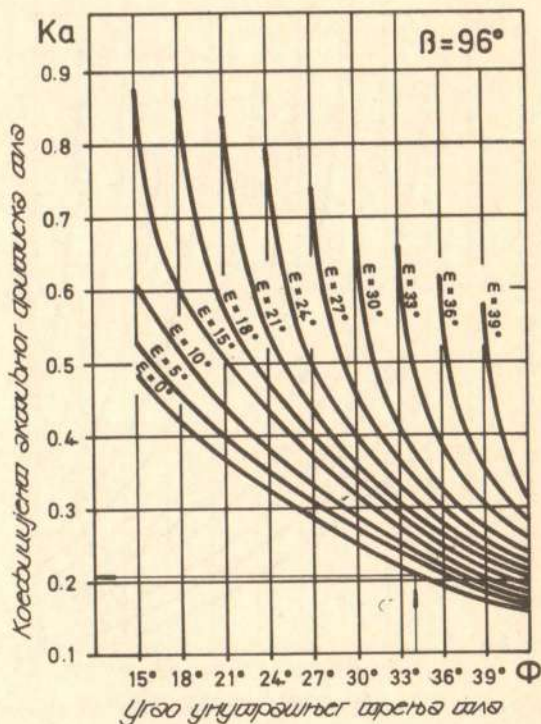
Да би се олакшало срачунавање вредности коефицијента активног притиска тла K_a , дају се дијаграми у зависности од вредности угла унутрашњег трења тла (φ), нагиба површине терена (ϵ) и угла нагиба задње стране потпорног зида (β), и то за типове зидова са континуираном задњом страном у нагибу $\alpha = 6^\circ$ (према вертикали) и $\beta = 90-96^\circ$ према хоризонталу и степеничастим лицем зида и за типове зидова са степеничастом задњом страном генералног нагиба $10^\circ - 15^\circ$ (према вертикали), односно нагиба $\beta = 75^\circ - 80^\circ$ (према хоризонталу).

Дијаграми за одређивање коефицијента активног притиска тла K_a , за потпорне зидове са континуираном вертикалном задњом страном, односно под углом 6° према вертикали, тј. под углом $\beta = 90^\circ - 96^\circ$, приказани су на сликама 3 и 4.

Дијаграми за одређивање коеф. активног притиска тла K_a , за потпорне зидове са степеничастом задњом страном генералног нагиба од $10^\circ - 15^\circ$ (према вертикали, тј. углом $\beta = 75^\circ - 80^\circ$ (према хоризонталу), и континуираним лицем под углом од 6° (10:1) приказани су на сликама 5 и 6.



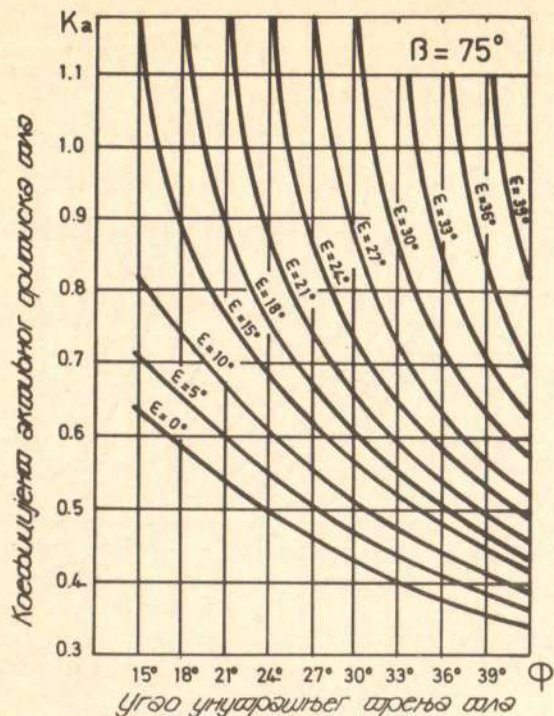
Сл. 3 — Дијаграм за одређивање коефицијента активног притиска тла K_a за зидове са вертикалном задњом страном под углом $\beta = 90^\circ$



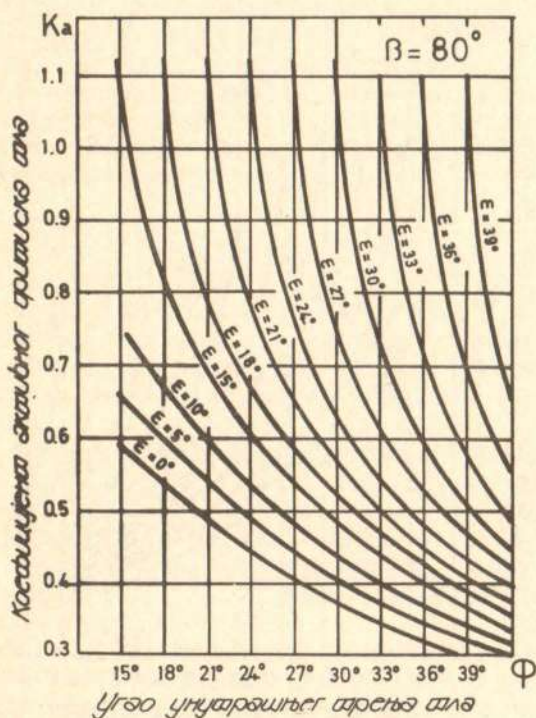
Сл. 4 — Дијаграм за одређивање коефицијента активног притиска тла K_a за зидове са вертикалном задњом страном под углом $\beta = 96^\circ$

За запреминску тежину тла које притискује на зид усвојена је средња вредност $\gamma_t = 16 \text{ kN/m}^3$.

За одређивање запреминске тежине габиона испуњеног каменом, користи се графикон који даје оријентационе вредности запреминске тежине габиона испуњеног каменом у зависности од запре-



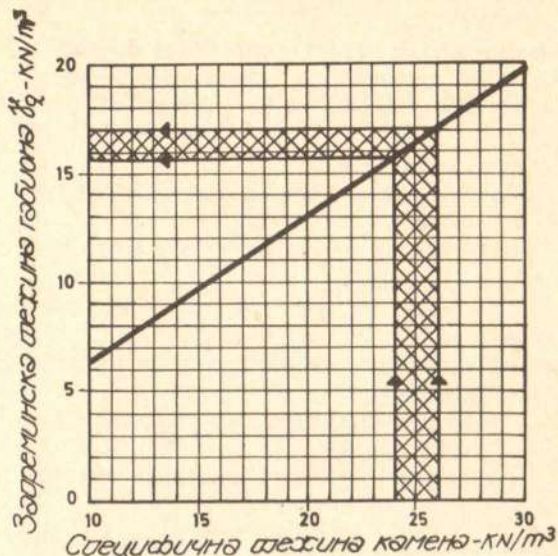
Сл. 5 — Дијаграм за одређивање коефицијента активне притиска тла K_a за зидове са степенастом задњом стране под углом $\beta = 75^\circ$



Сл. 6 — Дијаграм за одређивање коефицијента активне притиска тла K_a за зидове са степенастом задњом стране под углом $\beta = 80^\circ$

минске тежине камена који се користи за испуну. Како се запреминска тежина камена креће у границама од 24-26 kN/m^3 , из графика се добија да је запреминска тежина габиона испуњеног каменом $\gamma_g = 16-17 \text{ kN/m}^3$ (шрафирано подручје на графикону сл.7). Ради поједностављења табе-

ла за димензионирање, усвојиће се вредност $\gamma_g = 17 \text{ jN/m}^3$, која је средња вредност за претпоставку да је у испуњеном габиону око 30-35% шупљина и да је запреминска маса камена око 25 kN/m^3



Сл. 7 — Графикон за одређивање запреминске масе габиона у зависности од запреминске масе камена за испуну габиона

Провера стабилности потпорног зида

1. Стабилност зида против клизања се изражава коефицијентом сигурности против клизања, тј.:

$$F_{\text{kliz.}} = \frac{N}{T} \cdot f, \text{ где је:}$$

N = нормална компонента резултанте сила на основу (контактну спојницу) под. зида и терена
 T = тангентијална компонента резултанте сила (у контактну спојницу зида и терена)

f = коеф. трења између основе темеља зида и терена ($f=0, 5-0,8$)

$$F_{\text{kliz.}} \geq 1,5$$

2. Стабилност против претурања се изражава коефицијентом сигурности против претурања, тј.:

$$F_{\text{pret.}} = \frac{M_o}{M_A}$$

при чему је:

M_o = моменат свих сила у односу на тачку претурања F , које се опиру претурању,

M_A = моменат свих сила у односу на тачку претурања F , које претурају зид

$$F_{\text{pret.}} \geq 1,5$$

3. Стабилност против лома тла под подзидом захтева да напон притиска на ивицама основе темеља буде мањи од дозвољеног напона притиска на тло, тј.:

$$\sigma_{1,2}^{\text{pr.}} \geq \sigma_{\text{dozv.}}$$

Под нормалном претпоставком да је основа темеља правоугаоних димензија $B \times 1,0$, и да се зна положај нападне тачке резултанте (одстојање од тежишта) и величина нормалне компоненте резултанте N напони притиска на ивицама су:

Напомена: Сл. 5, 6 — тежина камена: гранит, кварц, 29 (багрит), 26-25 (гранит, конгл. кречњак), 23-22 (пешчар, меки кречњак) до мин 1,7 (туф).

$$\sigma_{1,2} = \frac{N}{B} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right)$$

при чему је:

e = ецентрицитет

B = ширина основе темеља

Дозвољени напон притиска одређује се по уобичајеним поступцима у зависности од геомеханичких карактеристика тла испод основе темеља, дубине фундирања и ширине основе темеља. За потребе типизације габионских потпорних зидова користиће се вредности дозвољеног напона притиска $\sigma_{doz} = 100-150 \text{ kN/m}^2$ и $150-200 \text{ kN/m}^2$.

Ако је терен хоризонталан и ако на површини терена делује равномерно подељено оптерећење интензитета (p), притисак тла ће износити:

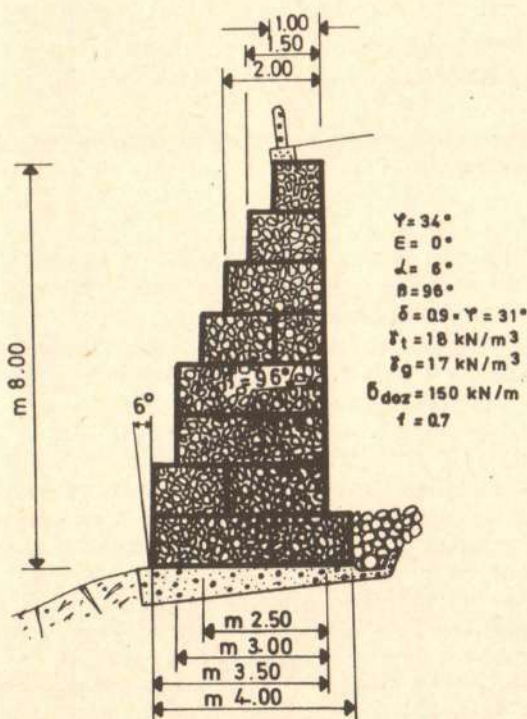
$$P'_A = P_A \left(1 + 17 \frac{p}{H} \right) \text{ или } P_A = P_A \left(1 + 20 \frac{p}{H} \right)$$

при чему је, у зависности да ли је запреминска тежина тла иза зида 17 kN/m^3 или 20 kN/m^3 , P'_A и P_A изражено у kN , p такође у kN , и H у метрима.

У овом случају, положај нападне тачке притиска тла на задњу страну потпорног зида неће бити на $\frac{H}{3}$, као у случају неоптерећене површине терена, већ ће бити на одстојању $\frac{H}{3} \cdot \frac{H+3p}{H+2p}$.

Пример анализе стабилности

Анализира се потпорни зид од габиона висине 8 m чији је пресек дат на сл. 8 (задња страна зида нагнута под 6° у односу на вертикалу, а висина реда габиона $1,0 \text{ m}$).



Сл. 8 — Пресек потпорног зида за који је извршена анализа стабилности

Активни притисак тла на зид:

Из дијаграма сл. 4, за $\varphi = 34^\circ$ и $\epsilon = 0^\circ$, добија се коефицијент активног притиска тла $K_a = 0,21$, а активни притисак је:

$$P_A = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot K_a \cdot H^2 = \frac{1}{2} \cdot 18 \cdot 0,21 \cdot 8^2 = 120,96 \text{ kN/m'}$$

Хоризонтална и вертикална компонента активног притиска тла:

$$P_h = P_A \cdot \cos(\delta - \alpha) = 109,63 \text{ kN/m'}$$

$$P_v = P_A \sin(\delta - \alpha) = 51,12 \text{ kN/m'}$$

а одстојања у односу на тачку обртања F су:

$$d = \frac{H}{3} - B \sin \alpha = 2,27 \text{ m}$$

$$S = S' + S'' = 3,76$$

Тежина потпорног зида је

$$W = \gamma_g \cdot p = 17 \times (4 + 3,5 + 2 \times 3,0 + 2,5 + 2,0 + 1,5 + 1,0) = 348,5 \text{ kN/m}$$

а одстојање од обртне тачке F је $S' = 2,35 \text{ m'}$

Провера стабилности:

а) Против претурања: $M_o = W \cdot S' + P_v \cdot S = 819 + 192,2 + 1013 \text{ kNm}$

$$M_A = P_h \cdot d = 248,8 \text{ kNm}$$

$$F_{pret} = \frac{1013}{248,8} = 4,07 > 1,5$$

б) Против клизања:

$$N = (W + P_v) \cos \alpha + P_h \sin \alpha = 408,4 \text{ kN}$$

$$T = P_h \cdot \cos \alpha - (W + P_v) \sin \alpha = 69,0 \text{ kN}$$

$$F_{kliz} = \frac{N}{T} \cdot f = \frac{408,4}{69,0} \times 0,7 = 4,14 > 1,5$$

в) Против лома тла под основом зида:

Прорачун ецентрицитета

$$e = \frac{B}{2} - \frac{M_o - M_A}{N} = \frac{4}{2} - \frac{1013 - 248,8}{408,4} = 0,13 \text{ m}$$

Ивични напони су:

$$\sigma_{1,2} = \frac{N}{B} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right) = \frac{408,4}{4,0} \left(1 \pm \frac{6 \cdot 0,13}{4,0} \right)$$

$$\sigma_1 = 122 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_2 = 82 \text{ kN/m}^2$$

Ова ивична напона су мања од $\sigma_{doz} = 150 \text{ kN/m}^2$.

Табеле за димензионирање ширине основе зида

Како је претходно изнето издвојена су два типа потпорних зидова од габиона:

— Зидови са приближно вертикалним лицем (нагиб лица $10:1$ ($\alpha = 6^\circ$) и степенастом задњом страном нагиба $2,5:1$, када је површина терена нагнута ($\epsilon = 18^\circ-30^\circ$) и нагиба $3,5:1$, када је површина терена равна ($\epsilon = 0^\circ$). Овакви зидови су погодни за косине усека. Да би се табеле за димензионирање поједноставиле, усвојене су: запреминска тежина тла која притискује зид је коң-

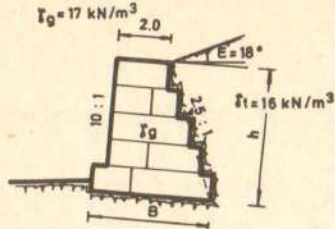
1) За случаје са површином терена изнад зида у нагибу ($\epsilon = 18^\circ - 30^\circ$)

$$\gamma = 19^\circ - 22^\circ \quad \sigma_{\text{doz}} = 100 - 150 \text{ kN/m}^2$$

$$\alpha = 6^\circ$$

$$\gamma_g = 17 \text{ kN/m}^3$$

h	B
1	2
2	2.5
3	3
4	3.5
5	4.5



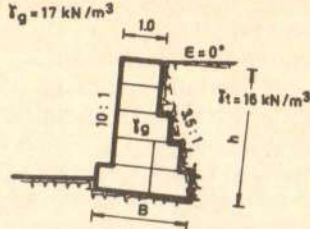
2) За случаје са хоризонталном површином терена изнад зида ($\epsilon = 0^\circ$)

$$\gamma = 19^\circ - 22^\circ \quad \sigma_{\text{doz}} = 100 - 150 \text{ kN/m}^2$$

$$\alpha = 6^\circ$$

$$\gamma_g = 17 \text{ kN/m}^3$$

h	B
1	1.5
2	1.5
3	2
4	2.5
5	3.5

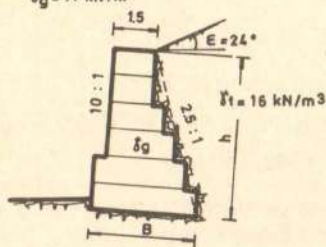


$$\gamma = 25^\circ - 28^\circ \quad \sigma_{\text{doz}} = 150 - 200 \text{ kN/m}^2$$

$$\alpha = 6^\circ$$

$$\gamma_g = 17 \text{ kN/m}^3$$

h	B
1	1.5
2	1.5
3	2
4	2.5
5	3.5
6	4
7	4.5
8	5

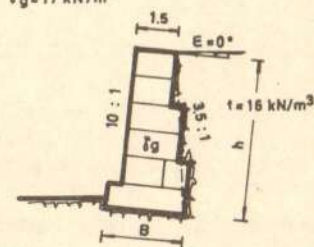


$$\gamma = 25^\circ - 28^\circ \quad \sigma_{\text{doz}} = 150 - 200 \text{ kN/m}^2$$

$$\alpha = 6^\circ$$

$$\gamma_g = 17 \text{ kN/m}^3$$

h	B
1	1.5
2	1.5
3	2
4	2
5	2.5
6	3
7	3.5
8	4

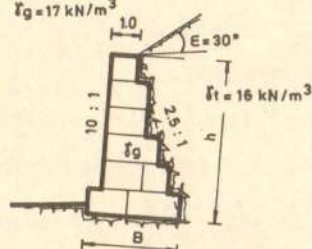


$$\gamma = 31^\circ - 34^\circ \quad \sigma_{\text{doz}} = 150 - 200 \text{ kN/m}^2$$

$$\alpha = 6^\circ$$

$$\gamma_g = 17 \text{ kN/m}^3$$

h	B
1	1
2	1.5
3	1.5
4	2
5	2.5
6	3.5
7	3.5
8	4
9	4.5
10	5

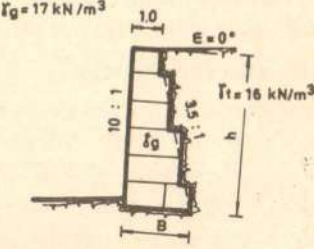


$$\gamma = 31^\circ - 34^\circ \quad \sigma_{\text{doz}} = 150 - 200 \text{ kN/m}^2$$

$$\alpha = 6^\circ$$

$$\gamma_g = 17 \text{ kN/m}^3$$

h	B
1	1
2	1.5
3	1.5
4	2
5	2
6	2.5
7	3
8	3.5
9	4
10	4.5



Сл. 9 — Табеле за димензионирање ширине основе (B) пошторних зидова од габиона са приближно вертикалним лицем и степенастом задњом стране

стантна и износи $\gamma_t = 16 \text{ kN/m}^3$, а исто тако и запреминска тежина габиона $\gamma_g = 17 \text{ kN/m}^3$. Површина терена је усвојена са нагибом $\epsilon = 18^\circ$, $\epsilon = 24^\circ$ и $\epsilon = 30^\circ$ (лева половина табела) али хоризонтална $\epsilon = 0$ (десна половина табела). Угао унутрашњег трења терена који притискује назид вариран је у следећим границама: $\varphi = 19^\circ - 22^\circ$ (кохерентна-прашинасто глиновита тла) $\varphi = 25^\circ - 28^\circ$ (прашинаста тла) и $\varphi = 31^\circ - 34^\circ$ (невезана пескито-шљунковита тла).

