



Пут и саобраћај

Бр. 2. 1997. • МАЈ-АВГУСТ • Год. XLIII





ИНСТИТУТ ЗА ПУТЕВЕ Д.Д.

11000 Београд • П. фах 452 • Кумодрашка 257 • Тел.
011/466-522 • Саве Текелије 10 • Тел. 011/458-555
• Телекс: 11036 YUINSPUT • Факс: 011/466-866

Институт за путеве, д.д.

БАВИ СЕ НАУЧНО-ИСТРАЖИВАЧКОМ ДЕЛАТНОШЋУ, СТРУЧНИМ АКТИВНОСТИМА И КОНСУЛТАНТСКИМ УСЛУГАМА У ОБЛАСТИ ПУТЕВА.

СА СВОЈИМ НАУЧНИМ И СТРУЧНИМ КАДРОМ, МОДЕРНОМ ОПРЕМОМ И ИСКУСТВОМ ПРЕКО 45 ГОДИНА, ОСПОСОБЉЕН ЈЕ ДА РЕШАВА НАЈСЛОЖЕНИЈЕ ЗАДАТКЕ ИЗ ДЕЛАТНОСТИ: САОБРАЋАЈА, ТРАНСПОРТА, СИСТЕМА УПРАВЉАЊА ПУТЕВИМА, ИНЖЕЊЕРСКИХ КОНСТРУКЦИЈА, ГРАЂЕВИНСКИХ МАТЕРИЈАЛА, ГЕОТЕХНИКЕ, ПРОЈЕКТОВАЊА И ТЕХНОЛОГИЈЕ ГРАЂЕЊА.

За све услуге обратите се пословодству или организационим деловима Института за путеве, д.д.:

- | | |
|---|-----------|
| ■ Директор Института за путеве | ☎ 466-133 |
| ■ Директор научних истраживања | ☎ 466-299 |
| ■ Технички директор Института за путеве | ☎ 492-496 |
| ■ Директор економско-финансијских послова | ☎ 465-138 |

У саставу ИНСТИТУТА ЗА ПУТЕВЕ су следећи организациони делови и сектори:

- ☐ НАУЧНО-ИСТРАЖИВАЧКА БИБЛИОТЕКА И НАУЧНИ САВЕТНИЦИ,
Београд, ул. Кумодрашка 257, Библиотека: ☎ 466-522/26, Саветници и преводиоци: ☎ 466-299/30
- ☐ ЗАВОД ЗА САОБРАЋАЈ И ЕКОНОМИЈУ, Београд, Кумодрашка 257, Директор ☎ 493-791 / 465-138
- ☐ ЗАВОД ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПУТЕВА "ТРАСА", Београд, Саве Текелије 10 Директор ☎ 458-547
- ☐ ЗАВОД ЗА КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ, 11000 Београд, Кумодрашка 257 Директор ☎ 463-332
- ☐ ЗАВОД ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ МОСТОВА И КОНСТРУКЦИЈА, С. Текелије 10 Директор ☎ 458-549
- ☐ ЗАВОД ЗА ГЕОТЕХНИКУ, Београд 11000, п.п. 452, ул. Кумодрашка 257 Директор ☎ 465-321
- ☐ ЗАВОД ЗА ГРАЂЕВИНСКЕ МАТЕРИЈАЛЕ, Београд, ул. Кумодрашка 257 Директор ☎ 464-563
- ☐ ЗАВОД ЗА ТЕХНОЛОГИЈУ ГРАЂЕЊА, 11000 Београд, Кумодрашка 257 Директор ☎ 462-976
- ☐ ЗАЈЕДНИЧКЕ СЛУЖБЕ ИНСТИТУТА ЗА ПУТЕВЕ, Београд, Кумодрашка 257, Директор ☎ 466-299

Пут и саобраћај

ЧАСОПИС
ДРУШТВА ЗА ПУТЕВЕ ЈУГОСЛАВИЈЕ
ДРУШТВА ЗА ПУТЕВЕ СРБИЈЕ
ДРУШТВА ЗА ПУТЕВЕ ЦРНЕ ГОРЕ

Број 2

Мај-август 1997 • Година XLIII

Number 2

May-August 1997 • Vol. XLIII

САДРЖАЈ

Др Душан Игњатић, дипл. инж. грађ.
ПЕРСОНАЛНИ РАЧУНАР ЈЕ ЛАКШЕ КОРИСТИТИ
НЕГО ПИСАЋУ МАШИНУ 63