Табела на слици 9 даје ширину основе зида (B) у зависности од висине зида (h) која је варијала у следећим распонима: $h = 1,5 \text{ m}$, $h = 1,8 \text{ m}$, $h = 1-10 \text{ m}$. Веће висине се предвиђају у бољим материјалима, тј. када је угао трења (φ) већи. Дозвољени притисак на тло испод основе зида се ограничава на следеће распоне вредности: $\sigma_{\text{doz}} = 100-150 \text{ kN/m}^2$ (за лошије материјале, тј. за $\varphi = 19^\circ - 22^\circ$), $\sigma_{\text{doz}} = 150-200 \text{ kN/m}^2$ за средње добре

материјале, тј. за $\varphi = 25^\circ - 28^\circ$) и $\sigma_{\text{doz}} 150-200 \text{ kN/m}^2$ за добре пескито-шљунковите материјале испод основе подпорног зида.

— Зидови са степенастим лицем генералног нагиба од 2:1 до 2,5:1 и са приближно вертикалном задњом страном нагиба 10:1 ($\alpha = 6^\circ$). Површина терена може бити нагнута ($\epsilon = 18^\circ$, $\epsilon = 24^\circ$ и $\epsilon = 30^\circ$), (лева половина табеле) или хоризонтална ($\epsilon = 0^\circ$) (десна половина табеле). Угао унутрашњег трења тла које притискује на зид вариран је у истим границама као и код претходног типа зида, тј. $\varphi = 19^\circ - 22^\circ$, $\varphi = 25^\circ - 28^\circ$ и $\varphi = 31^\circ - 34^\circ$. Запреминска тежина тла иза зида је константна и износи $\gamma_t = 16 \text{ kN/m}^3$, а запреминска тежина габиона је $\gamma_g = 17 \text{ kN/m}^3$.

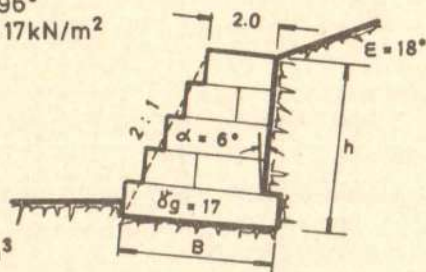
Табеле на слици 10 дају ширину основе зида (B) у зависности од висине зида (h) која је варијала у следећим распонима: $h = 1-5 \text{ m}$; $h = 1-8 \text{ m}$ и $h = 1-10 \text{ m}$. Веће висине се предвиђају у бољим

1) За случаје са покршином терена изнад зида у нагибу ($\epsilon = 18 - 30^\circ$)

h	B
1	2
2	2.5
3	3
4	3.5
5	4.5

$\varphi = 19^\circ - 22^\circ$, $\sigma_{doz} = 100 - 150 \text{ kN/m}^2$

$\alpha = 6^\circ$
 $\beta = 96^\circ$
 $\delta_g = 17 \text{ kN/m}^2$



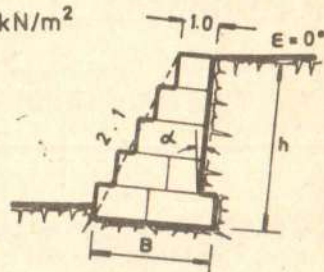
$\delta_t = 16 \text{ kN/m}^3$

2) За случаје са хоризонталном покршином терена изнад зида ($\epsilon = 0^\circ$)

h	B
1	1
2	1.5
3	2
4	2.5
5	3.5

$\varphi = 19^\circ - 22^\circ$, $\sigma_{doz} = 100 - 150 \text{ kN/m}^2$

$\alpha = 6^\circ$
 $\beta = 96^\circ$
 $\delta_g = 17 \text{ kN/m}^2$

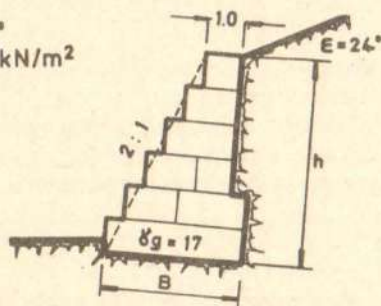


$\delta_t = 16 \text{ kN/m}^3$

h	B
1	1
2	1.5
3	2
4	2.5
5	3.5
6	4
7	4.5
8	5

$\varphi = 25^\circ - 28^\circ$, $\sigma_{doz} = 150 - 200 \text{ kN/m}^2$

$\alpha = 6^\circ$
 $\beta = 96^\circ$
 $\delta_g = 17 \text{ kN/m}^2$

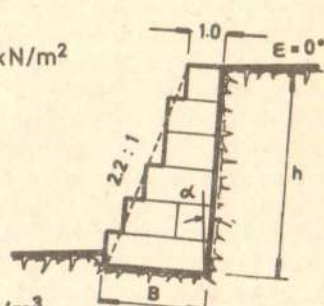


$\delta_t = 16 \text{ kN/m}^3$

h	B
1	1
2	1.5
3	1.5
4	2
5	2.5
6	3
7	3
8	3.5

$\varphi = 25^\circ - 28^\circ$, $\sigma_{doz} = 150 - 200 \text{ kN/m}^2$

$\alpha = 6^\circ$
 $\beta = 96^\circ$
 $\delta_g = 17 \text{ kN/m}^2$

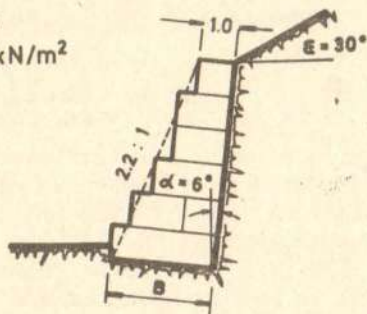


$\delta_t = 16 \text{ kN/m}^3$

h	B
1	1
2	1.5
3	1.5
4	2
5	2.5
6	3
7	3.5
8	4
9	4.5
10	5

$\varphi = 31^\circ - 34^\circ$, $\sigma_{doz} = 150 - 200 \text{ kN/m}^2$

$\alpha = 6^\circ$
 $\beta = 96^\circ$
 $\delta_g = 17 \text{ kN/m}^2$

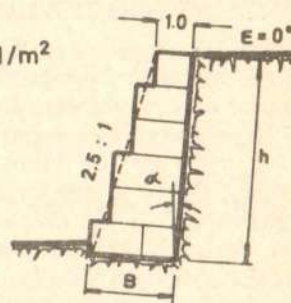


$\delta_t = 16 \text{ kN/m}^3$

h	B
1	1
2	1.5
3	1.5
4	2
5	2
6	2.5
7	3
8	3
9	3.5
10	4

$\varphi = 31^\circ - 34^\circ$, $\sigma_{doz} = 150 - 200 \text{ kN/m}^2$

$\alpha = 6^\circ$
 $\beta = 96^\circ$
 $\delta_g = 17 \text{ kN/m}^2$



$\delta_t = 16 \text{ kN/m}^3$

Сл. 10 — Табеле за димензионање ширине основе (B) подпорних зидова од габиона са ступенастим нагнутим лицем и приближно вертикалном задњом страном

материјалима, тј. када је угао унутрашњег трења (φ) већи. Дозвољени притисак на тло испод основе потпорног зида се ограничава на следеће вредности $\sigma_{doz} = 100 - 150 \text{ kN/m}^2$ (за лошије материјале, тј. за $\varphi = 19^\circ - 22^\circ$), $\sigma_{doz} = 150 - 200 \text{ kN/m}^2$ (за средње добре материјале) и $\sigma_{doz} = 150 - 200 \text{ kN/m}^2$ за добре материјале испод основе потпорног зида.

Табеле за димензионање ширине основе (B) подпорних зидова од габиона са ступенастим нагнутим лицем и приближно вертикалном задњом страном.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Gabion retaining walls for the protection of roads and railways. Officine Maccaferri, Bologna, Italy.

Нумеричко одређивање теоријских брзина вожње у функцији елемената подужног профила

Др ВОЈО АНЂУС, дипл. инж. грађ.

Др СЕРАФИМ ОПРИЦОВИЋ, дипл. инж. ел.

УВОД

Теоријске брзине вожње разматрају се у функцији три основна пута елемента: попречног профила, ситуационог плана и подужног профила. Вредности анализираних брзина проистекле су из услова попречне и подужне стабилности возила уз одговарајуће идеализације система возач-возило-околина.

Неопходни возно-динамички параметри разматрани су у функцији вучно-брзинских карактеристика меродавног путничког возила чији је избор извршен с обзиром на домаћу продукцију и карактеристике слободног саобраћајног тока.

Значај теоријских вредности брзина у процесу пројектовања је пре свега у домену функционалног приступа утврђивању нормираних вредности за димензионисање и проверу примењених елемената плана и профила.

У овом раду се посебно анализира проблем теоријских вредности брзина у функцији произвољно дефинисаног облика подужног профила пута.

ТЕОРИЈСКЕ БРЗИНЕ ВОЖЊЕ У ФУНКЦИЈИ ЕЛЕМЕНАТА ПОДУЖНОГ ПРОФИЛА

Теоријске вредности брзина у функцији елемената подужног профила везују се за вучно-брзинске карактеристике меродавног возила, при чему се разликују два карактеристична случаја:

*Једнолико кретање константном брзином, $z = \Sigma W$. У овом случају је преостала вредност динамичког фактора $\bar{D} = D - (W_k \pm i_N) = 0$ па се полазни услов, односно основна једначина кретања може написати у облику: $Z = W_k + W_i + W_v$. Ово кретање не одржава праву слику динамичког стања на путу и оно се може узети само као апроксимација појединачног понашања. На овој претпоставци заснивају се критеријуми за геометријско димензионисање слободних деоница пута, односно за утврђивање њихових граничних елемената.

*Промењљиво кретање, $Z \neq \Sigma W$, $v \neq \text{const.}$, $dv/dt \neq 0$. Преостала вредност динамичког фактора $D = D - (W_k \pm i_N) \neq 0$, те се може рећи да је ово стање карактеристично за кретање које настаје као последица разлике између ангажоване вучне силе и укупних отпора.

Теоријске вредности брзина зависе само од идеализованих услова возило-пут, док се утицај возача и утицај поремећајних дејстава из околине не узима у обзир. Овако одређене брзине представљају само полазне вредности у описивању реалног понашања система V-V-O.

Теоријска брзина вожње у функцији елемената подужног профила одређује се интеграљењем основне диференцијалне једначине кретања возила:

$$m \cdot \frac{dv}{dt} = Z - \Sigma W, \text{ односно}$$

$$\frac{dv}{dt} = \frac{g}{G_{br} \cdot \rho} (Z - W_v - W_k \pm W_i) \quad (1)$$

при чему је:

$$g = 9,81 \text{ m/sec}^2 = 1,27 \cdot 10^5 \text{ km/h}^2$$

$$G_{br} = 11,30 \text{ kN}$$

$$\rho - \text{коэффициент учешћа обртних маса} = 1,05$$

$$z - \text{вучна сила}$$

$$W_v - \text{отпор ваздуха}$$

$$W_k - \text{отпор при котрљању}$$

$$W_i - \text{отпор нагиба}$$

Даљом трансформацијом израза 1. долази се до израза:

$$\frac{dv}{dx} = \frac{g}{\rho \cdot v} (D(v) - w_k(v) \pm i_N) \quad (2)$$

у коме је успостављена веза између брзине вожње и пређеног пута.

Напред наведени израз важи за случај константног подужног нагиба, $i_N = \text{const.}$, док се у случају променљиве вредности подужног нагиба

$$i_N = \frac{Z_{i+1} - Z_i}{X_{i+1} - X_i} \neq \text{const.} \text{ диференцијална једначина кретања возила трансформише у облик:}$$

$$\frac{dv}{dx} = \frac{g}{\rho \cdot v} (D(v) - (w_k(v) + \frac{Z_{i+1} - Z_i}{X_{i+1} - X_i})) \quad (3)$$

Поред брзине потребно је одредити и време путовања. Оно се одређује интеграљењем једначине:

$$\frac{dL}{dt} = v, \text{ односно } \frac{dt}{dx} = \frac{1}{v} \quad (4)$$

који са изразом 3. представља систем линеарних диференцијалних једначина I реда, чијим се интеграљењем добијају вредности за брзину и време у датом пресеку пута „ x_i “.

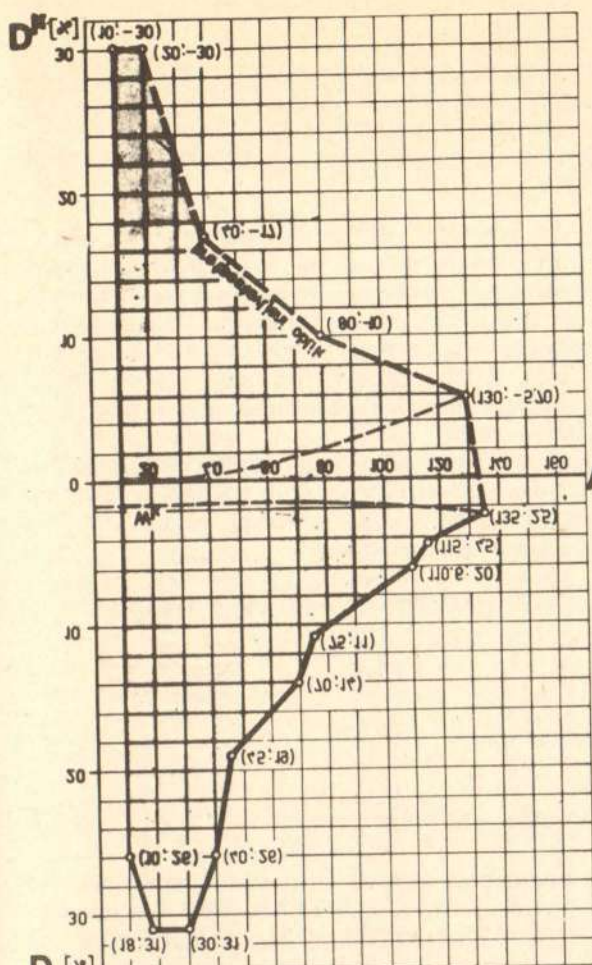
Као што је већ речено, динамички фактор возила — $D(v)$ не представља континуалну глатку криву, те је потребно $D(v)$ изразити низом дискретних функција за претпостављено стање оптерећења мотора.

На слици 1 приказан је линеаризовани графикон динамичког фактора за одговарајуће интервале брзина, који веома верно репрезентује стварни, криволинијски облик динамичког фактора.

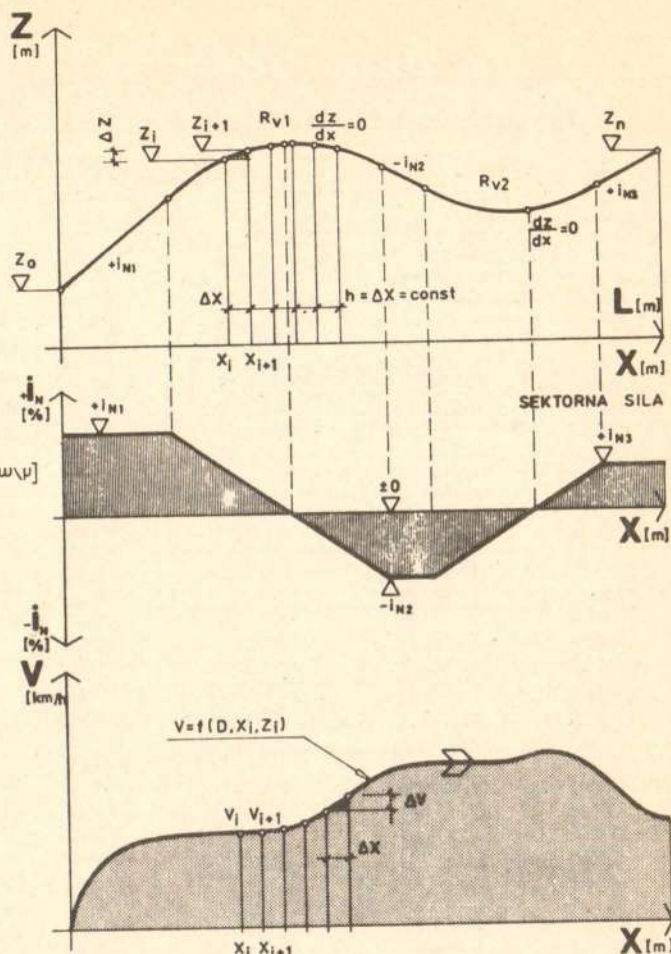
Нормални дијаграм кочења, који је приказан на сл. 2.01, служи за одређивање теоријских брзина вожње у оним случајевима када је $v_k - i_n < 0$. Систем линеарних диференцијалних једначина I реда:

$$\frac{dv}{dx} = \frac{g}{V \cdot \rho} (D(v) - (W_k(v) + \frac{Z_{i+1} - Z_i}{X_{i+1} - X_i}))$$

$$\frac{dt}{dx} = \frac{1}{v} \quad (5)$$



Сл. 1 — Линеаризовани дијаграм динамичког фактора — Z—101



Сл. 2 — Теоријски профил брзина у функцији елемената подужног профила

не може се решити експлицитно по „ v “ и „ t “ у затвореном облику, већ се до решења овог система долази неком од познатих метода за нумеричко решавање диференцијалних једначина.

Једна од најпознатијих метода решавања линеарних диференцијалних једначина и система линеарних диференцијалних једначина јесте „метода Runge-Kutta“. Ова метода спада у ред метода са повишеном тачношћу и најчешће се користи за решавање једначина и система линеарних диференцијалних једначина I реда.

На слици 2 приказан је општи облик дијаграма подужног профила са диспозицијом која се нормално среће при анализи брзине вожње и времена путовања. При решавању овог проблема потребно је у тачкама на еквидистантном одстојању одредити припадајућу вредност теоријске брзине вожње и време вожње за меродавно возило. Овај прорачун се спроводи за оба смера вожње, решење се тражи применом напред наведене „методe Runge-Kutta“.

У конкретном случају прорачуна теоријских вредности брзине вожње и времена путовања решаване су диференцијалне једначине дефинисане изразом 05. Пре почетка спровођења самог прорачуна неопходно је извршити димензионо усаглашавање па ће коначни облик једначина бити:

$$\frac{dv}{dx} = \frac{1,21}{V} (D(V, N) - (1,6 + 0,5V^2/10000) + \frac{Z_{i+1} - Z_i}{X_{i+1} - X_i}) \quad 6) \quad \text{за } i_N = \frac{Z_{i+1} - Z_i}{X_{i+1} - X_i}$$

$$\frac{dt}{dx} = \frac{1}{V}$$

7)

Почетни услови за решавање једначина су:

$$V_0 = 10 \text{ (km/h)} \quad \text{или} \quad \forall V [V_{\min} V_{\max}]$$

$$t_0 = 0 \text{ (h} \cdot 10^{-3}\text{)}$$

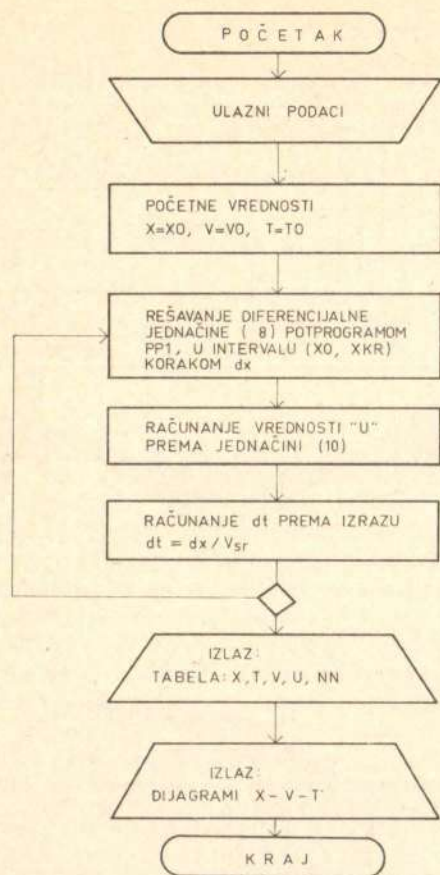
Током провођења прорачуна теоријских брзина вожње у функцији елемената подужног профила разматрана су два карактеристична случаја:

* $i_N \neq \text{const.}$

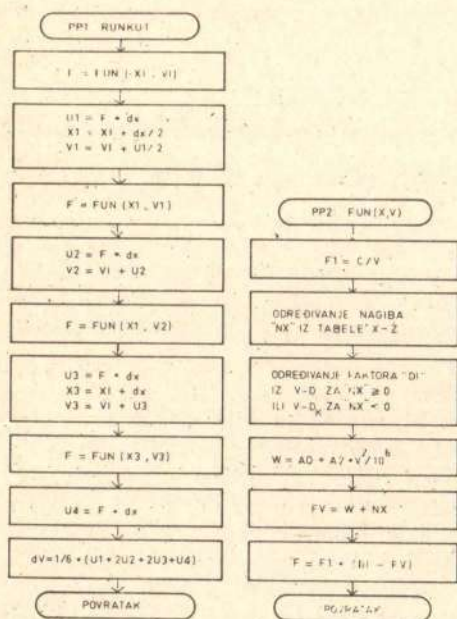
У овом случају прорачунавају се теоријске вредности трајних брзина вожње за произвољно дефинисану вредност подужног нагиба. Овде се под трајном брзином подразумева брзина вожње на нагибу неограничене дужине, односно на нагибу на коме прираштај брзине n -тог корака прорачуна тежи нули. Овај случај је детаљно анализиран у раду (Л.01) уз анализу поузданости „методe Runge-Kutta“ за извођење ових прорачуна.

* $i_N = \text{const.}$

Овај случај који карактерише нормално стање подужног профила трасе и карактеристичан је за одређивање теоријског профила брзина вожње и времена путовања. Општи облик система диференцијалних једначина кретања возила 06, односи се управо на овај случај, при чему је вредност



Сл. 3 — Блок шема алгоритма за прорачун теоријских брзина вожње, времена вожње и убрзања



Сл. 4 — Блок шема потпрограма
PP1 — решавање диференцијалне једначине
PP2 — рачунање вредности функције вожње

У зависности од циља прорачуна могу се симулирати различита стања, оптерећења мотора узимајући вредности координата из линеаризованог нормалног дијаграма вуче сагласно постављеном задатку. У овом раду анализирани су неки карактеристични случајеви прорачуна при максималном степену оптерећења мотора.

ПРОГРАМ ЗА ПРОРАЧУН ТЕОРИЈСКЕ БРЗИНЕ, ВРЕМЕНА ВОЖЊЕ И УБРЗАЊА ЗА МЕРОДАВНО ПУТНИЧКО ВОЗИЛО У ФУНКЦИЈИ ЕЛЕМЕНАТА ПОДУЖНОГ ПРОФИЛА

С обзиром на обиље нумеричких операција, само по себи се разуме да је рационалан приступ прорачуну применом електронске обраде података. На слици 3. приказана је уопштена алгоритамска структура за решавање наведеног проблема, а на слици 4. потпрограми за решавање диференцијалне једначине 3. и рачунање функције вожње.

Основне једначине за прорачун теоријске брзине вожње, времена вожње и убрзања меродавног возила, дате су следећим изразима:

а) Теоријска брзина вожње

$$\frac{dv}{dx} = \frac{1,21}{V} (D(V, N) - (1,6 + 0,5 V^2 / 10000)) + \frac{Z_{i+1} - Z_i}{X_{i+1} - X_i} \quad (8)$$

б) Време вожње $\frac{dt}{dx} = \frac{1}{V} \quad (9)$

в) Убрзање $a_i = \frac{V_j^2 - V_i^2}{25,92 \cdot \Delta x} \quad (10)$

За решавање напред наведених једначина написан је програм на ФОРТРАН језику, а на сликама 5, 6 и 7 приказани су карактеристични излазни резултати у табулисаном облику и у графичкој форми. Елементи подужног профила су дискретно дефинисани, а вертикалне кривине су апроксимирани тетивама дужине од 100 m. Примери су урађени за следеће почетне услове:

$$V_0 = 10 [\text{km/h}] \cdot t_0 = 0 [\text{h} \cdot 10^{-3}]$$

ЗАКЉУЧАК

У раду је извршена анализа теоријских трајних брзина за дискретно дефинисан нормални дијаграм вуче и дискретно дефинисан подужни профил. При том је на основу сопствено развијеног програма „ТБВ“ извршена анализа за различито дефинисане вредности вертикалних заобљења подужног профила (апроксимација вертикалне кривине тетивама од 100 m, тетивама једнаким 1/2 дужине вертикалне кривине и случај без заобљавања вертикалних прелома).

Најбољи резултати добијени су за случај апроксимације тетивама од 100 m, и ова се апроксимација може препоручити за примену.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] АНЂУС, В.: Итеративни поступак у пројектовању путева применом v-d критеријума, GF — Београд, 1978.
- [2] АНЂУС, В.: Критеријуми за оцену усклађености и хомогености елемената плана и профила пута у функцији возно-динамичких карактеристика меродавног возила, GF — Београд, 1983.
- [3] ISLIKER, R.H.: Theoretische Berechnung der Dauergeschwindigkeit von Personenwagen auf Steigungen, ORL — ETH Zürich, 1965.
- [4] КАТАНИЋ, Ј. АНЂУС, В., МАЛЕТИН, М.: Пројектовање путева, Београд, 1983.
- [5] СТОЈАНОВИЋ, М.: Нумеричке методе решавања диференцијалних и интегралних једначина, GF — Београд, 1974.

TEST PRIMER
TEORIJSKE BRZINE VOZNJE
PODUZNI PROFIL

KRETANJE U SMERU STACIONAZE OD 0.0 DO 3500.00

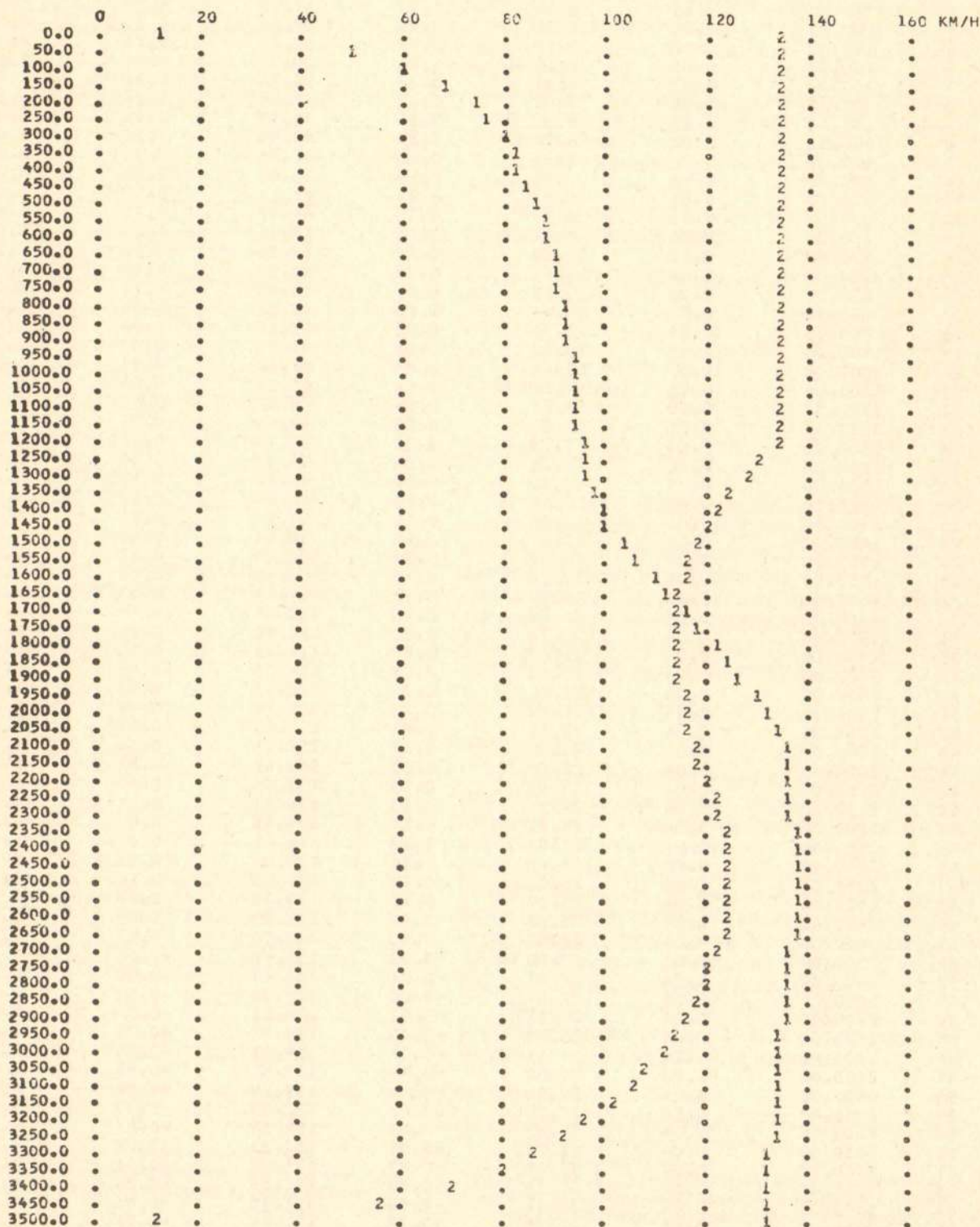
	X	DT	T	DV	V	U	NN
	0.0		0.0		10.00		
1	50.00	0.11	1.64	1.42	47.23	1.64	6.00
2	100.00	0.09	2.59	0.90	58.20	0.89	6.00
3	150.00	0.08	3.39	0.65	65.75	0.72	6.00
4	200.00	0.07	4.12	0.46	71.32	0.59	6.00
5	250.00	0.07	4.81	0.27	74.78	0.39	6.00
6	300.00	0.06	5.46	0.22	77.14	0.28	6.00
7	350.00	0.06	6.10	0.19	79.19	0.25	6.00
8	400.00	0.06	6.73	0.17	80.99	0.22	6.00
9	450.00	0.06	7.34	0.15	82.56	0.20	6.00
10	500.00	0.06	7.94	0.13	83.95	0.18	6.00
11	550.00	0.06	8.53	0.12	85.19	0.16	6.00
12	600.00	0.06	9.11	0.10	86.28	0.15	6.00
13	650.00	0.06	9.69	0.09	87.26	0.13	6.00
14	700.00	0.06	10.26	0.08	88.14	0.12	6.00
15	750.00	0.06	10.82	0.07	88.93	0.11	6.00
16	800.00	0.06	11.38	0.07	89.63	0.10	6.00
17	850.00	0.06	11.94	0.06	90.26	0.09	6.00
18	900.00	0.06	12.49	0.05	90.84	0.08	6.00
19	950.00	0.05	13.04	0.05	91.35	0.07	6.00
20	1000.00	0.05	13.59	0.04	91.82	0.07	6.00
21	1050.00	0.05	14.13	0.04	92.24	0.06	6.00
22	1100.00	0.05	14.67	0.04	92.62	0.05	6.00
23	1150.00	0.05	15.21	0.03	92.96	0.05	6.00
24	1200.00	0.05	15.75	0.03	93.27	0.04	6.00
25	1250.00	0.05	16.28	0.04	93.57	0.04	5.00
26	1300.00	0.05	16.81	0.08	94.44	0.13	5.00
27	1350.00	0.05	17.34	0.10	95.24	0.12	3.00
28	1400.00	0.05	17.86	0.18	97.14	0.28	3.00
29	1450.00	0.05	18.37	0.18	98.87	0.26	1.00
30	1500.00	0.05	18.87	0.25	101.54	0.41	1.00
31	1550.00	0.05	19.36	0.25	103.95	0.38	-1.00
32	1600.00	0.05	19.83	0.31	107.18	0.53	-1.00
33	1650.00	0.05	20.29	0.29	110.08	0.49	-3.00
34	1700.00	0.04	20.74	0.31	113.50	0.59	-3.00
35	1750.00	0.04	21.17	0.27	116.32	0.50	-4.00
36	1800.00	0.04	21.60	0.29	119.35	0.55	-4.00
37	1850.00	0.04	22.01	0.27	122.15	0.52	-4.00
38	1900.00	0.04	22.42	0.25	124.74	0.49	-4.00
39	1950.00	0.04	22.81	0.23	127.15	0.47	-4.00
40	2000.00	0.04	23.20	0.22	129.39	0.44	-4.00
41	2050.00	0.04	23.59	0.20	131.48	0.42	-4.00
42	2100.00	0.04	23.96	0.19	133.44	0.40	-4.00
43	2150.00	0.04	24.34	0.18	134.43	0.20	-4.00
44	2200.00	0.04	24.71	0.18	134.43	0.0	-4.00
45	2250.00	0.04	25.08	0.18	134.43	0.0	-4.00
46	2300.00	0.04	25.45	0.18	134.60	0.04	-3.37
47	2350.00	0.04	25.82	0.13	135.09	0.10	-3.37
48	2400.00	0.04	26.19	0.12	135.21	0.03	-2.12
49	2450.00	0.04	26.56	0.02	135.63	0.09	-2.12
50	2500.00	0.04	26.93	-0.00	135.76	0.03	-0.87
51	2550.00	0.04	27.30	-0.02	135.48	-0.06	-0.87
52	2600.00	0.04	27.67	-0.01	135.38	-0.02	0.37
53	2650.00	0.04	28.04	-0.02	135.03	-0.07	0.37
54	2700.00	0.04	28.41	-0.02	134.85	-0.04	1.00
55	2750.00	0.04	28.78	-0.04	134.42	-0.09	1.00
56	2800.00	0.04	29.15	-0.04	134.01	-0.09	1.00
57	2850.00	0.04	29.52	-0.04	133.62	-0.08	1.00
58	2900.00	0.04	29.90	-0.04	133.25	-0.08	1.00
59	2950.00	0.04	30.27	-0.03	132.89	-0.07	1.00
60	3000.00	0.04	30.65	-0.03	132.55	-0.07	1.00
61	3050.00	0.04	31.03	-0.03	132.23	-0.07	1.00
62	3100.00	0.04	31.41	-0.03	131.92	-0.06	1.00
63	3150.00	0.04	31.79	-0.03	131.63	-0.06	1.00
64	3200.00	0.04	32.17	-0.03	131.35	-0.06	1.00
65	3250.00	0.04	32.55	-0.03	131.09	-0.05	1.00
66	3300.00	0.04	32.93	-0.02	130.83	-0.05	1.00
67	3350.00	0.04	33.31	-0.02	130.60	-0.05	1.00
68	3400.00	0.04	33.69	-0.02	130.37	-0.05	1.00
69	3450.00	0.04	34.08	-0.02	130.15	-0.04	1.00
70	3500.00	0.04	34.46	-0.02	129.94	-0.04	1.00

Сл. 5 — Излазни резултати теоријских брзина возње (V), времена путовања (T) и убрзања (U)

TEST PRIMER
TEORIJSKE BRZINE VOZnje
PODUZNI PROFIL

DIJAGRAM PUT-BRZINA

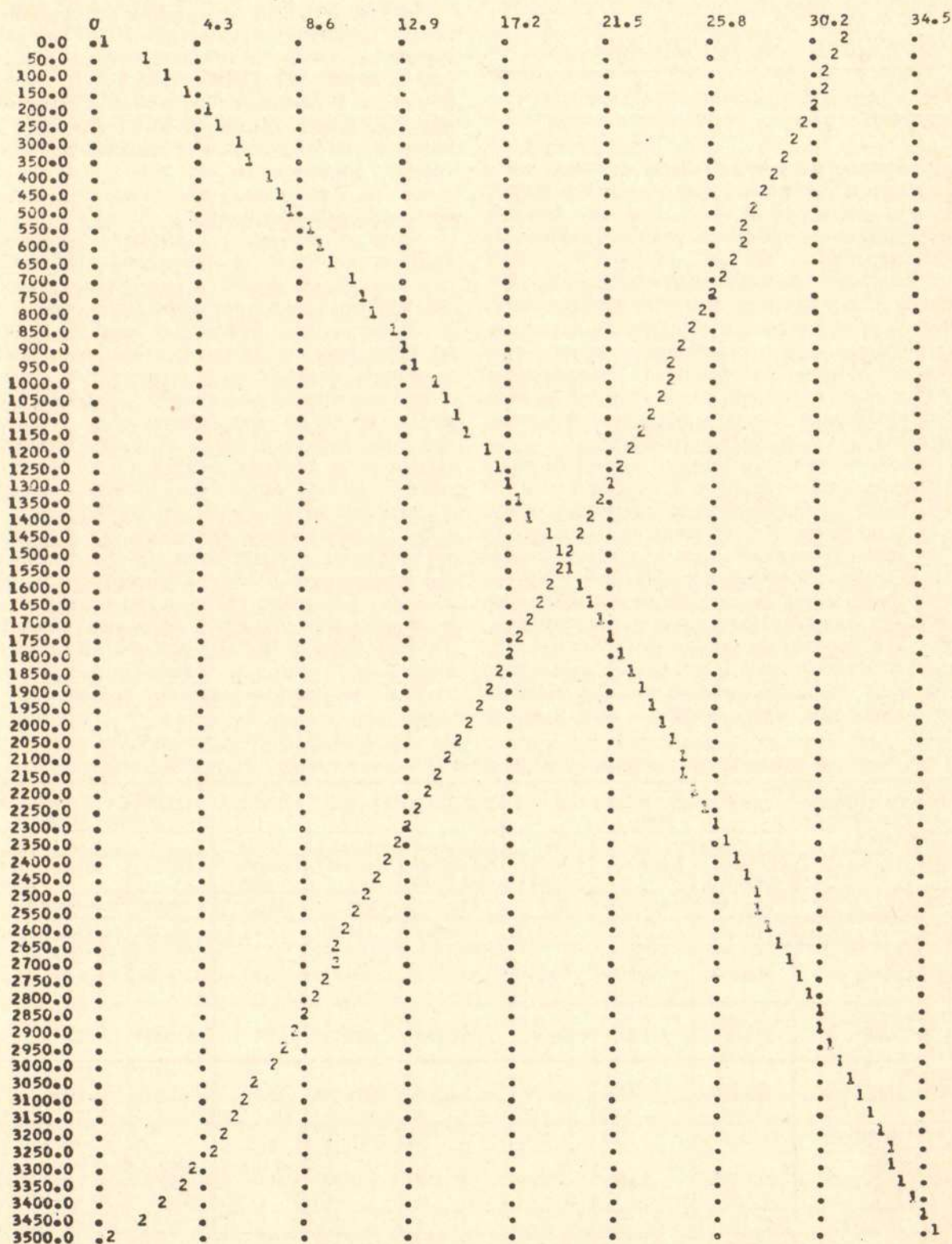
1 - U SMERU STACIONAZE OD C.0 DO 3500.00 KM
2 - U SUPROTNOM SMERU



Сл. 6 — Дијаграм пут-брзина

TEST PRIMER
TEORIJSKE BRZINE VOZNJE
PODUZNI PROFIL

DIJAGRAM PUT-VREME
1 - U SMERU STACIONAZE OD C.0 DO 3500.00 KM
2 - U SUPROTNOM SMERU



Сл. 7 — Дијаграм пут-време

Снабдевање Београда техничким грађевинским каменом

Мр СЛОБОДАН ЦМИЉАНИЋ, дипл. инж. геол.