Проф. др Љубиша Кузовић, дипл. инж.
ПРОМЕНЕ БАЗНИХ ПОКАЗАТЕЉА ЗА КАПАЦИТЕТ
И НИВО УСЛУГЕ ОСНОВНИХ ОДСЕКА
АУТОПУТА У ХЦМ ОД 1965. ДО 1994. ГОД. 70

Проф. др Љубиша Кузовић, дипл. инж.
ПРИЛОГ АНАЛИЗИ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТАРА
САОБРАЋАЈНОГ ТОКА НА ДВОТРАЧНОМ ПУТУ
ИДЕАЛНЕ ГЕОМЕТРИЈЕ, ПРИ ТОКУ ПА ЈЕДНАКОМ
ПРАКТИЧНОМ КАПАЦИТЕТУ ПУТА, У
ФУНКЦИЈИ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ТОКА ПА ПО
СМЕРОВИМА 77

Мр Новица Стевановић, дипл. грађ. инж.
РЕКОНСТРУКЦИЈА ВАНГРАДСКИХ ПУТЕВА СА
СТАНОВИШТА СИГУРНОСТИ ВОЖЊЕ 81

Проф. др Вера Мијушковић, дипл. инж. грађ.,
Асист. мр Горан Младеновић,
Војислав Тодоровић, дипл. инж. грађ.
ПРИНЦИПИ УПРАВЉАЊА КВАЛИТЕТОМ
КОЛОВОЗА НА НИВОУ МРЕЖЕ 97

Проф. др Зоран Радојковић, дипл. инж. грађ.
НОВА МЕТОДА ПРОРАЧУНА АГРЕСИВНОСТИ И
ЕКВИВАЛЕНТНОГ САОБРАЋАЈНОГ ОПТЕРЕЂЕЊА
КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА 104

Др Име Пап, дипл. инж.,
Др Милорад Смиљанић, дипл. инж.,
Петар Родић, дипл. инж., Михајло Делари, дипл. инж.
ВИСКО-ЕЛАСТИЧНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ
ПОЛИМЕР-БИТУМЕНА НА БАЗИ APP И
SBS-КАУЧУКА 109

Јован Липовац, дипл. грађ. инж.
ПРИПРЕМНЕ АКТИВНОСТИ НА РЕАЛИЗАЦИЈИ
ПРОЈЕКТА АУТОПУТЕВА САВЕЗНОГ ЗНАЧАЈА
НА ТЕРИТОРИЈИ РЕПУБЛИКЕ ЦРНЕ ГОРЕ НА
ПРИНЦИПУ ДАВАЊА КОНЦЕСИЈА 114

Бождар Јовановић, дипл. инж. грађ.
СТАЊЕ МАГИСТРАЛНИХ И РЕГИОНАЛНИХ
ПУТЕВА ПОДРУЧЈА ОПШТИНЕ СЈЕНИЦА 117

SUMMARY 120

IN MEMORIAM 121

CONTENTS

Dušan Ignjatić, B.Sc., C.Eng., M.Sc., Ph.D.
USING THE PERSONAL COMPUTER IS EASIER
THEN USING A TYPEWRITER 63

Prof. Ljubiša Kuzović, Ph.D., B.Sc.
THE CHANGES OF BASIC INDICATORS FOR THE
CAPACITY AND LEVEL OF SERVICE AS REGARDS
MOTORWAY BASIC SECTIONS WITHIN THE
FRAMEWORK OF "H.C.M." FROM THE YEAR 1965
TILL 1994 70

Prof. Ljubiša Kuzović, Ph.D., B.Sc.
CONTRIBUTION TO THE ANALYSIS OF BASIC
PARAMETERS OF TRAFFIC FLOW ON DUAL-
LANE ROAD WITH IDEAL GEOMETRY, AT THE
PASSENGER CAR FLOW EQUAL TO PRACTICAL
ROAD CAPACITY, IN THE FUNCTION OF
UNEVENNESS OF THE PASSENGER CAR FLOW AS
PER DIRECTIONS 77