УВОД

Технички грађевински камен као најдуже и највише коришћени грађевински материјал, и поред употребе многих нових, остаје и даље основни материјал за различите намене у грађевинарству.

Под појмом технички грађевински камен обухваћене су све камените врсте стена које имају таква физичко-механичка својства да задовољавају техничке услове квалитета за израду грађевинских објеката или појединих елемената инжењерских конструкција. Осим чврстих везаних стена у технички камен су увршћене и растресите стене: песак, шљунак и дробине.

Учешће техничког камена у појединим конструкцијама или елементима конструкција, у зависности од места или начина уграђивања, креће се од 70 до 100%. Из тих разлога је неопходно веома добро познавање квалитета техничког камена, како би се извршио правилан избор и уградио технички камен онаквог квалитета који може да издржи одређена напрезања у конструкцији. Осим тога, камени материјал мора бити и јефтин, тј. да технологија његове производње није скупа и да трошкови превоза не буду већи од цене производње. Треба имати у виду и то да

је поред избора више врста техничког камена неопходно и да га има у довољној количини и да је сталног квалитета.

ПОТРЕБЕ БЕОГРАДА ЗА ТЕХНИЧКИМ ГРАЂЕВИНСКИМ КАМЕНОМ

Београд је један од највећих потрошача техничког грађевинског камена у нашој земљи. Од укупне потрошене количине техничког грађевинског камена у СР Србији (ван САП), око 50% се троши у Београду. На основу статистичких података Завода за статистику СР Србије, у Београду се око 70% техничког грађевинског камена троши у нискоградњи, око 28% у високоградњи и око 2% у завршним, занатским и осталим радовима у грађевинарству.

Када се говори о садашњим и будућим потребама Београда за техничким грађевинским каменом, добру основу за ова разматрања даје статистички преглед потрошње техничког грађевинског камена у Београду у периоду од 1970. до 1980. (видети табелу 1). Табеларни преглед потрошње показује да је у протеклој деценији потрошња свих врста техничког грађевинског камена у Београду удвостручена и да је расла по просечној годишњој стопи од 6,6%. Карактеристично је за протеклу деценију и то да су највише употребљавани шљунак и песак — од укупно потрошених количина техничког камена чине 85%. Посебно треба нагласити да је у протеклој деценији у грађевинарству Београда било карактеристично да су сви капацитети били запослени са сталном тенденцијом повећања и да је највећа запосленост и изградња објеката у Београду била у 1979/80. години. Паралелно са повећањем упослености грађевинске оперативе расла је и производња техничког грађевинског камена.

Табела 1. Потрошња техничког грађевинског камена у СР Србији и Београду у периоду 1970. до 1980. године

АГРЕГАТИ И ПРОФИЛИСАНИ МАТЕРИЈАЛИ ОД КАМЕНА (НОМЕНКЛАТУРА mm 191 ИЗ 1970. ГОД.)	ГОДИШЊА ПОТРОШЊА 1970.			ГОДИШЊА ПОТРОШЊА 1980.			ГОДИШЊА ПОТРОШЊА У БЕОГРАДУ		
	Територија СР Србије (ван САП)	Од тога Београд	% потрош. у Беогр.	Територија СР Србије (ван САП)	Од тога Београд	% потрош. у Беогр.	1970.	1980.	Просечна стопа раста
ШЉУНАК m ³	4.088.780	2.351.049	57,5	7.690.237	4.606.300	59,9	2.351.049	4.606.300	7,0
ПЕСАК m ³	710.029	355.725	50,1	932.882	519.264	55,7	355.725	519.264	3,8
ЛОМЉЕНИ КАМЕН СВИХ ВРСТА m ³	366.042	144.587	39,5	953.506	409.415	42,9	144.587	409.415	11,0
ТУЦАНИ КАМЕН СВИХ ВРСТА m ³	895.093	231.829	25,9	798.760	203.070	25,4	231.829	203.070	-1,3
МЛЕВЕНИ КАМЕН СВИХ ВРСТА m ³	293.480	85.696	29,2	941.111	269.746	28,7	85.696	269.746	12,2
ОСТАЛИ ПРОФ. МАТЕРИЈАЛИ ОД КАМЕНА (ИВИЧЊАЦИ, КОЛОБРАНИ И ДР.) m ³	12.788	2.455	19,2	31.255	9.957	31,8	2.455	9.957	15,0
УКУПНО m ³	6.366.212	3.171.341	49,8	11.347.751	6.017.752	53,0	3.171.341	6.017.752	6,6
КАМЕНЕ КОЦКЕ хиљада комада	8.275	3.873	46,8	3.787	1.641	43,3	3.873	1.641	-6,0

Грана делатности: високоградња (501); нискоградња (502); завршни и занатски радови (503)

Међутим, после 1980. године дошло је до наглог опадања грађења у Београду што је изазвало пад потрошње техничког грађевинског камена. Тако, на пример 1982. године, пад потрошње техничког камена у односу на 1980. годину износи 30% да би се тенденција пада наставила и у току 1983. године. Очекује се да ће се овакав тренд наставити до 1985. године или да ће бити на нивоу 1983. год., а да ће тек после 1985. године доћи до оживљавања производње, односно повећања обима грађења. Прогнозира се да ће у 1990. години потребе града Београда за техничким грађевинским каменом бити веће за око 10% у односу на 1980. годину (видети табелу II).

НАЛАЗИШТА ИЗ КОЈИХ СЕ БЕОГРАД СНАБДЕВА ТЕХНИЧКИМ ГРАЂЕВИНСКИМ КАМЕНОМ

У протеклом периоду, снабдевање Београда техничким грађевинским каменом обављало се претежно из налазишта која су ван подручја града. Свега 10 до 15% техничког камена коришћено је из налазишта са подручја града. Заједничка карактеристика свих налазишта је да су удаљена од Београда у просеку преко 100 km и да је цена превоза каменних материјала претежно била већа од цена производње. Данас, као и протекле деценије, шљунак „Моравца“ је основни грађевински материјал. Највећим делом се експлоатише у кориту реке Дунава, на више деоница од ушћа Велике Мораве у Дунав до Рама. Мање количине шљунка добијају се из налазишта око Мале Крсне, Смедерева, Пожареваца и, у последње време, из Тамнаве. Природни ситнозрни песак се експлоатише из Дунава и Саве, а песак крупнијег зрна „шљунковит песак“ се добија сепарисањем шљунка „Моравца“ и других.

Снабдевање Београда ломљеним, дробљеним и млевеним материјалима карбонатног састава обавља се из следећих каменолома:

— млевени материјал (камено брашно филер) из „Венчаца“, „Рујевац“, код Љига и „Стражевица“ код Баточине.

— дробљени агрегати раздвојени у фракције, из „Града“ код Голубца, „Ладних Вода“ код Петровца на Млави, „Ковиловаче“ код Деспотовца, „Стражевице“ и „Градца“ код Баточине, „Мезулане“ са Рудника, „Подбукова“ код Ваљева, „Кијева“ код Београда и др.

— ломљени камен из „Града“ код Голубца, Кијева и др.

Снабдевање ломљеним дробљеним и млевеним материјалима силикатног састава обавља се из следећих каменолома:

— млевени и дробљени агрегати раздвојени у фракције из „Бисине“ код Рашке, „Каменице“ код Краљева и „Крша“ код Љубовије,

— обрађени и полуобрађени камен из „Славковице“ код Љига, „Заграђа“ код Рудника, „Каменице“ код Краљева, „Радаља“ код Малог зворника и „Брајковца“ код Лазаревца.

МОГУЋНОСТИ СНАБДЕВАЊА У НАРЕДНОМ ПЕРИОДУ

При разматрању могућности снабдевања Београда техничким каменом у наредном периоду мора се имати на уму следеће:

— Снабдевање шљунком „Моравцем“ биће све теже. Наиме, изградњом бране на Ђердапу дошло је до успоравања тока воде и уместо песковитог шљунка све се више вади шљунковит песак који не задовољава главне потребе нискоградње и високоградње. Отварање нових шљункара у старим речним терасама поред Велике Мораве биће све теже реализовати јер се уништавају знатне површине обрадивог земљишта.

Као замена шљунку мора се ићи на дробљене материјале од карбонатних стена али се при томе мора водити рачуна да транспортни трошкови буду што мањи, односно да лежишта кар-

Табела 2. Потрошња техничког грађевинског камена 1982. године у СР Србији и Београду, са прогнозом потрошње за 1990.

АГРЕГАТИ И ПРОФИЛИСАНИ МАТЕРИЈАЛИ ОД КАМЕНА (НОМЕНКЛАТУРА ММ 247 ИЗ 1980. ГОД.)	ГОДИШЊА ПОТРОШЊА 1982.			ГОДИШЊА ПОТРОШЊА У БЕОГРАДУ		
	ТЕРИТОРИЈА СР СРБИЈЕ (ВАН САП)	ОД ТОГА БЕОГРАД	% ПОТРОШЊЕ У БЕОГРАДУ	1982.	1990*	просечна стопа раста*
ШЉУНАК m ³	5.191.762	2.809.156	54,1	2.809.156	4.500.000	6,1
ПЕСАК m ³	691.688	288.640	41,7	288.640	400.000	4,2
ЛОМЉЕНИ ТЕХНИЧКИ КАМЕН СВИХ ВРСТА m ³	580.835	231.880	39,9	231.880	450.000	8,6
ТУЦАНИКИ КАМЕНА СИТНЕЖ m ³	1.300.233	364.922	28,0	364.922	550.000	5,3
АГРЕГАТ ЗА БЕТОН m ³	832.337	549.717	66,0	549.717	800.000	4,8
ПРОФИЛИСАНИ МАТЕРИЈАЛИ ОД КАМЕНА, ИВИЧЊАЦИ, КО- ЛОБРАНИ, КАМЕНЕ КОЦКЕ И ДР. m ³	44.433	11.024	24,8	11.024	20.000	7,7
ТЕРАЦО ГРАНУЛАТИ t	11.657	7.388	63,3	7.388	10.000	3,9
УКУПНО m ³	8.647.116	4.259.033	49,2	4.258.839	6.730.000	5,9

Објашњење: * прогнозирана потрошња

бонатних стена буду на подручју Београда, тј. што ближе граду и месту уграђивања.

Француска искуства говоре да се цена агрегата удвостручује ако је место уграђивања удаљено 30 до 50 km уколико се користи копнени превоз, односно око 100 km ако се користи речни. Наша најновија сазнања о утицају врста и дужине превоза на цену агрегата су веома слична.

Снабдевање Београда висококвалитетним агрегатима од силикатних стена и у наредном периоду биће тешко решиво јер на подручју града и у суседним регионима ближе Београду нису до сада пронађена већа налазишта камена која задовољавају техничке услове квалитета. Због тога ће се вероватно и у наредном периоду користити исти материјали као и до сада.

Имајући у виду да 50% техничког камена у СР Србији (ван САП) троши Београд и да се свега 10-15% од потребних количина произведе на подручју града, питању обезбеђења производње техничког камена мора се посветити дужна пажња.

Пре свега производњу у постојећим активним налазиштима на подручју града треба проширити. Каменолом кречњака у Кијеву треба проширити, повећати производњу и проширити асортиман производа. Повећати производњу природног и сепарисаног шљунка у Тамнави.

За изналагање нових лежишта техничког камена на подручју града, пре свега кречњака, треба што пре почети са систематским истраживањима. На одабраним локалитетима треба спровести детаљна истраживања и на најповољним локацијама за град, отворити један или више каменолома односно индустрија за прераду камена.

У наредном периоду требало би ићи на таква решења која ће омогућити да се асфалтне и бетонске базе великих капацитета налазе поред индустрије камена чиме би се са једне стране објединили уситњену производњу асфалта и бетона размештену по свим деловима града, а са друге стране омогућили производњу асфалтних и бетонских маса у највећем делу године.

Истовремено би требало приступити истраживању и примени отпадних материјала као пунила или за делимичну замену каменог агрегата (песак „Дунавац“ и „Моравац“ у комбинацији са летећим пепелом, згуром, шљаком, отпаcima при сагоревању смећа и сл.).

Анализа зауставног пута меродавног возила у функцији вознодинамичких параметара

ДУШАН САКУЛСКИ, дипл. инж.

УВОД

На безбедност и ефикасност путног саобраћаја равноправно утичу три основна чиниоца: возач, возило и пут. Ови чиниоци су разнородни по својој физичкој природи и појавним облицима, па су и њихови утицаји различити. Но, дејство ових утицаја на догађаје у саобраћају је, по правилу, узајамно. Због тога се савремено пројектовање путева мора темељити на једновременом уважавању законитости које проистичу из понашања човека и физичких могућности возила и пута.

СИЛЕ КОЈЕ ДЕЛУЈУ НА МОТОРНО ВОЗИЛО

Тежина возила

Тежина возила, тј. њена компонента, може бити пропулзивна ако се возило креће на паду, отпорна ако се креће на успону и поремећајна ако се креће на путу са израженим попречним нагибом.

Отпор нагиба

У случају када се возило креће на успону његовом кретању се супротставља отпор успона W_i који зависи од тежине возила и вредности угла нагиба. Овај отпор представља компоненту силе тежине G , паралелан је површини коловоза, а супротан је смера у односу на смер кретања.

$$W_i = G \cdot \sin \alpha = G \cdot i \quad (1)$$

Отпор нагиба је директно пропорционалан величини нагиба и има знак (+) за успон а (-) за пад. Негативна вредност W_i делује као допунска пропулзивна сила.

Отпор инерцијалних сила

При свакој промени брзине праволинијског трансляторног кретања возила појавиће се отпор овој промени у виду реакције масе возила тј. у виду инерцијалних сила и инерцијалних момената. Сила инерције при праволинијском трансляторном кретању (R_a) одређена је изразом

$$R_a = m \cdot \delta \cdot \frac{dv}{dt} \quad (2)$$

при чему је: $m = G/g$ маса возила

δ коефицијент утицаја ротирајућих маса

Отпор ваздуха

Отпор ваздуха представља резултат сложених аеродинамичких појава средине у којој се возило креће. Основне компоненте потичу од вртложења, тј. од разлике притисака на предњем и задњем делу возила и од трења у граничном слоју између честица ваздуха и површине возила. Укупна сила притиска (отпор ваздуха) износи:

$$W_v = 0,005 \cdot c \cdot A \cdot V_r^2 \quad (3)$$

при чему је: W_v отпор ваздуха
 c аеродинамичка карактеристика каросерије
 A ударна површина возила
 V_r релативна брзина возила, (km/h)

Отпор котрљању

Отпор котрљања је један од најзначајнијих и увек присутних отпора кретању возила. У случају највећих поједностављења усваја се да је коефицијент отпора котрљања константна величина и да зависи искључиво од врсте кретања и врсте подлоге. За тачније анализе потребно је ићи на прецизније одређивање величине коефицијената отпора котрљања. Због своје једноставности, у прорачуну је коришћен следећи израз:

$$\varphi_t = \varphi_0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot v^2 \quad (4)$$

при чему је: φ_t коефицијент отпора котрљања
 φ_0 коефицијент експериментално одређен

Трење

Да би дошло до кретања возила, тј. до претварања ротације погонских точкова у линијско кретање, неопходан је услов да између погонских точкова и коловозног застора постоји одређено приањање, тј. одговарајући отпор клизању већи или једнак вучној сили. Такође, и кочење возила се остварује захваљујући овој врсти отпора.

Утврђивање нормираних вредности за коефицијент тангенцијалног трења клизања ($f_{t \max}$), на основу експерименталних мерења при условима блокираног точка и проклизавању од 100%, извршено је статистичком обрадом резултата, чиме је обухваћено 95% свих измерених вредности. Тиме је утврђена аналитичка зависност ($f_{t \max} - v$) и представљена следећим изразом

$$f_{t \max} = 2,773 (v/100)^2 - 2,304 (v/100) + 0,615 \quad (5)$$

или, ако се изврши трансформација

$$v(m/s) = V(km/h)/3,6 \quad (6)$$

добивамо

$$f_{t \max} = 0,214 (V/100)^2 - 0,640 (V/100) + 0,615 \quad (7)$$

Приликом вожње кроз кривину у додирној равни пнеуматика и коловоза реализују се тангенцијалне и радијалне силе које директно утичу на питање попречне и подужне стабилности возила. Питање које се при томе намеће јесте у

ком односу се налазе ангажовани коефицијенти тангенцијалног и радијалног трења, зависно од брзине вожње кроз кривину, уз неопходан услов да у свакој тачки буде задовољена релација

$$\vec{f} = \vec{f}_t + \vec{f}_r, \quad \text{тј.} \quad f = \sqrt{f_t^2 + f_r^2} \quad (8)$$

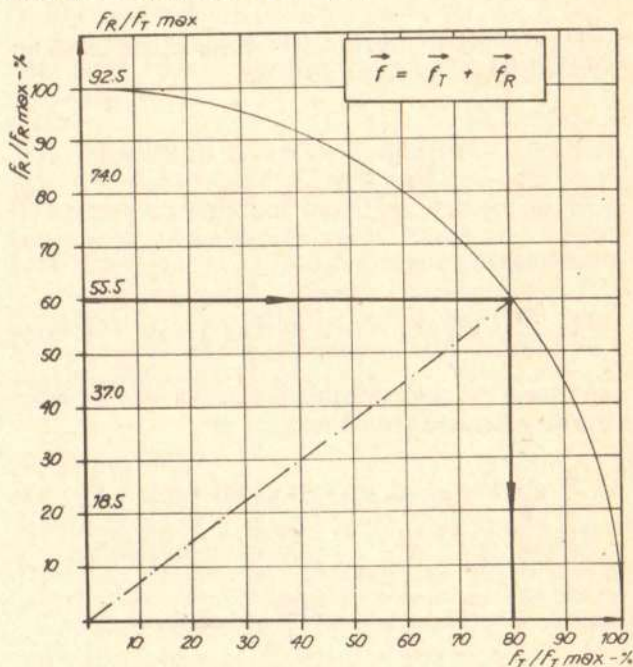
Према нашим прописима за пројектовање усвојен је следећи однос

$$f_t / f_{t \max} = 80 \%, \quad \text{тј.} \quad f_r / f_{r \max} = 60\%, \quad (9)$$

За одређивање нормираних вредности $f_{t \max}$ установљен је однос

$$f_{r \max} / f_{t \max} = 0,925 \quad (10)$$

како је то приказано на сл. 1.



Сл. 1 — Процентиални однос између примењених вредности коефицијената тангенцијалног и радијалног трења

На основу напред утврђених односа, вредност коефицијента тангенцијалног трења клизања се може написати као

$$f_t = 0,171 (V/100)^2 - 0,512 (V/100) + 0,492, \quad V(km/h), \quad (11)$$

$$f_t = 2,216 (v/100)^2 - 1,843 (v/100) + 0,492, \quad v(m/s), \quad (12)$$

На основу ових израза могуће је за произвољну вредност брзине одредити вредност коефицијента тангенцијалног трења клизања.

ЗАУСТАВНИ ПУТ

Пут који пређе возило од тренутка када возач уочи сметњу на коловозу до момента заустављања возила назива се зауставни пут. Он се састоји из две основне деонице: прву чини пут слободне вожње за време реакције возача, док се друга деоница састоји из пута кочења, тј. пута који возило пређе од тренутка активирања кочице до заустављања:

$$L_{zp} = L_r + L_{zf} + \Delta L \quad (13)$$

при чему је:

L_{zp} — зауставни пут

L_r — пут слободне вожње

L_{zf} — пут при форсираном кочењу

ΔL — сигурносни размак возила заустављеног испред сметње (10 m)

Пут слободне вожње

Пут слободне вожње је пут који пређе возило од тренутка уочавања сметње па до тренутка активирања кочнице

$$L_r = V/1,8 \quad V(\text{km/h}), \quad (14)$$

Пут при форсираном кочењу

На основу II Њутновог закона може се написати једначина коченог возила

$$m\ddot{x} = \Sigma K \quad (15)$$

$$m \frac{dv}{dt} = \Sigma \frac{M_k + M_{ft}}{r_d} + W_i + W_v \quad (16)$$

ако ставимо да је

$$\Sigma \frac{M_k}{r_d} = f_t \cdot G, \text{ и } \Sigma \frac{M_{ft}}{r_d} = \varphi_t \cdot G \quad (17)$$

долазимо до диференцијалне једначине коченог возила у развијеном облику

$$\frac{dv}{dt} \frac{G}{g} \delta = \varphi_t \cdot G + f_t \cdot G \pm i \cdot G + 0,5c \cdot A \cdot 0,125 \cdot v_{rel}^2 \quad (18)$$

одакле се, решавањем по $\frac{dv}{dt}$, добија

$$\frac{dv}{dt} = \frac{g}{\delta} (\varphi_t + f_t \pm i + W) \quad (19)$$

при чему је: M_k — момент кочења точка

M_{ft} — момент отпора котрљању

r_d — полупречник точка

w — јединична сила отпора ваздуха (W_v/G)

Интеграцијом ове диференцијалне једначине добија се пут кочења изражен у функцији брзине

$$L_{zf} = \int v \cdot dt = \frac{\delta}{g} \int \frac{v}{y_v} \cdot dv \quad (20)$$

при чему је са y_v обележен израз у функцији брзине

$$y_v = v^2 (2,216 \cdot 10^{-4} + 0,5 \cdot 10^{-6} + \frac{0,0625 \cdot c \cdot A}{G}) - 1,843 \cdot 10^{-2} \cdot v + 0,507 \pm 0,01 \cdot i \quad (21)$$

Ако у (21) уврстимо вредност за $c = 0,35$

$A = 1,70 \text{ m}^2$ (ZASTAVA 101)

$G = 850 \text{ kp}$

добивамо коначан израз за функцију y_v

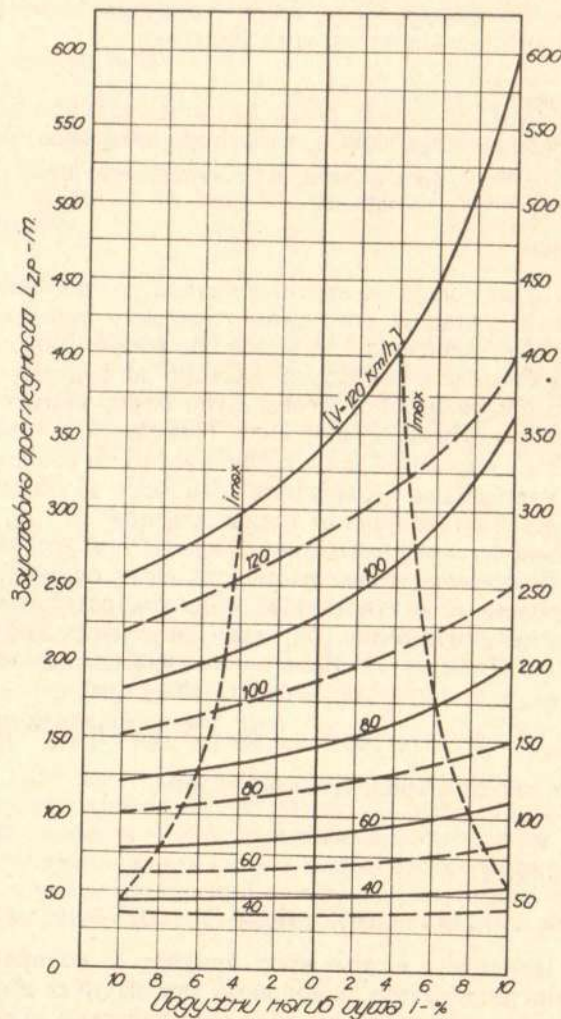
$$y_v = 2,576 \cdot 10^{-4} \cdot v^2 - 1,843 \cdot 10^{-2} \cdot v + 0,507 \pm 0,01 \cdot i \quad (22)$$

Уврштењем израза (22) у израз (20) добијамо

$$L_{zf} = \frac{\delta}{g} \int_0^v \frac{v}{2,576 \cdot 10^{-4} \cdot v^2 - 1,843 \cdot 10^{-2} \cdot v + 0,507 \pm 0,01 \cdot i} dv \quad (23)$$

Интеграцијом овог израза добијамо образац за пут кочења у функцији брзине

$$L_{zf} = 207,752 \cdot \ln \frac{0,1988 \cdot 10^{-4} \cdot v^2 - 0,5119 \cdot 10^{-2} \cdot v + 0,507 \pm 0,01 \cdot i}{0,507 \pm 0,01 \cdot i} + \frac{765,77}{\sqrt{1,827 \pm 0,103 \cdot i}} \cdot \arctg \frac{\sqrt{1,827 \pm 0,103 \cdot i} \cdot 10^{-2} \cdot v}{3,65 \pm 0,072 \cdot i - 1,843 \cdot 10^{-2} \cdot v} \quad (24)$$



Сл. 2 — Зауставна преједносност у функцији вознодинамичких параметара

Напомена:

У изразу (23) брзина меродавног возила је $v(\text{m/s})$, док је у изразу (24) $V(\text{km/h})$. Њихова међусобна веза је

$$v = V/3,6$$

Зауствавна прегледност

У свим позицијама ситуационог плана, а посебно у кривинама радијуса мањег од $R/1000 \text{ m}$, потребно је да возач испред себе сагледа одсек пута на коме ће бити у стању да у случају појаве непокретне сметње на коловозу безбедно заустави возило. У овом случају његова визура прегледности (P) треба да буде равна дужини зауствавног пута при форсираном кочењу

$$P = L_{zp} = L_r + L_{zf} + \Delta L \quad (25)$$

Визура зауствавне прегледности, по правилу, треба да буде остварена на сваком месту. Ова величина представља неопходан услов за испуњење полазне претпоставке да пут гарантује безбедну вожњу програмираном рачунском брзином.

ЗАКЉУЧАК

На основу извршене анализе зауствавног пута у функцији вознодинамичких параметара може се закључити следеће:

1) На основу расподеле коефицијента трења на 80% f_t и 60% f_r (Правилник о пројектовању

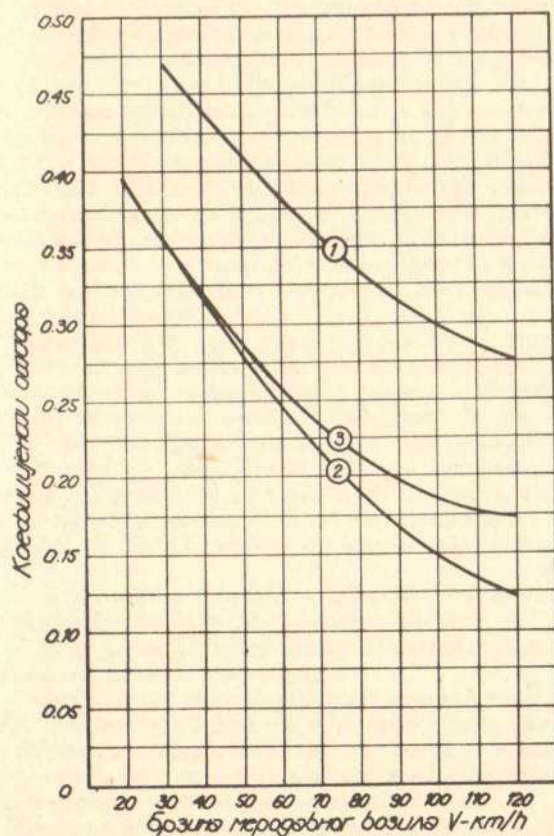
јавних путева изван насеља), где је трење у функцији рачунске брзине, добијене су вредности зауствавног пута (L_{zp}). Анализа је вршена за возило „ЗАСТАВА 101“ и на слици 2 је дат њен графички приказ. Може се видети да се добијене вредности (означене пуним линијама) разликују од вредности рачунатих на основу Правилника о пројектовању јавних путева изван насеља (испрекидане линије). Разлика потиче од различитог приступа анализи коефицијената трења клизања, трења котрљања и отпора ваздуха. Ради бољег упоређивања на слици 3 је дат графички приказ ових коефицијената, где је:

- 1) крива вредности ($f_t + u$) из Правилника о пројектовању јавних путева изван насеља,
- 2) крива вредности f_t на основу (11)
- 3) крива вредности ($f_t + w$) где је са w обележена јединична вредност силе отпора ваздуха (W_v / G)

2) Вредности зауствавног пута (сл. 2 пуне линије) су нешто веће и од вредности добијених на основу досадашњег искуства. Разлог за то је расподела коефицијента трења клизања у односу 80% : 60% ($f_t : f_r$). Ако би се овај однос изменио, тј. ако би се повећало учешће тангенцијалног трења клизања, добиле би се, на основу (24), мање дужине пута при форсираном кочењу а тиме и мање дужине зауствавног пута.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] М. Mitschke; Dynamik der kraftfahrzeuge, Berlin, 1972
- [2] Ј. Катанић; В. Анђус; М. Малетин; Пројектовање путева I Београд, 1978.
- [3] Д. Симић; Моторна возила Београд, 1973.
- [4] Д. Јанковић; Ј. Тодоровић; Теорија кретања моторних возила Београд, 1978.



Сл. 3 — Коефицијент отпора у функцији брзине меродавног возила

Неке примедбе на објављени чланак др М. Ивановића у часопис „Пут и саобраћај“

РИСТО ТАЛЕВ, дипл. инж.

Чланак објављен у часопису „Пут и саобраћај“ бр. 3—4/83. године под насловом „Елементи конгруентних кривина“ др М. Ивановића има за циљ, како и сам аутор наводи, да се са његовим студијама о конгруентним кривинама упозна наша стручна јавност да она о тим студијама да „мериторну критику и оцену“.

У вези са овим апелом аутора и редакције часописа желим да овим прилогом допринесем појашњавању проблема о поменутим конгруентним кривинама.

До сада сам чекао у нади да ће сам аутор или неко други од стручњака увидети пропусте који су учињени у томе напису, вероватно случајно, и извести читаоце о томе. Пошто се до сада нико није јавио одлучио сам да ја дам своје примедбе благовремено да не би читаоци покушавали да примењују овај алгоритам са недостацима, које, по моме мишљењу, поседује и које би требало појаснити. Моје примедбе се састоје у следећем:

— Чланак је непотпун зато што аутор у прилогу не наводи списак литературе на којој се студија базира, а где би читаоци по потреби могли наћи одговарајућа објашњења за све оно што је у чланку остало недоречено а таквих, недовољно објашњених појмова, у овом напису има подоста.

— Аутор не даје бар неколико нумеричких примера из којих би читаоци могли да провере или да упореде резултате са обрасцима и поступком који се наводи у напису.

— У напису се уочавају неке битне штампарске грешке које могу да заведу просечне читаоце, на пр. на слици 1, где угао τ_L код тачке „0“ није исправно показан.

— На слици 1 приказано је да је ΔR и у правцу и у кружној кривини $k_1 - k_2 = \Delta R$ исти, што је немогуће у случајевима када се користи само један хомотетични центар „0“, како је на слици показано. Случај који је на слици показан могућ је искључиво и само кад се захтева да коловоз у правцу буде већи од оног у кружној кривини, а то је у пракси неприхватљиво. Може према слици 1 и обрнуто да се усвоји ΔR у правцу, а да се толерише у кружној кривини мања ширина коловоза што би била бесмислица.

— Ако се жели да цела сложена кривина ($kl_1 + kr_1 + kl_1$) добије одговарајућу „конгруентну кривину“ такође сложену ($kl_2 + kr_2 + kl_2$), онда је то могуће само са хомотетичним центром који је изван центра кружне кривине „0“. За овај случај, да би се он примењивао у пракси, потребна је сагласност са неким одобреним правилником

за путеве зато што је у овом случају ширина коловоза захтевана и једнака само у тачкама на „РРК“ и на „КРК“ док је ширина коловоза између тих тачака променљива (али за то су кривине стварно конгруентне и паралелне).

— Најбоље решење се добија само у случају са коришћењем два хомотетична центра. И за овај случај је потребна сагласност преко прописа пошто „R“ у додирној тачки КРК и РКК није исти и за прелазницу и за кружну кривину. У овом случају је разлика у вредности оближњих радијуса дозвољена по прописима па је, према томе, то једини случај када се конгруентне кривине могу да примене.

— Све ове примедбе које сам навео веома се јасно уочавају на Патенту бр. 3047/80, као и у неким мојим написима које сам објавио или ћу објавити ако буде могуће или потребно.

Да би се све наведене или ненаведене примедбе уочиле што јасније препоручује се аутору да одмах објави у целини оба текста одговарајућих студија одобрених од Академије Босне и Херцеговине и Грађевинског факултета у Сарајеву.

— За све случајеве сложених конгруентних кривина које аутор наводи у напису није могуће дати ауторитативне примедбе зато што за њих недостају одговарајуће формуле или одговарајући нумерички примери.

Терминолошки речник из области путева

отварање јавне дискусије

После дуже дискусије о потреби и начину израде терминолошког речника из области путева, у коме би били систематски обрађени сви термини ради јединствене примене у пракси, без обзира да ли се ради о пословима, претходне припреме, пројектовању, грађењу, одржавању и др. У том циљу, група активиста Друштва за путеве Србије, крајем 1981. године, покренула је иницијативу за израду овог речника. Предлагачи овог подухвата, још једног у низу до сада извршених у Друштву за путеве Србије, на седници Председништва добили су, поред моралне, и материјалну подршку у износу од 100.000 динара, за почетак.

Председништво је на истој седници такође прихватило предложену комисију, од стране носиоца ове иницијативе, за израду „Речника стручних израза из области путеве и аеродрома“, у следећем саставу:

- проф. Мирослав Марковић, председник
- проф. Драгољуб Мацура, члан
- проф. Др Љубиша Кузовић, члан
- проф. Др Здравко Јоксић, члан
- проф. Јован Шутић, члан и
- доц. Др Александар Цветановић, члан.

Комисија је одмах приступила послу и израдила оквирни садржај речника по поглављима и потенцијалним ауторима и тимовима за свако поједино поглавље, као и програм рада ове комисије.

Проф. М. Марковић је ради укључивања највећег могућег броја стручњака и обавештавања стручне јавности о изради овог речника, написао и чланак који је објављен у часопису „Пут и саобраћај“ број 11-12/81.

Сагледавањем значаја овог дела и шире но што су интереси Друштва за путеве Србије, оно је информисало о овоме подухвату Савез друштава за путеве Југославије. СДПЈ је прихватио предложену иницијативу и договорено је да се по изради овог речника на српском језику, размотри потреба да се он догради, преведе, прошири и преради и за коришћење и на језицима осталих народа и народности Југославије, па и неке светске језике.

Информација о раду Комисије редовно је подносио проф. М. Марковић. Међутим, онемогућен болешћу да даље ради на изради овог речника и руководи његовом Комисијом, проф. М. Марковић је замолио Председништво ДПС да га ослободи ових обавеза.

Разматрајући ово питање, на својој редовној XV седници одржаној 29. септембра 1982. године, Председништво је захвалило дотадашњем председнику Комисије проф. М. Марковићу и закључило је (закључак 126/82):

- да Комисија у нешто проширеном саставу настави са интензивним радом на изради речника,
- да за почасног председника Комисије проглашава проф. Мирослава Марковића и
- одређују се: за председника Редакционог одбора проф. Др Драгољуб Мацура а за председника Комисије Војислава Вајда, дипл. инж., с тим да се Комисија овлашћује да у интересу квалитетније и ефикасније израде речника, проширује и мења свој састав.