Novica Stevanović, B.Sc., Civ. Eng.
RURAL ROADS RECONSTRUCTION FROM THE
TRAFFIC SAFETY POINT OF VIEW 81

Vera Mijušković, Ci. Ph. D.,
Goran Mladenović, Ci. M. Sc.
Vojislav Todorović, Ci.
PRINCIPLES OF PAVEMENT QUALITY MANAGE-
MENT AT NETWORK LEVEL 97

Prof. Zoran Radojković, Ph.D., M.Sc., B.Sc. (C.E.)
NEW COMPUTATION METHOD ON
AGGRESSIVENESS AND EQUIVALENT TRAFFIC
VOLUME OF PAVEMENTS 104

Imre Pap, B.Sc.PhD.,
Milorad Smiljanić, B.Sc., Ph.D.,
Petar Rodić, B.Sc.
Mihajlo Delari, B.Sc.
THE VISCO-ELASTIC PROPERTIES OF MODIFIED
BITUMEN BASED ON APP- AND SBS-POLYMERS 109

Božidar Jovanović, B.Sc. (C.E.)
MAIN AND REGIONAL ROADS CONDITIONS IN
THE AREA OF SJENICA MUNICIPALITY 114

SUMMARY 120

IN MEMORIAM 121

Издавачки савет:

Вићентије Капларевић, Миленко Остојић, Предраг Кркић, Миленко Гвозденчевић, Војислав Вајда, Зувдија Аскалић, Божидар Ђукић, Радојко Лукић, Драгослав Петровић, Милорад Терзић, Љубиша Станојевић, Александар Форцан, Слободан Џмиљанић, Јован Липовац, Рајко Вуксановић, Драган Чубрило, Бранка Јаковљевић, Дамњан Јаковљевић

Уредништво и редакција:

Др Војо Анђус, др Љубиша Кузовић, др Вера Мијушковић, др Милан Миливојевић, др Петар Митровић, др Зоран Радојковић, др Александар Цветановић, Славко Ковачевић, др Ђорђе Узелац

Главни и одговорни уредник:

Проф. др Здравко Јоксић,
дипл. инж. грађ.

Технички уредник:

Мирјана Рапајић

Издавачи:

Друштво за путеве Југославије,
Друштво за путеве Србије и
Друштво за путеве Црне Горе

Претплата за часопис:

Претплату за часопис слати на жиро рачун Друштва за путеве Србије 40816-678-9-4223, а огласе и остало на Друштво за путеве Србије, Београд, поштански факс 452, Кумодрашка 257, тел. 493-134

Годишња претплата за 1997. годину:

за радне организације 700 динара; за остале претплатнике 90 динара; за иностранство 1000 динара. Претплата се плаћа унапред на жиро рачун Друштва за путеве Србије.

Појединачни примерци:

за радне организације 120 динара
за појединце у продаји 40 динара

Цене огласа:

по троброју на корицама 1000–2000 динара (спољашња и унутрашња страна); унутрашње стране у текстуалном делу 1/1 600 динара; 1/2 стране 400 динара; 1/4 стране 200 динара

За иностранство по троброју: 1/1 страна 150 САД долара; 1/2 стране 100 САД долара; 1/4 стране 50 САД долара.

Колективна чланарина одређује се сразмерно величини и значају радне организације – колективног члана и не може бити нижа од 700 динара. Колективни чланови, уплатом чланарине добијају одређени број примерака часописа бесплатно.

Ослобођено плаћања општег пореза на промет на основу мишљења Министарства за науку и технологију Републике Србије, бр. 413-00-353/96-01 од 12.7.1996. године.