Комисија је од краја 1982. године до фебруара 1984. године одржала 19 састанака, укључујући у рад нове, нарочито млађе стручњаке и прилагођавајући и мења-

јући садржај речника, његове главе, допуњујући и мењајући ауторе и тимове појединих глава, рецензенте и друге учеснике, као и метод рада у циљу квалитетне и ефикасне израде овог речника. Коначан садржај речника одређен је следећим главама:

- | | |
|-------|---|
| I | ПУТ—ОПШТИ ПОЈАМ — Д. Мацура |
| II | КЛАСИФИКАЦИЈА ПУТЕВА — Д. Мацура |
| III | ПЛАНИРАЊЕ И САОБРАЋАЈНО ДИМЕНЗИОНИРАЊЕ — Љ. Кузовић |
| IV | ТЕХНИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА И ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПУТЕВА — С. Јовић, Д. Мацура |
| V | ГРАДСКЕ САОБРАЋАЈНИЦЕ — Д. Лазић, Т. Ђорђевић, Г. Луковић |
| VI | САОБРАЋАЈНИ ЧВОРОВИ — В. Мијушко-вић |
| VII | РЕГУЛИСАЊЕ САОБРАЋАЈА — Ј. Ралош |
| VIII | БЕЗБЕДНОСТ САОБРАЋАЈА — Р. Драгач |
| IX | АЕРОДРОМИ — М. Лукић, В. Тошић, М. Терзић, Б. Крсмановић |
| X | ЗАШТИТА ЧОВЕКОВЕ СРЕДИНЕ И УРЕЂЕЊЕ ОКОЛИНЕ — Б. Станић, М. Вељковић |
| XI | ГЕОТЕХНИКА — М. Влаховић, Ј. Шутић, П. Митровић |
| XII | ГРАЂЕВИНСКИ МАТЕРИЈАЛИ — З. Јоксић, Д. Светел, С. Ивковић |
| XIII | МЕХАНИЗАЦИЈА — В. Вајда |
| XIV | ЗЕМЉАНИ РАДОВИ — Г. Шкара, З. Јоксић, Ј. Шутић |
| XV | КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ — А. Цветановић, проф. Ж. Букић |
| XVI | МОСТОВИ — П. Дуроњић, М. Ракетић, Ж. Даријевић |
| XVII | ТУНЕЛИ И ГАЛЕРИЈЕ — Б. Поповић, Н. Торгашев |
| XVIII | ОДРЖАВАЊЕ САОБРАЋАЈНИЦА И ОБЈЕКТА — В. Миловановић, Р. Грујичић |
| XIX | УГОВОРНА ДОКУМЕНТАЦИЈА — |

Као помоћ Комисији у конципирању речника и начина обраде послужили су неки инострани речници, чему је посебну пажњу придао још проф. Марковић. Међутим, између речника како је коначно конципиран с наше стране, и тих страних речника постоје одређене разлике, те је било нужно утврдити поступак и начин израде речника. Ово је било нужно утврдити с обзиром на велики број глава, релативно обимну материју сваке главе и потребу да све главе буду обрађене на исти начин и по истом поступку, како би речник био израђен као целина на исти начин, а не да представља збир различито обрађених глава и поглавља.

Већина аутора глава благовремено су завршавали наслове поглавља и спискове термина и друге послове. До сада је око пола укупног посла овог дела завршено. Овде морам да истакнем, и ако је јако рано давати одређене оцене, да је поред залагања свих учесника, што представља особито задовољство, посебно већ назначених оних нових и млађих, рад и до невероватних граница упорно, креативно и стручно залагање проф. Др Драгољуба Мацура. Но оставимо да се о томе, као и о раду свих осталих изјаснимо по завршетку овог дела. Истичемо да је рад свих ангажованих стручњака волонтерски и да се плаћа само куцање, цртање, копирање и сл. Када речник буде дат у штампу, аутори глава ће добити уобичајени хонорар од издавача.

КОМИСИЈА И РЕДАКЦИОНИ ОДБОР ПОСЕБНУ ПАЖЊУ И ЗНАЧАЈ ВИДЕ У ОРГАНИЗОВАНОЈ ЈАВНОЈ ДИСКУСИЈИ!

Ради тога ће се од овог броја часописа „Пут и саобраћај“ објављивати све поједине обрађене главе Речника.

Вођење успешне јавне дискусије, која ће потврдити у којој ће мери овај Речник бити дело свих путара, потребно је изнети основне принципе, организацију и технологију рада Комисије и Редакционог одбора, на изради Речника.

Аутори појединих глава Речника, у првој фази су сачинили списак термина по поглављима уз услов да се користе до четири индекса, од којих први представља редни број главе (види на примеру обрађене главе „Пут — Општи појам“). Искуство са индексима се наметнуло с обзиром на бројност аутора као и њиховог онемогућавања да се расплићавају.

По прихватању списка термина на Комисији и Редакционом одбору, аутори су приступали изради дефиниција за сваки термин и то је представљало II фазу израде Речника. Тако обрађена глава Речника изложена је разматрању и усаглашавању са закључцима дискусије. Мишљења смо били да организујемо дискусионе састанке са 15 до 20 стручњака познатих из појединих области, тј. за сваку поједину главу Речника. То би била III фаза израде Речника и на тај начин би била завршена израда одређене главе и она би могла да буде штампана у часопису. „Пут и саобраћај“ у циљу пружања могућности свим заинтересованим читаоцима да предложе измену или допуну. Међутим, у току разматрања првих глава Речника, установљено је да дискусија поједине главе на Комисији изискује сувише много времена и да би дискусија на састанцима са већим бројем стручњака захтевала велика средства за умножавање материјала.

На основу напред уочених чињеница договорено је да се за сваку обрађену главу Речника ангажују по три рецензента, позната стручњака предметне области и да се тако рецензиран материјал преда на коначни преглед ужем Редакционом одбору који ће главу да припреми за штампање у часопису „Пут и саобраћај“. Овај ужи Редакциони одбор у саставу проф. Д. Мапура, проф. Ж. Ђукић и В. Вајда, одређен је на XVII седници Комисије која је одржана 4. 11. 1983. године. На овај начин, поступак при усвајању појединих глава ће бити скраћен и поједностављен. Међутим, квалитетан Речник ћемо добити само под условом да сви заинтересовани за одређене главе Речника приме на себе улогу рецензента и да своје примедбе и предлоге за измену и допуну нацрта главе који је штампан у часопису „Пут и саобраћај“ доставе Друштву за путеве Србије.

Верујемо да ће сви чланови Друштва за путеве Србије искористити своје право и испунити своју дужност, без обзира на број година, искуство и звање, и да ће написати своје личне, или у име секције или групе, конкретне примедбе на материју која ће у нашем часопису бити од овог броја штампана. Посебну пажњу ћемо обратити свим приспелим примедбама и све усвојене примедбе биће уграђене у Речник. Уколико се буде указала потреба за организовањем састанака по одређеним главама, због бројних примедба, или их ви будете захтевали, о свему ћете бити благовремено обавештени.

У сваком случају, сва питања која имате а односе се на материју Речника или на организацију и начин његове израде, како би се дошло, у сарадњи са вама, драги читаоци, до првих, сврсисходних решења и дефиниција, преостаје нам да то ви, читаоци, кажете.

Молимо вас да примедбе (са вашим адресама) достављате Друштву за путеве Србије, на адресу: 11000 Београд, Кумодрашка 257. Такође вас молимо да нам пишете и за све оно што вам се у Речнику допада и мислите да је добро урађено.

Председник Комисије
Војислав Вајда, дипл. инж.

1. П у т

1.0. ПУТ

1.0.1. **Пут.** Грађевински објект који служи кретању возила и пешака. Састоји се од горњег и доњег строја пута.

1.0.2. **Горњи строј пута.** Све конструкције и уређаји који непосредно служе кретању или доприносе неометаном и безбедном кретању возила и пешака.

1.0.3. **Доњи строј пута.** Објекти који образују равну површину на којој лежи горњи строј пута. Преузима оптерећења која дејствују на горњи строј и преноси их на природно тло. Састоји се од земљаног трупца и бетонских, зиданих и сличних („вештачких“) објеката. Обухвата, према потреби, заштитни и одводни јарак.

1.0.4. **Планум пута.** Површина пута у равни коловоза. Обухвата коловоз, риголе, банке, берме и додатне траке, тј. део пута између косина земљаног трупца.

1.0.5. **Мрежа путева (Путна мрежа).** Сви путеви једне врсте на одређеној територији (На пример: мрежа магистралних путева Југославије обухвата све магистралне путеве утврђене одлуком Савезног извршног већа).

1.1. ПОВРШИНЕ ЗА САОБРАЋАЈ

1.1.0. **Површине за саобраћај.** Површине на путу које служе за кретање возила и пешака.

1.1.1. **Коловоз.** Површина која служи кретању возила и, условно, пешака. Садржи просторе за возила и средње и ивичне заштитне ширине. На ауто-путу коловоз обухвата и простор за привремено уклањање принудно заустављених возила. Саставни делови коловоза су: саобраћајне траке, ивичне траке, зауставне траке и траке за спора возила на успону.

1.1.1.1. **Средња заштитна ширина.** Растојање између два возила која се мимоилазе или претичу.

1.1.1.2. **Ивична заштитна ширина.** Растојање између токова возила и ивице коловоза.

1.1.1.3. **Двосмерни коловоз.** Коловоз на коме постоје посебне траке за сваки смер вожње. Возила се крећу десном страном коловоза.

1.1.1.4. **Једносмерни коловоз.** Коловоз на коме се сва возила крећу у једном смеру вожње.

1.1.2. **Саобраћајна (возна) трака.** Део коловоза намењен кретању једног реда возила.

1.1.3. **Трака за спора возила на успону.** Додатна трака која на већем и дужем успону служи за кретање возила са малом специфичном снагом мотора.

1.1.4. **Ивична трака.** Део коловоза непосредно уз ивицу саобраћајне траке који олакшава уочавање ивице коловоза на већем растојању и омогућује тзв. „оптичко вођење возача“. Може бити изграђена као проширење коловозне конструкције на коме се обележава ивична разделна линија, или као посебна конструкција која поред оптичког оивичења коловоза врши и физичко оивичење коловозне конструкције.

1.1.5. **Зауставна трака.** Површина непосредно уз спољну саобраћајну траку на путевима са великим интензитетом саобраћаја (по правилу на ауто-путевима) која служи за привремено задржавање принудно заустављених возила.

1.1.6. Улазна трака (трака за укључивање возила), (уливна трака). Једна или више једносмерних трака којима се возила укључују на коловоз пута у оквиру саобраћајног чвора, са стајалишта, бензинске станице и сл.

1.1.6.1. Трака за убрзавање. Део улазне траке на коме се врши убрзавање возила на брзину са којом се возило укључује на коловоз.

1.1.7. Излазна трака (трака за искључивање возила), (изливна трака). Једна или више једносмерних трака којима возила напуштају коловоз пута, у оквиру саобраћајног чвора, односно ради скретања ка стајалишту, бензинској станици и сл.

1.1.7.1. Трака за успоравање (кочење). Део излазне траке на коме се врши смањивање брзине возила на величину одређену прикључном кривином гране петље или прилазном стазом.

1.1.8. Мимоилазница. Проширење коловоза на путу са једном саобраћајном траком на које се уклања једно возило у циљу мимоилажења са другим, или ради претицања од стране другог возила.

1.1.9. Прилазна (приступна) стаза. Краћи пут са једном или више саобраћајних трака који служи за прилаз возила одређеном месту.

1.2. ПОВРШИНЕ ЗА ПЕШАЧКИ И БИЦИКЛИСТИЧКИ САОБРАЋАЈ

1.2.0. Површине за пешачки и бициклистички саобраћај. Површине које служе кретању искључиво пешака, односно бициклиста.

1.2.1. Пешачка стаза. Саобраћајна површина која служи кретању искључиво пешака.

1.2.2. Пешачка трака. Део пешачке стазе намењен кретању једног реда (колоце) пешака.

1.2.3. Тротоар. Пешачка стаза непосредно уз коловоз, денивелисана применом уздигнутог ивичњака.

1.2.4. Бициклистичка стаза. Саобраћајна површина која служи кретању искључиво бициклиста.

1.2.5. Бициклистичка трака. 1. Део бициклистичке стазе који служи кретању једног реда бициклиста; 2. Део коловоза обележен разделном линијом који служи кретању бициклиста.

САОБРАЋАЈНИ ЧВОРОВИ — ВИДИ ГЛАВУ 6

1.3. РАЗДЕЛНЕ ЛИНИЈЕ И ТРАКЕ. СЛОБОДНИ ПРОФИЛ

1.3.1. Ивична линија. Линија која се обележава на коловозу у циљу одвајања саобраћајне траке од ивичне траке, саобраћајне траке посебне намене, заставне траке, улазне или излазне траке.

1.3.2. Средња линија. Линија која се обележава на коловозу у циљу међусобног одвајања саобраћајних трака.

1.3.3. Разделна трака. Непрекидна, травом засејана или застором обрађена површина којом се врши физичко раздвајање разних површина за кретање или стајање возила (пешака).

1.3.4. Саобраћајно острво. Ограничена површина обликована тако да функционално дели саобраћајну површину у циљу усмеравања саобраћајних токова.

1.3.4.1. Разделно острво. Острво за међусобно раздвајање саобраћајних трака или за раздвајање саобраћајних трака од површина за стајање возила.

1.3.4.2. Усмеравање (дирекционо) острво. Острво којим се регулише кретање возила (утврђују путање возила) на раскрсници.

1.3.4.3. Физичко острво. Острво денивелисано у односу на коловоз применом уздигнутог ивичњака.

1.3.4.4. Обележено острво. Острво обележено на коловозу ознакама хоризонталне сигнализације.

1.3.5. Саобраћајни профил коловоза. Простор у попречном пресеку пута намењен кретању возила. Ширина саобраћајног профила једнака је ширини коловоза, а висина саобраћајног профила једнака је дозвољеној висини возила.

1.3.6. Саобраћајни профил пешачке стазе, односно, бициклистичке стазе. Простор у попречном пресеку пута намењен кретању пешака, односно, бициклиста.

1.3.7. Слободни профил (Габарит). Простор у коме се не смеју налазити било какве појединачне или непрекинуте сметње (саобраћајни знакови, ограде, стубови надвожњака или светиљки, габарити других саобраћајних површина и др.). Састоји се од саобраћајног профила, обострано увећаног за заштитну ширину и за заштитну висину. Разликују се слободни профили коловоза на отвореном путу и мосту, коловоза у тунелу, пешачке стазе, бициклистичке стазе, разних случајева градских саобраћајница.

1.4. ПОВРШИНЕ ЗА СТАЈАЊЕ ВОЗИЛА

1.4.0. Површине за стајање возила. Површине за краће или дуже мировање возила.

1.4.1. Паркиралиште. Површина за мировање — дуготрајније задржавање возила због задовољења потреба возача, путника или возила.

1.4.2. Одмориште. Посебна површина уз пут намењена заустављању возила у циљу остварења предаха у вожњи, одмора, задовољења физиолошких потреба и др. Обухвата паркиралиште са прилазним стазама и улазном и излазном траком, по правилу зелене површине са клупама и столовима, питку воду, санитарни чвор, корпе за отпатке и сл. Пожељно је да постоји место за замену моторног уља у возилу.

1.4.2.1. Видиковац. Одмориште са кога постоји леп поглед на околину.

1.4.3. Аутобуско стајалиште. Површина уз коловоз за краткотрајно стајање аутобуса у циљу измене путника. Повезано је са коловозом излазном и улазном траком. Зависно од интензитета саобраћаја на путу, аутобуско стајалиште је одвојено од ивичне траке разделним острвом (физичким или обележеним). Зависно од интензитета измене путника, уз аутобуско стајалиште се налази денивелисано пешачко стајалиште.

1.4.4. Јавно стајалиште. Површина уз коловоз намењена заустављању и мировању возила.

1.5. ОИВИЧЕЊЕ КОЛОВОЗА И КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

1.5.1. Ивичњак. Крута конструкција којом се врши заштита ивице коловозне конструкције. Код застора од ситне камене коцке ивичњака спречава растурање застора.

1.5.1.1. Монтажно тело ивичњака. Тело израђено од еруптивне стене или као префабриковани цементбетонски елеменат, који служи за израду ивичњака. Код префабрикованих бетонских елемената може бити израђена облога дебљине 2,5 cm од белог ситнозрног бетона ради потпунијег истицања ивице коловоза.

1.5.1.2. Подлога ивичњака. Подлога од цементног бетона на чију свежу масу се полаже монтажно тело ивичњака. Подлога обезбеђује крутост ивичњака и равност видних површина.

1.5.1.3. Раме ивичњака. Проширени и надвишени део подлоге који подупиरे монтажно тело ивичњака са спољне стране. Спречава превртање ивичњака под дејством бочне компоненте притиска точка.

1.5.2. Ивичњак у равни коловоза (упуштени ивичњак). Ивичњак код кога је монтажно тело уграђено у равни коловозног застора.

1.5.3. **Уздигнути (тротоарски) ивичњак.** ивичњак који се израђује са шилем да оивичи коловозну конструкцију и да висински одвоји неку другу површину од коловоза.

1.5.3.1. **Нормалан тротоарски ивичњак.** Ивичњак чија површина окренута коловозу је вертикална или у нагибу 5:1. Служи да спречи возило да пређе на пешачку — бициклическу стазу и да пробије лаку металну ограду на мосту.

1.5.3.2. **Закошени ивичњак.** Ивичњак чија површина окренута коловозу је у нагибу од 45°. Служи за обликовање дирекционих острва у оквиру раскрсница и оивичења коловоза на насипу у циљу подужног вођења атмосферске воде.

1.5.3.3. **Прегазиви (оборени) ивичњак.** Низак ивичњак примењен претежно на градским саобраћајницама да визуелно одвоји разделну траку или подужно паркиралиште од коловоза. Обично се изводи уграђивањем у хоризонталном положају монтажног тела за нормалан ивичњак.

1.5.3.4. **Уска разделна трака.** Међусобно одваја саобраћајне траке за супротне смерове вожње или возне траке са посебном наменом. Обично се изводи уграђивањем паралелно два монтажна тела за прегазиви ивичњак.

1.5.3.5. **Баштенски ивичњак.** Ивичњак за одвајање зелене површине од пешачке/бициклическе површине.

1.5.4. **Посебна конструкција ивичне траке.** Конструкција дебљине 15-25 см и ширине једнаке ширини ивичне траке, која различитим материјалом или бојом у односу на коловозни застор врши оптичко оивичење саобраћајне траке. Штити ивицу коловозне конструкције.