Штампа: CICERO, Београд, тел. 682-659

IN MEMORIAM

Проф. др Здравко Јоксић, дипл. инж. грађ. главни и одговорни уредник часописа "Пут и саобраћај"



Здравко Јоксић рођен је у Ужицу 1928. године у трговачкој породици. У Ужицу је завршио основну школу 1939. и Државну реалну гимназију 1947. године. Грађевински факултет Техничке велике школе у Београду завршио је 1953. године, на саобраћајном одсеку са дипломским радом "Пројектовање пута првог реда Ужице – Косјерић". Докторску дисертацију под насловом "Носивост флексибилних коловозних конструкција – нове методе испитивања и изналажења критеријума за процену носивости у нашим условима" одбранио је на Грађевинском факултету Универзитета у Сарајеву 1971. године.

По завршеном факултету запослио се у грађевинском предузећу "Партизански пут" из Београда где је током 3 године радио на пројектовању и изградњи путева у Србији и улици у Београду.

У периоду од 1956. до 1980. године запослен је у Институту за испитивање материјала СР Србије, најпре као шеф одсека за природни камен, до 1958. године, а затим као шеф одсека и касније сектора за путеве од 1958. до 1980. на различитим пословима руковођења и организације одсека, на геотехничким истраживањима за пројектовање савремених путева и димензионисање коловозних конструкција, као и на различитим истраживачким пројектима из области путева.

На грађевински факултет Универзитета у Београду прелази 1980. године за ванредног професора на предмету "Основи геотехнике", касније "Доњи строј саобраћајница", а за редовног професора на истом предмету изабран је 1986. године.

Поред редовне наставе на грађевинском факултету Универзитета у Београду, одржавао је наставу и на грађевинском факултету Универзитета у Сарајеву (1977–1984) на предмету "Пројектовање, грађење и одржавање келовозних конструкција", као и наставу на постдипломским студијама у Београду, Загребу, Сарајеву, Скопљу, Нишу и Братислави на предмету "Одабрана поглавља из коловозних конструкција".

Обавио је више специјализација и студијских боравака у иностранству од чега су значајнији курсеви у Француској, у лабораторијама за путеве, по темама "Поступци стабилизације тла за коловозе путева и аеродрома" и "Техника грађења путева".

Боравио је у иностранству при решавању проблема у вези са изградњом путева у Кенији (Најроби – Викторијино језеро, 1973. године) и Либији (1968. године), као и код изградње 2 аеродрома ("Кувајт I" и "Кувајт II" 1976. и 1977. године).

Био је члан многих стручних друштава у земљи и члан међународног Друштва за механику тла и фундамента, као и међународног Друштва за путне конгресе AIPCR.

За успехе у научноистраживачком раду добио је више награда у Институту за испитивање материјала СРС, као и похвала, награда, захвалница и плакета института, предузећа, инвеститора и организација.

Одликован је орденом рада са црвеном заставом 1991. године.

Пензионисан је 1993. год. као редовни професор Грађевинског факултета у Београду.

Објавио је велики број радова.

Од књига и уџбеника објавио је монографије "Носивост флексибилних коловозних конструкција" и "Коловозне конструкције путева: пројектовање, грађење и одржавање" као и 11 прилога у "Техничару", превода делова књига, скрипти на факултетима итд.

Учествовао је на многим стручним манифестацијама у земљи и иностранству и на њима учествовао са радовима или дао приказ одређених поглавља које су разматране. Укупно је објавио 67 радова од којих је 12 приказано на конгресима и симпозијумима у иностранству.

Објавио је 151 чланак и приказ у периодичним или другим серијским публикацијама, од чега 7 радова у иностраним часописима.

Најзад, часопис "Пут и саобраћај" тесно је везан са активношћу Здравка Јоксића.

Здравко Јоксић био је дугогодишњи главни и одговорни уредник часописа "Пут и саобраћај". Могло би да се каже да је то био његов часопис. Он је одређивао уређивачку политику часописа, од нас многих тражио и наручивао чланке, често одредивши наслов, садржај и закључке истих, вршио скоро све послове везане за рецензије и издавање чланака, и најзад и сам, од 144 радова објављених у часописима у Југославији, у часопису "Пут и саобраћај" објавио је 78 чланака и приказа.

Одужио се и својим Ужичанима објавивши, неколико дана пред своју смрт, књигу о генерацији матураната 1946/47. Гимназије у Ужицу.

Здравко Јоксић изненада је преминуо 11. јуна ове године и иза себе оставио велики број пријатеља и студената од којих су данас многи познати стручњаци за путеве. Остаће нам у сећању као драги колега који је огромни део своје активности посветио струци – путевима, настави и публицистици.

Персонални рачунар је лакше користити него писаћу машину

Др Душан Игњатић, дипл. инж. грађ.
Институт за путеве, д.д. – Београд

Стручни рад
УДК 681.322.06

РЕЗИМЕ

У овом раду се објашњава како почетници свих узраста, занимања и положаја, без претходних рачунарских курсева, могу одмах да користе популарне персоналне рачунаре PC 386, PC 486 и друге, који се испоручују са DOS 6.x и Windows 3.1 x програмима, под условом да је већ при испоруци комплетно инсталиран и прилагођен нашим условима MS Word for Windows, Version 6.0 (6a–6c), најмасовније употребљавани програм за припрему дописа, текстуалних докумената, реферата и брошура. Део овог чланка важи и за старији програм MS Word for Windows, Version 2.0, као и за најновији Word for Windows 95, Vers. 7.0 и за најсавршенији Word 97. Наглашена је зависност софтвера од хардвера и зависност удобности, одн. лакоће коришћења рачунара од његових перформанси одн. цене. За кориснике без знања енглеског језика, у чланку су у заградама дате речи које се могу појавити у програмским порукама на екрану. Тиме је повећан обим чланка, па је објављивање у наставцима.

УВОД

Персонални рачунари (PC – Personal Computers) се производе у облику преносних Portable–рачунара: најмањих Palm–top, који могу да стану на длан, Sub–Notebook, величине мање свеске, Notebook – рачунара, формата A4–свеске која може да стане у Samsonite–ташну, и нешто већих Laptop–рачунара који могу да се држе у крилу. Класични Non–Portable персонални рачунари о којима се овде говори, састоје се од централне процесорске јединице (CPU) и периферијских прикључних уређаја (Peripherals). Централна јединица у облику металне кутије (Case – кућишта), положене (Desktop) или усправљене на радном столу (Mini–tower), или у облику веће вертикалне кутије која стоји на поду (Midi–tower, Big–tower), састоји се од основне плоче (Motherboard) у облику велике, вишеслојне штампане плоче са предвиђеним местима за микропроцесор и математички копроцесор, као и местима за уграђивање меморијских модула великог капацитета (RAM – Random Access Memory), и са контакт лежиштима (Slots) за уграђивање адаптер–картица. Сем тога, на основној плочи је и батерија за напајање меморија малог капацитета ROM (Read Only Memory) и EPROM (Erasable Programmable ROM) у којима се чувају датуми (Date), време (Time) и параметри за основни програм рачунара BIOS (Basic Input Output System). Основна плоча са уграђеним микропроцесором и меморијом је уствари рачунар без "периферала".

Веза периферних јединица са централном процесорском јединицом се остварује помоћу адаптер–картица (штампаних плоча мањих димензија са конекторима на двема странама) које се постављају управно на основну плочу, тако да екстерни конектори (Ports) обично излазе кроз отворе на стражњој страни кућишта. На "портове" се прикључују (Plug in) принтери, плотери, тастатуре, скенере и други уређаји. Најважније картице су диск–контролер за прикључивање магнетних дискова (Hard Disc), ласерских (CD–ROM) компакт дискова и јединица дискета (Diskette Drive); графичка картица на коју се прикључује монитор; факс–модем картица којом се рачунар повезује на телефонску линију, тако да може да комуницира са другим рачунаром; I/O картица (Input–Output) са паралелним (Centronix) портом за принтер и серијским портовима за "миша" (Mouse), или за тзв. дигиталну таблу (Digitizer), за плотер, или палицу за игру (Joy–stick), итд.