1.5.4.1. **Цементно-бетонска ивична трака.** Конструкција ливена на лицу места или изведена од префабрикованих елемената. У зависности од боје коловозног застора, завршни слој од 3 см бетона може бити обојен ради постизања потпунијег визуелног ефекта.

1.5.4.2. **Ивична трака од ситне камене коцке.** Конструкција од ситне камене коцке сложене у паралелним редовима на свежу цемент-бетонску подлогу.

1.5.4.3. **Асфалтна ивична трака.** Конструкција од битуменом обавијеног агрегата који се уграђује посебном машином.

1.6. ОДВОДЊАВАЊЕ ГОРЊЕГ СТРОЈА

1.6.0. **Аквапланинг.** Појава при којој је спречено налагање точкова возила на коловозни застор као последица немогућности да точкови због брзине просека водени филм на коловозу.

1.6.1. **Попречни површинско одводњавање.** Представља најкраће могуће одвођење воде. Остварује се изградњом коловоза и других делова планума пута, у одговарајућем попречном нагибу.

1.6.1.1. **Попречни нагиб коловоза за одводњавање (попречни нагиб коловоза у правцу) (ипп).** Нагиб који обезбеђује ефикасно одводњавање, чиме се отклања појава аквапланинга и продирање воде кроз коловозну конструкцију.

1.6.1.2. **Критичан нагиб коловоза (икр).** Нагиб који још увек, мада недовољно ефикасно, омогућује отицање воде по коловозу. Може се узети да износи $i_{kr} = 0.2 i_{pp}$.

1.6.1.3. **Мртви попречни нагиби.** Нагиби мањи од критичног. Не омогућују отицање воде по коловозу.

1.6.1.4. **Једнострани (једноводни) нагиб.** Попречни нагиб изведен по целој ширини коловоза на исту страну.

1.6.1.5. **Двострани (двоводни) (кроваст) попречни нагиб.** Коловиз изведен у паду од осовине коловоза на једну и другу страну у циљу скраћења дужине одводњавања.

1.6.1.6. **Попречни нагиби осталих површина.** Свака површина на плануму има свој нагиб, па се јављају називи: попречни нагиб ивичне траке, попречни нагиб банке, итд.

1.6.2. **Подужно вођење површинске воде.** Када попречно одведена вода не може или не сме даље да отиче под дејством гравитације, иста се води подужно до места могућег изливања са планума пута.

1.6.2.1. **Ригол.** Конструкција којом се вода у нормалним случајевима води подужно кроз усек-засек. Изводи се од цементног бетона, ређе у виду калдрме од ломљеног камена, изузетно од других материјала.

1.6.2.2. **Уздигнути ивичњак на насипу.** Изводи се уз нижу ивицу коловоза, и то проширењем и надвишењем цемент-бетонске ивичне траке или израдом уздигнутог ивичњака.

1.6.2.3. **Троугласти јарак — плитак.** Јарак са обостраним косинама нагиба 1:3 које се пресецају на дубини 20-30 см испод ивице банке. Примењује се уз вишу ивицу коловоза.

1.6.2.4. **Троугласти јарак — дубок.** Јарак са обостраним косинама нагиба 1:3, дубине одређене условом да дно јарка лежи 20-30 см испод пресечне тачке продуженог тампонског слоја и косине јарка. Примењује се уз нижу ивицу коловоза.

1.6.2.5. **Сегментни јарак.** Јарак чији протицајни профил има плитак сегментни облик.

1.6.2.6. **Трапезаст јарак.** Јарак са хоризонталним дном и косинама нагиба једнаким са нагибом косине усека. Примењује се на путевима ниског ранга.

1.6.2.7. **Обложен (калдрмисан) јарак.** Јарак било ког облика или положаја у нагибу мањем од 0,5% или већем од 4%, чији је протицајни профил обложен бетоном, асфалтом или калдрмом од ломљеног камена.

1.6.2.8. **Кинета.** Цементбетонска или асфалтна конструкција са протицајним профилом обично сегментног облика која се гради у разделној траци између једносмерних коловоза, на паркиралиштима, маневарским површинама, у дренажама и сл., у циљу обостраног прихватања и подужног вођења воде.

1.6.2.9. **Ригол на косини насипа.** Ригол од префабрикованих бетонских елемената којим се одводи вода са планума када постоји опасност од ерозије косине насипа.

1.6.3. **Одводњавање постелице коловоза.**

1.6.3.1. **Попречни нагиб постелице коловоза.** Постелица коловоза је у нагибу једнаком или већем од 4%, ако је завршни слој земљаног тупа од природног кохерентног материјала, односно, 3% ако је завршни слој стабилизван.

1.6.3.2. **Проширени тампонски слој.** Део тампонског слоја смањене дебљине (~ 15 см), који пролази испод банке до пресека са косином насипа.

1.6.3.3. **Шлиц.** Просек кроз нижу банку до постелице коловоза ширине 40 см, у доњем делу испуњен песковито-шљунковитим материјалом у циљу одводњавања постелице коловоза. У горњем делу затрпан земљаним материјалом.

1.6.3.4. **Дренажа за одводњавање тампонског слоја.** Конструкција изведена испод ригола уз нижу ивицу коловоза. Прикупља воду са постелице и из засеченог терена и одводи је подужно из усека.

1.6.3.5. **Дренажни ров.** Ров у који је постављена дренажна цев и филтер дренаже.

1.6.3.6. **Дренажна цев.** Са горње стране перфорирана цев од пластичног материјала (керамике, бетона), којом отиче вода.

1.6.3.7. **Филтер.** Гранулисани агрегат или пластична тканина која спречава испирање ситних зрна и њихово уношење у дренажну цев.

1.6.4. **Одводњавање планума канализацијом.**

1.6.4.0. **Канализација.** Систем који се састоји од цеви, сливника и ревизионих окана којим се са планума одводи вода чија је количина већа од оне коју може да прими ригол или вода која се због теренских услова не може одвести природним падом.

1.6.4.1. **Канализациона цев.** Бетонска цев којом се одводи вода.

1.6.4.2. **Сливник.** Бетонска конструкција у коју се кроз хоризонталну решетку или бочни отвор упушта вода из ригола.

1.6.4.3. **Ревизионо окно (шахт).** Бетонска конструкција која пресеца канализациону цев. Вода доспела кроз сливник у ревизионо окно улази у цев. Омогућава чишћење зачепљене канализационе цеви.

1.7. ОСТАЛИ ЕЛЕМЕНТИ ПЛАНУМА.

1.7.1. **Банкина.** Део насипа између ивице коловоза и косине насипа. Обезбеђује психолошку сигурност возача и бочну стабилност конструкције горњег строја. Омогућује постављање опреме, кретање пешака и уклањање возила.

1.7.2. **Берма.** Земљана (стеновита) површина у нагибу за одводњавање између ригола и косине усека. Има приближно исте намене као и банкина.

1.7.3. **Берма прегледности.** Проширење усека које се изводи са унутрашње стране у кривинама у циљу обезбеђења потребне прегледности за кочење.

1.8. ОПРЕМА ПУТА.

1.8.1. **Смерокази.** Стубићи, најчешће од пластичног материјала, висине 90 cm, беле боје, са црним пољем и светлоодбојним елементом, постављени на ивици планума наспрамно, са циљем да визуелно оивиче планум.

1.8.2. **Мачје очи.** Уређај који се састоји од две стаклене призме уграђене у гумени носач, учвршћен папучом од ливеног гвожђа у коловозни застор. Уграђује се у разделну линију, у истом реду са смероказима, ради рефлектовања светлости фарова возила.

1.8.3. **Ретрорефлектујућа линија.** Линија изведена са светлоодбојним елементима.

1.8.4. **Ретрорефлектујући елементи.** Елементи са ретрорефлектујућим својствима који се постављају на смероказе, заштитне ограде, стубове било које врсте, стеновите косине, горње потпорне зидове у тунелима и сл. Израђују се од ретрорефлектујућих материјала.

1.8.5. **Километарска ознака.** Ознака која обавештава корисника пута о растојању од полазног или упутног места.

1.8.5.1. **Километарски стубић.** Бетонски стубић који носи ознаку броја пута и ознаку километра од почетка пута. Више се не употребљава.

1.8.5.2. **Километарски знак.** Саобраћајни знак „Километража пута“ за означавање километра од почетка пута.

1.8.5.3. **Десет/пет километарска табла.** Саобраћајни знак већих димензија на коме су означени број пута, назив следећег већег места и растојање до тог места изражено бројем заокруженим на 10/5 km и назив републичког-покрајинског центра и растојање до истог у km.

1.8.6. **Ограде.** Конструкције за заштиту пешака и возила од пада са планума.

1.8.6.1. **Лака челична ограда.** Конструкција од 2 или 3 хоризонтална штапа са потребним бројем стубића или од два појасна штапа које носе стубићи, са испуном од разних челичних профила. Ради заштите и возила,

на ивици коловоза мора да постоји уздигнути ивичњак.

1.8.6.2. **Еластична одбојна ограда.** Ограда за заштиту возила код којих је браник израђен од високоотпорног еластичног лима који амортизује удар. Браник је чврсто ослоњен на стабилне стубиће, те ограда одбацује возило.

1.8.6.3. **Заштитна ограда.** Ограда као 1.8.6.2., али су везе браника и стубића и стубићи деформабилни, те не постоји одбојно дејство ограде.

1.8.6.4. **Масивна ограда.** Ограда на потпорним зидовима до планума за заштиту возила, од бетона или камена у цементном малтеру. Представља изражену бочну сметњу, али у тешким теренима има предности над заштитном оградом.

1.8.6.5. **Колобрани.** Масивни стубићи за заштиту возила, постављени на растојању од 5 m. Израђени су од квалитетног кречњака. Обојени су као и смерокази. Данас се више не уграђују.

ПУТНА СИГНАЛИЗАЦИЈА — ВИДИ ГЛАВУ 7

1.8.7. **Телекомуникације на путу.** Телефонске везе или краткоталасни радио-одашљачи малог домета постављени дуж фреквентних путева ради повезивања корисника пута у нужди, са јавним службама.

1.8.8. **Осветљење пута.** Систем светиљки којима се изнад коловоза обезбеђује видљивост потребна за управљање возилом.

1.9. УСЛУЖНИ ОБЈЕКТИ НА ПУТЕВИМА.

1.9.1. **Бензинска станица.** Постројење за снабдевање возила горивом, изведено на површини изван коловоза, са излазном и улазном траком, прилазним стазама и местима за стајање возила. Обухвата резервоаре за разна горива, пумпе, уређаје за воду. Воздух под притиском и црпљење моторног уља, одговарајућу зграду са продавницом и јавним мокрим чвором.

1.9.2. **Кафетерија.** Мали објекат за продају готове хране (сендвичи и сл.) и безалкохолних напитака.

1.9.3. **Ресторан.** Угоститељски објекат за добијање комплетних оброка и пића.

1.9.4. **Мотел.** Угоститељски објекат са свим функцијама које имају хотели у градовима. По правилу има ресторан.

1.9.5. **Сервис за прање возила.** Радионица за прање и подмазивање возила.

1.9.6. **Сервисна радионица.** Радионица за прање, подмазивање и оправке возила.

1.9.7. **Ремонтна радионица.** Радионица за веће интервенције на возилима, укључиво, поред механичарских и електричарских, лимарске, фарбарске и друге радове.

1.10. ЈАВНЕ СЛУЖБЕ И ОБЈЕКТИ.

1.10.1. **Саобраћајна милиција.** Служба за регулисање, надзор и контролу саобраћаја и вршење увиђаја саобраћајних незгода.

1.10.2. **Хитна помоћ.** Служба за указивање хитне медицинске помоћи унесрећеним у саобраћајним незгодама.

1.10.3. **Техничка помоћ.** Служба за помоћ возачима у случају кvara на возилу, као и за помоћ или уклањање возила оштећених у саобраћајним незгодама.

1.10.4. **Путна служба.** Служба која одржава техничку исправност пута и врши наплату путарине, ако је иста уведена.

1.10.5. Станица јавне службе. Објекат на путу изграђен за потребе нормалног функционисања јавне службе на путу. Када постоје телекомуникационе везе, спојене су са одговарајућим станицама јавних служби.

1.10.6. Наплатна станица. Објекат код кога се врши наплата путарине.

1.10.6.1. Наплатна станица отвореног система. Станица на отвореном путу код које се врши наплата накнаде за коришћење пређеног дела пута.

1.10.6.2. Наплатна станица затвореног система. Станице на прикључцима. На улазној станици возач добија карту, а на излазној станици плаћа накнаду.

1.10.7. Бројачка места. Места на путу на којима се врши непрекидно (аутоматско) или повремено (аутоматско или ручно) бројање возила у саобраћајном току.

1.11. ЗЕМЉАНИ ТРУП.

1.11.0. Земљани труп (труп пута). Објекти изведени од земље (камена) или у земљи (стени) у циљу формирања равне површине на којој лежи горњи строј пута. Земљани труп и бетонски (зидани), објекти формирају доњи строј пута.

1.11.0.1. Косине земљаног трупа. Бојне нагнуте површине којима је спојен планум пута са тереном (до којих се врши насипање, односно, ископ земље). Горња косина је на узбрдној, а доња на низбрдној страни терена.

1.11.0.2. Берма на косини. Површина у нагибу за одводњавање на косини која служи повећању стабилности косине или трупа пута, побољшању визуелног дејства, формирању пешачке или бициклистичке стазе и др.

1.11.1. Насип. Земљани објект који се гради насипањем и сабијањем земљаног или каменог материјала ради добијања планума пута изнад терена.

1.11.1.1. Ножица насипа. Пресек косине насипа са тереном. Горња ножица одговара горњој, а доња ножица доњој косини насипа.

1.11.2. Усек. Земљани објект који се изводи ископом природног тла ради добијања планума пута испод терена.

1.11.3. Типичан засек (засек). Облик земљаног трупа који обухвата делимично усек и делимично насип.

1.11.4. Чист (пут) засек. Засек код кога не постоји насуту део (Усек без доње косине).

1.11.5. Галерија (природна галерија). Засек изведен у чврстој и масивној стени са горњом косином у контра нагибу.

1.11.6. Заштитни јарак. Троугласти сегментни или трапезасти јарак уз горњу ножицу насипа, изузетно и изнад горње косине усека. Гради се да би се спречило квашење косине земљаног трупа водом која се слива низ терен. Заштитни јаркови изнад усека су по правилу обложени префабрикованим бетонским елементима.

1.11.7. Одводни јарак. Јарак испод доњег строја пута којим вода која је прошла кроз пропуст, отиче до сталног или повременог водотока или теренске депресије у које се испушта.

1.11.8. Путно земљиште. Појас терена између ивице пута и суседног поседа.

1.11.9. Заштитни појас. Појас земљишта дуж пута у коме је забрањено подизање одређених објеката, постројења и сл.

1.11.10. Позајмиште. Ископ на терену изван пута изведен у циљу добијања недостајућег материјала за извршење насипа.

1.11.11. Материјални ров. Позајмиште у виду плитког усека дуж пута на ниском насипу у равничарском терену.

1.11.12. Депонија. Изван пута насуту и испланирани материјал који се депонује као вишак или материјал неповољних геотехничких карактеристика.

1.12. ПРОПУСТИ.

1.12.0. Пропуст. Објекат отвора до 5 m којим се проводи вода кроз труп пута. Када има потребан профил може да служи за провођење пољопривредног пута.

1.12.1. Цеваст пропуст. Типски пропуст отвора 0,5 до 2 m. Ливен на лицу места или изведен од префабрикованих бетонских цеви. Уклапање пропуста у косину насипа врши се улазном и излазном главом.

1.12.1.1. Глава пропуста. Део цевастог пропуста који лежи у равни косине насипа. Спољна контура главе је најчешће правоугаона.

1.12.1.2. Зуб главе. Горњи завршни део главе пропуста управан на косину насипа и ширине 15 cm, који представља лежиште за материјал насипа.

1.12.1.3. Мртви зидић (праг). Бетонски темељ димензија 50x50 cm, који лежи испод главе пропуста.

1.12.1.4. Калота. Горњи, засведени део цевастог пропуста. Теме је превојна тачка калоте.

1.12.1.5. Заштитна висина. Потребно растојање између темена пропуста и планума.

1.12.1.6. Тајача (дно пропуста). Доњи овални део цеви по коме отиче вода.

1.12.1.7. Изолација пропуста. Цементна кошуљица или битуменски премаз спољне површине цеви којим се штити бетон.

1.12.1.8. Кампада. Део објекта одвојен од суседних делова разделницама. Омогућује дилатирање материјала и прилагођавање објекта неједнаком слегању тла и променљиво оптерећењу дуж објекта.

1.12.1.9. Ремената. Део монтажне оплате за цев.

1.12.1.10. Сливник пропуста. Конструкција правоугаоног или кружног пресека која омогућује спуштање улазне главе пропуста у циљу обезбеђења заштитне висине.

1.12.2. Параболичан пропуст. Пропуст са сводом параболичног облика, отвора ≥ 2 m и одвојеним темељним стопама (без подножног свода-тајаче).

1.12.3. Плочаст пропуст. Пропуст чији је главни носач армирано-бетонска плоча. Детаље види...

1.12.4. Засведени пропуст. Пропуст чији је главни носач свод од камена у цементном малтеру или бетону. Детаље види...

1.12.5. Сандучаст пропуст. Пропуст у виду затвореног рама, по правилу квадратног или правоугаоног пресека. Најчешће је монтажни, од префабрикованих елемената.

1.12.6. Лимени пропуст. Пропуст од нехрђајућег таласастог лима кружног облика.

1.12.7. Батерија пропуста. Пропуст изведен од више префабрикованих цеви или сандучастих елемената слојених у једном или више редова по висини.

1.13. ПОТПОРНИ И ОБЛОЖНИ ЗИДОВИ.

1.13.1. Доњи потпорни зид у косини насипа. Објекат којим се замењује клинаста ножица у циљу повећања стабилности насипа.

1.13.2. Доњи потпорни зид са круном у плану. Објекат којим се на стрмом терену замењује доња косина насипа која би се далеко пресекала са тереном.

1.13.3. Горњи потпорни зид. Објекат који се гради изнад планума да прихвати и подупре подсечену брдску масу и обезбеди стабилност.

1.13.4. Габион. Жичана мрежа отпорна на корозију, одређеног сандучастог облика, која се испуњава лом-

љеним каменом, чиме се стварају велики блокови од којих се граде потпорне грађевине.

1.13.5. **Заштитна мрежа.** Жичана мрежа отпорна на корозију којом се облаже растресита стеновита косина, да би се спречило испадање камена.

1.13.6. **Заштита косине торкрет бетоном.** Облагање растресите стеновите косине ситнозрним бетоном под притиском (торкрет бетоном).

1.13.7. **Обложни зид.** Зид који служи да од воде и ваздуха заштити стену подложну распадању, у којој је извршен усек или засек.

1.13.8. **Детаљи зидова.**

1.13.8.1. **Круна зида.** Горњи завршни део зида. Може бити обрађен на разне начине.