Меморисање информација код савремених рачунара је бинарно, а основна јединица је бит (Bit). За представљање једног словног знака у бинарном облику, потребан је један бајт (1 Byte = 8 Bits). За дигитално уписивање на магнетне медијуме једне обичне странице текста без графике, без математичких или хемијских формула, потребно је 2 KB (2000 Bytes). Ако се припрема само једна страница текста са уметнутим фотографијама у боји, потребна је оперативна меморија (RAM) у мегабајтима, а капацитет дискова у гигабајтима (1 MB = 1000 KB; 1 GB = 1000 MB). Мултимедијални записи слова и цифара, цртежа, слика и фотографија, анимација и филмова, звукова, говора и музике, захтевају терабајте на ласерским и магнетним дисковима (1 TB = 1000 GB).

Основни програм BIOS којим се стартује (Boot) рачунар, спада у класу Low–level Software, писан је врло тешким програмерским Line–Assembler језиком, блиским машинском језику у коме се нпр. У пише 01011001, а којим рачунар извршава програмске инструкције. За управљање радом свих физичких уређаја рачунара, није довољан само BIOS; неопходан је неупоредиво већи програм, тзв. Оперативни систем рачунара (OS), са веома великим бројем инструкција. Такви програми се пишу језиком нешто вишег нивоа (Macro Assembler), а последњих година се користи и знатно виши ниво програмирања (C–programming language), али су тада неопходни специјални програми за превођење на машински језик (Compilers). Добијени извршни код (Executable Code) је толико велик, да се мора уписати на диск.

За персоналне рачунаре постоји већи број оперативних система; најпопуларнији је DOS (Disk Operating System), а UNIX пружа највеће могућности истовременог рада више корисника. Ако рачунар ради под DOS-ом, довољан је RAM 1-2 MB. Програм Windows 3.0 је прво развијен као надоградња (Shell) уз DOS, да би се корисницима олакшао рад, а затим је прерастао у интегрално графичко окружење (Windows 3.1 x for the Windows Graphical Environment).

За комфоран рад корисника у Windows 3.1 x окружењу, потребан је RAM 8-16 MB и магнетни диск (Hard Disk) од 500 MB до 1 GB. Међутим, временом се показало да при коришћењу програма Windows 3.1 x долази често до блокирања рачунара, па је уместо оперативног система DOS са графичким корисничким интерфејсом Windows (Graphical User's Interface), развијен Windows 95 као нови, али компатибилни оперативни систем, што значи да се могу користити и стари програми писани за рад под DOS-ом. Рачунару који ради под оперативним системом Windows 95 треба RAM 16-32 MB и диск капацитета око 2GB, а за најновији оперативни систем Windows NT који више није компатибилан са старијим системима, потребан је RAM 64-128 MB и диск, или дискови, капацитета 2-4 GB. Да би се искористиле предности система Windows NT у односу на Windows 95 (већа брзина и поузданост, нарочито за тзв. мрежне сервере, рачунаре који опслужују мрежу персоналних рачунара), неопходни су најновији микропроцесори и најновије основне плоче.

Тип и перформансе персоналног рачунара зависе највише од микропроцесора. Овде се говори од тзв. IBM PC – компатибилним рачунарима у којима се углавном користе микропроцесори фирме INTEL. Такви персонални рачунари су најпопуларнији у свету, иако нису нити први, нити најбољи, нити најевтинији; али, за њих постоји највећи број апликационих програма, тј. готових програмских решења за све области примене. Од пре скоро 20 година, када се појавио IBM PC са практично 8-битним (Data Bus) микропроцесором Intel 8088 и тактом (Clock) око 5 MHz, до данас је развијено на десетине све бржих микропроцесора, 16-битних, 32-битних и најновијих 64-битних, са тактом 10, 20, ..., 200 MHz, као и са најбржим – 500 MHz, тако да су перформансе повећане 1000 пута.

Ознаке одговарајућих микропроцесора су биле: Intel 80186 код IBM PC/XT – првог рачунара са неизмењивим магнетним диском (Hard Disk) капацитета 10-20 MB;

Intel 80286 код IBM PC/AT – првог рачунара са оперативном меморијом већом од 640 KB;

Intel 80386 код PC 386 – првог рачунара на коме су се пре 10 година могли одвијати (Run) графички интензивни CAD (Computer Aided Design) програми, Windows – програми и они математички програми који захтевају RAM 16 MB, али је брзина била ограничена на 40 MHz; Intel 80486 код PC 486 – првог рачунара на коме се практично може користити Windows 95; Intel Pentium (80586) код PC Pentium-a – првог рачунара на коме се практично може користити Windows NT...