1.13.8.2. **Темељна стопа.** Проширење зида на контакту са темељним тлом.

1.13.8.3. **Кампада.** Види 1.12.1.8.

1.13.8.4. **Барбакана.** Отвор којим кроз зид протиче вода која се може појавити иза зида.

1.13.8.5. **Зид са вертикалним лицем.** Зид код кога је видна површина вертикална.

1.13.8.6. **Зид са нагнутим лицем.** Зид код кога је видна површина у нагибу 5:1 до 3:1.

1.14. ДРЕНАЖЕ И ДРЕНАЖНИ СИСТЕМИ.

1.14.1. **Дренажа.** Подземна грађевина која има такав да прикупи и одведе подземну воду из тла, чиме га стабилизује. Функционише и као ребро којим се подупире и укрућује нестабилна брдска маса.

1.14.1.1. **Дренажни ров.** Ров ископан кроз цео водопропустљив слој и укупан у вододрживо тло.

1.14.1.2. **Тајача дренаже.** Елемент којим прикупљена вода отиче на дну дренаже. Може бити перфорирана цев 15-20 см са одговарајућим бетонским лежиштем.

1.14.1.3. **Испуна дренаже.** Добро сложен песковит шљунак или ломљени камен који омогућује оцењивање брдске масе. Ако је испуна од ломљеног камена, дренажа представља и камено ребро.

1.14.1.4. **Филтер.** Види 1.6.3.7.

1.14.1.5. **Заптивка дренаже.** Глиновит слој којим се заптива дренажа на горњем крају и спречава доток површинске воде у дренажи.

1.14.2. **Сабирна дренажа.** Дренажа коса или у облику свода изграђена на одређеном одстојању од осовине пута која као завеса спречава доток подземне воде и спушта њен ниво.

1.14.3. **Одводна дренажа.** Дренажа управна на осовину пута у коју се уливају сабирне дренаже и којом се одводи вода. Може бити проведена кроз труп пута или се провођење воде врши затвореним одводним цевима.

1.14.4. **Систем дренажа.** Сабирне и одводне дренаже, повезане у једну целину, којим се врши просушивање и стабилизовање природне падине и трупа пута.

1.15. ОБЈЕКТИ ЗА ДЕНИВЕЛИСАНО УКРШТАЊЕ САОБРАЋАЈА.

1.15.1. **Надвожњак.** Објект којим се саобраћајница изграђена на насипу укршта денивелисано са другом саобраћајницом.

1.15.2. **Подвожњак.** Објект којим се саобраћајница изграђена у усеку укршта денивелисано са другом саобраћајницом.

2. Класирање путева

2.0. **Класирање путева.** Разврставање путева према одређеним критеријумима.

2.1. **Категорисање путева.** Класирање путева према друштвеном, привредном и према значају у путној мрежи.

2.1.0. **Категорисани пут.** Пут утврђен одлуком друштвено-политичког органа. Категорисани путеви намењени су свим корисницима који их могу користити према условима одређеним законом. Изграђује их и одржава друштвена заједница.

2.1.1. **Магистрални пут.** Пут који се пружа територијом две или више република или покрајина и повезује целу територију земље на том правцу. Магистралне путеве утврђује Савезно извршно веће.

2.1.2. **Регионални пут.** Пут који повезује регионе једне или две републике или покрајине. Одлуку о категорисању регионалних путева доносе републички, односно, покрајински органи.

2.1.3. **Локални пут.** Пут који повезује насеља на територији једне или више општина. Категорисање локалних путева врше општински или међу-општински друштвено-политички органи.

2.1.4. **Међународни пут.** Пут који повезује више земаља. Утврђивање мреже међународних путева врше међународне путне организације, а одлуку о ратификацији доносе савезни друштвено-политички органи.

2.1.5. **Мрежа категорисаних (јавних) путева у Југославији.** Обухвата све магистралне, регионалне и локалне путеве у нашој земљи.

2.2. КЛАСИРАЊЕ ПРЕМА ВЕЛИЧИНИ САОБРАЋАЈА.

2.2.0. **Интензитет саобраћаја (величина протока возила).** Број возила у јединици времена. За класирање је меродаван перспективни интензитет саобраћаја исказан као просечан годишњи дневни број возила (ПГДС) у последњој години планског периода. Према величини протока возила путеви се деле на 5 разреда.

2.2.1. **Пут 1. разреда.** Пут за који прогнозом утврђен врло интензиван просечан годишњи дневни саобраћај на крају планског периода.

2.2.2. **Пут 2. разреда.** Пут на коме се предвиђа интензиван перспективан саобраћај.

2.2.3. **Пут 3. разреда.** Пут за средње интензиван саобраћај.

2.2.4. **Пут 4. разреда.** Пут за перспективни саобраћај малог интензитета.

2.2.5. **Пут 5. разреда.** Пут за перспективан саобраћај врло малог интензитета.

2.2.6. **Бројне вредности перспективног ПГДС којима се одређује разред пута,** одређене су подзаконским актом који прати Основни закон о безбедности саобраћаја на путевима. Према Правилнику бр. 2213/3 од 4.5. 1981. године, граничне вредности бројева према којима се путеви разврставају у разреде износе 12.000, 7.000, 3.000 и 1.000 возила на дан.

2.3. КЛАСИРАЊЕ ПРЕМА ВРСТИ САОБРАЋАЈА.

2.3.1. **Пут за саобраћај моторних возила.** Пут намењен кретању моторних возила која могу да се крећу брзином већом од 50 km/h. Забрањен је за кретање пешака, бициклиста и спорих возила.

2.3.2. **Пут за сваковрсни (мешовити) саобраћај.** Пут намењен кретању свих врста учесника у саобраћају.

2.4. КЛАСИРАЊЕ ПРЕМА ВРСТИ ПРЕДЕЛА (ТЕРЕНА).

2.4.1. **Пут у равничарском терену.** Пут у најлакшим теренским условима. Ограничења за примену најповољнијих елемената трасе нису узрокована тереном.

2.4.2. Пут у брежуљкастом терену. Пут на лаком терену на коме су нагиби, купираност и висинске разлике мали. Теренска ограничења за примену повољних елемената трасе не постоје.

2.4.3. Пут у брдовитом терену. Пут у тешким теренским условима. Примена рачунских елемената трасе је предодређена и принудна.

2.4.4. Пут у планинском терену. Пут у најтежим теренским условима. Примена рачунских елемената по правилу је условљена обимним земљаним радовима и великим објектима.

2.5. КЛАСИРАЊЕ ПРЕМА БРОЈУ САОБРАЋАЈНИХ ТРАКА.

2.5.1. Пут са једном саобраћајном траком (једнотрачни пут). Пут са коловозом ширине једне саобраћајне траке. За мимоилажење и претицање служе мимоилазнице.

2.5.1.1. Једносмерни пут са једном траком. Пут са једном траком, на коме је дозвољен саобраћај само у једном смеру.

2.5.1.2. Двосмерни пут са једном траком. Некатегорисани, или, изузетно, локални пут са једном траком на коме се јавља веома мали двосмерни саобраћај. На локалном путу растојање мимоилазница је ограничено возно-техничким захтевима и прегледношћу.

2.5.2. Пут са две саобраћајне траке (двотрачни пут). Свака трака служи једном смеру вожње.

2.5.3. Пут са три саобраћајне траке (тротрачни пут). Две крајње траке служе по једном смеру вожње, а средња трака служи претицању. У непрегледним условима и на успонима, коришћење средње траке по смеровима мора бити регулисано.

2.5.4. Пут са четири или више саобраћајних трака.

2.5.4.1. Пут са 4 или више саобраћајних трака на једном коловозу. Намена трака по смеровима вожње може бити трајна, у ком случају су смерови одвојени дуплом разделном линијом или уском разделном траком. Намена трака по смеровима може да се мења у времену, у ком случају се регулисање саобраћаја врши светлосном сигнализацијом или ручно.

2.5.4.2. Пут са 4 или више саобраћајних трака на два коловоза. Сваки коловоз је намењен једном смеру вожње и по правилу, обухвата исти број саобраћајних трака (две или више). Коловози су одвојени разделном траком.

2.6. КЛАСИРАЊЕ ПУТЕВА ПРЕМА ОПШТЕМ КВАЛИТЕТУ (РАНГУ).

2.6.0. Општи квалитет (ранг) пута. С обзиром да сви најстрожији допуштени елементи трасе и дементи профила зависе од пројектне брзине, општи квалитет или ранг пута може бити изражен пројектном брзином према којој је пут изграђен или којој су коресподентни примењени елементи пута.

2.6.1. Пут ниског ранга. Пут чији елементи одговарају пројектној брзини до 50 km/h.

2.6.2. Пут средњег ранга. Двотрачни пут чији елементи одговарају пројектној брзини 60-80 km/h.

2.6.3. Пут високог ранга. Двотрачни пут чији елементи одговарају пројектној брзини 90 или више km/h.

2.6.4. Пут највишег ранга. Ауто-пут.

2.7. ПОДЕЛА ПУТЕВА ПРЕМА ИЗГРАЂЕНОСТИ.

2.7.1. Земљани пут. Пут на коме не постоји коловозна или друга конструкција, коловоз је земљан.

2.7.2. Пут са класичним застором. Пут на коме је коловозни застор изведен од зрнастих материјала без спојног средства, или од ломљеног камена.

2.7.3. Модернизован пут. Стари пут на коме је изведена савремена коловозна конструкција без измене или са најнужнијим изменама компонената трасе.

2.7.4. Реконструисани пут. Стари пут на коме су, пре израде савремене коловозне конструкције, неподесне компоненте трасе замењене реконструкцијом доњег строја, компонентама чији елементи одговарају одређеној рачуној брзини.

2.7.5. Савремени (новоизграђени) пут. Пут изграђен на основу пројекта израђеног према савременим принципима пројектовања.

2.7.6. Полуауто-пут. Ауто-пут изграђен у I фази. По правилу постоји један коловоз са одговарајућим бројем саобраћајних трака, ивичним тракама и једном зауставном траком. По правилу су изграђене све петље пројектоване за комплетан ауто-пут и прилагођене изграђеном коловозу. На коловозу пројектованом са две саобраћајне траке и једном зауставном траком, могу бити обележене: три саобраћајне траке, две саобраћајне и две уске зауставне траке или пројектовано решење (што је најнепогодније).

2.7.7. Ауто-пут. Пут за моторни саобраћај са две једносмерне коловоза, одвојена разделном траком, који обухватају најмање по две саобраћајне и једну зауставну траку. Сва укрштања су денивалисана, а одвијање саобраћаја је непрекидно (контрола приступа је потпуна).

2.8. КЛАСИРАЊЕ ПУТЕВА ПРЕМА КАРАКТЕРУ САОБРАЋАЈА.

2.8.1. Градска саобраћајница. Саобраћајница различитог капацитета, функције, ранга и начина регулисања саобраћаја, која служи повезивању делова насељених места. (Види главу 5)

2.8.2. Међуградски пут (ванградски пут), (пут у ванградском простору). Пут који се пружа изван градова.

2.8.2.1. Отворени пут. Пут који се пружа мимо било каквих насеља.

2.8.2.2. Пут кроз мала насеља. Ванградски пут који пролази кроз мала насеља и на коме је саобраћај изложен одређеним утицајима, али не и утицају градског саобраћаја.

2.8.2.3. Приградски пут. Деоница међуградског пута изграђена на улазу у град. Саобраћај на приградском путу је изложен почетним утицајима градског саобраћаја који нарастају са залажењем у град.

2.8.3.1. Пут за даљински саобраћај. Пут на коме се претежно јавља саобраћај на велика растојања (чији су извор и циљ удаљени).

2.8.3.2. Пут за локални саобраћај. Пут на коме се претежно јавља саобраћај за повезивање блиских места.

2.8.4.1. Пут привредног карактера. Пут на коме је доминантан саобраћај комерцијалних возила.

2.8.4.2. Туристички пут. Пут на коме се претежно или искључиво (уз возила за снабдевање) јавља туристички саобраћај.

2.8.4.3. Пут за путничка возила. Пут намењен кретању искључиво путничких возила (у нас не постоји).

2.8.4.4. Пут специјалне намене. Шумски, пољопривредни, индустријски, руднички и други, углавном некатегорисани путеви. Инвеститор за ове путеве је по правилу заинтересована радна организација или асоцијација.

Путеви на маркама

Људи налазе безброј начина како да искористе своје слободно време; многи се препуштају оним „другим љубавима“ — хобијима или пасијама. Једни сакупљају разгледнице, други — значке, трећи грамофонске плоче, четврти — шале и досетке... Постоји читав низ хобија са којима људи „живе“, налазе у њима прави смисао забаве и највеће радости при свакој новини у својој збирци.

Свакако да међу најчешће и најозбиљније пасије спадају нумизматика и филателија. Оне су данас достигле такав ступањ развоја да од сакупљача траже огромно знање, па их неки сматрају науком. За недовољно упућене, рећи ћемо да је филателија — систематско сабирање у повезану целину поштанских марака и других ознака за наплату поштанских услуга, као и материјала који се односе на њихову употребу и историју.

Само годину дана након штампања прве марке од једног пенија, са ликом краљице Викторије (Маурицијус), пуштене у продају 6. маја 1840. год., лондонски „Тајмс“ објавио је прву вест о сабирању марака. Први филателисти тежили су да сакупе што већи број марака различитих по вредности, мотиву и издавачу. Наравно да су сви убрзо схватили да се од овакве „сваштарске“ збирке мора одустати, јер се стално повећавао број држава, а са њима и број издања марака. Бесмисленост таквог начина сакупљања натерала је филателисте да се ограниче — на поједине континенте, групу држава или само једну државу, а онда и на још уже подручје, формирајући тако тзв. тематске збирке. У њих се стављају марке које имају исту тему, односно мотив који је на маркама приказан (спорт, биљни или животињски свет, фолклор, музика, религија, превозна средства, уметност, историјске личности, писци, жене, деца, техника итд.), или према намени у коју су марке штампане (авионске, црвени крст, олимпијале и сл.). Али, оставимо по страни све те „финесе“ и само наговештене разнородности и могућности, којом се забавља и бави, како се процењује, преко 50 милиона људи у свету, најразли-

читијих узраста, професија, особина, нарави, образовања... Закупљеност филателијом и модерна медицина признаје као један од метода за релаксирање, потпуно одвајање од свега што савременог човека замара, закупља и оптерећује (физички и психички напор), док се бављење овим хобијем од млађих дана сматра као изванредан начин за формирање и развијање позитивних људских особина — смисао за ред и тачност, систематичност, педантност, упорност, навика за пажљиво и опрезно поступање, а уз стално дружење са овим „мицијатурним сликама“, пружа изванредне уметничке доживљаје, бројна сазнања...

Међу филателистима има и оних који су за ужи круг свога интересовања одабрали грађевинску технику, иако је, у односу на друге „теме“ она релативно мало заступљена на поштанским маркама. То се поготовито може рећи, за још ужу тему — **путеве**. Но, пажљиви колекционар ће ипак открити да постоје и такве марке, које означавају и бележе какав мотив из путарске праксе, неки значајан објект или детаљ пута као део грађевинске технике (мост, вијадукт нпр.).

Неколико одабраних примера из филателистичке колекције приказаних на слици 1, показује да је ПУТ нашао место и на поштанској марки, тако важном средству које функци-

онише међу људима широм света. Чињеница да марка има естетску и ликовну вредност, сем материјалне, сведочи и о вредности мотива на њој.

ФИЛАТЕЛИЈА И ГЕОДЕЗИЈА

Поједине земље, у оквиру грађевинске технике, издају серије или поједине марке посвећене посебној грани — **ГЕОДЕЗИЈИ** — научној дисциплини која се бави мерењем земљишта у научне и практично-техничке сврхе и да је незаобилазни део грађевинске технике, било да се ради о предности земљишта у положајном (хоризонталном) и висинском смислу, о плановима и картама (за разне сврхе и потребе), за пројектовање и ситуирање објеката на терену, при грађењу путева и путних објеката, у хидротехници, уређењу насеља итд. итд.

Теме марака су најчешће — геодетски инструменти (теодолити, нивелири, дистомати), специјалне технике снимања и прављења геодетских подлога (аерофотограметрија), или значајне годишњице, скупови, конгреси међународних удружења геодетских стручњака — без којих данас не може да се замисли грађевинска техника. Неколико примерака таквих марака приказано је на слици 2.

Инг. Градимир Луковић



Сл. 1



Сл. 2.

Из Друштва за путеве

Писма читалаца

Чланак проф. Кузовића „Приказ резултата саобраћајно-економске студије и генералног пројекта правца ауто-пута Београд — јужни Јадран“ објављен у броју 5-6/1983. часописа „Пут и саобраћај“ изазвао је одређени интерес код наших читалаца, као што се и очекивало, тако да уз чланак Б. Пунишића „О ауто-путу Београд — граница СР Црне Горе — јужни Јадран“ („Пут и саобраћај“ број 1-2/1984.) објављујемо и писмо члана друштва Радоја Аћимовића о истом проблему.

Редакцији

ДРУЖЕ УРЕДНИЧЕ,

Предлажем Вам да уведете у часопису рубрику за јавну дискусију „За ауто-пут преко Сјенице или Ивањице“. Наш часопис, као гласило Друштва за путеве, обавезан је пре других да поведе широку јавну дискусију стручњака и свих пријатеља путева о овој актуелној теми.

Са своје стране желим да истакнем околност за коју сматрам да у основи оријентише свако мишљење за усвајање предложених решења за ову трасу.

Идејни пројект сваке нове трасе пута који садржи елементе сметње више силе за његово извођење, не долази у обзир за пројектовање нити за усвајање истог за извођење.

У конкретном случају постоје две варијанте. Правац преко Ивањице и Дуге Пољане садржи елементе сметње више силе које се не могу решити и онемогућују полагање једне трасе ове категорије. Ради се о сметњама сурових зима и снежних падавина које су непремостиве и за ову категорију путева не могу се решити никаквим средствима. Досадашња историјска искуства путне службе и грађана тога краја ово могу посебно потврдити. Лично сам се у то неколико пута уверио.

Према томе, не може се ничим доказати оправданост усвајања ове варијанте. У прилог тога интересантан је допис Михајла Жутића из Новог Сада у „Илустрованој Политици“ од 10. маја 1984. године који се запрепаштује предлогом за трасу преко Дуге Пољане, баш их наведеног разлога у вези са лично преживелим зимама на том терену.

Ако овом трасом треба решити проблеме крајева којима она пролази, онда је то оправдано само посебним решењима повезивања локалним саобраћајницама. Што рече на скупштини Друштва за путеве ове године један учесник: „Свака велика река има своје притоке“ — Међутим, ако река повезује својим током и друге објекте, утолико су услови повољнији за усвајање трасе новог пута а посебно овог случаја, где је у питању одређена категорија са посебним условима.

Толико у прилог јавној дискусији, руководећи се стварним чињеницама о којима треба да се води рачуна.

Радоје Аћимовић