Сви поменути микропроцесори и остале електронске компоненте, производе се у три категорије: Military, Industry и Office. У првој категорији су компоненте које се производе за војне потребе. Оне су најскупље и најбољег квалитета, време између отказа (MTBF – Mean Time Between Failure) је веома дуго, функционишу у тешким условима ниских и високих температура, при јаким притисцима, вибрацијама и ударима, као и у загађеној средини.

У другој категорији су компоненте за индустријске услове; оне су јевтиније, мање поуздане него војне компоненте, али могу да функционишу у подједнако тешким условима. Од компоненти прве и друге категорије се могу стварати специјални рачунари неосетљиви на кварове (Fault Tolerant Systems), код којих се у случају отказа аутоматски укључује резервна компонента; резерва резерве не доприноси поузданости.

У трећој категорији су компоненте за канцеларијске услове. Оне су далеко најевтиније, подложне су кваровима ако се пажљиво не рукује њима, могу да раде само при собним температурама, веома су осетљиве на прегревање и праšину, не смеју бити директно изложене сунцу, осетљиве су на нестабилности напона и фреквенције, и не смеју се брзо укључивати-искључивати.

Ван сваке категорије су компоненте безимених (No-name) канцеларијских рачунара, већином произведене на Тајвану. Дешава се да је од 10 нових компоненти, само 1 исправна!

НЕОБАВЕЗНИ И МОГУЋНИ НИВОИ ОБУКЕ ЗА ПРИМЕНУ РАЧУНАРА

Најпознатији светски произвођач рачунара, америчка фирма IBM, произвела је недавно персонални рачунар изванредних могућности: споља се он не разликује од стандардних мултимедијалних рачунара са уграђеним магнетним и ласерским диском, принтером, плотером, скенером, факс-модем картицом, стерео-звучницима, микрофоном, камером, итд. Али, тај рачунар не ради под 16-битним оперативним системом MS-DOS/Windows, већ под 64-битним системом IBM-Warp/Merlyn, што одмах значи да је врло брз, да захтева веома велику меморију, да је са неограниченом гаранцијом и да све команде прима гласом, да му се може диктирати, да он може да чита текстове и да их изговара мушким, женским или дечијим гласом по жељи, да може да пише, да рачуна, да црта, свира, бележи и репродукује гласове, певање, музику, филмове, видео-игре, тродимензионалне статичке или динамичке стерео – представе у "виртуелној реалности", да се аутоматски укључује у Internet-мрежу, у пословне IBM мреже, одн. у банкарске мреже, у видео-конференције, брзе акција,...

Директори и други технички, финансијски, економски, правни и други стручњаци у нашим фирмама, најчешће креирају текстове на српском језику, а то поменути IBM елитни рачунар не би разумео по диктату. Сем тога, уместо једног таквог "директорског" рачунара из САД, може се купити туче безимених рачунара са Тајвана, заједно са програмима опште намене: за припрему текста и кореспонденци-

је, за табеларна израчунавања и разне евиденције, за планирање активности и статистику,... Са јевтином "по-пате" рачунарима се не може комуницирати гласом; све команде и сви текстуални или бројчани подаци се морају уносити преко тастатуре, али се претходно мора научити шта поједина команда значи у сваком поједином програму. За то су неопходни приручници (Manuals).

У иоле сложенијем савременом програму има на хиљаде команди; оне се групишу по важности и по учесталости примене, а курсеви на којима се корисници рачунара упознају са командама појединог програма се обично деле на основне, средње и више, са по 20–40 часова по једном курсу.

За упознавање са веома комплексним програмима као што су нпр. **MS Office (Profesional)**, а то је интегрални програмски пакет за Windows, који садржи програме **Word** – за текстове; **MS Graph** – за графиконе; **MS Draw** – за цртеже; **Equation Editor** – за формуле; **Word Art** – за графичке ефекте са словима; **Excel** – за табеларна израчунавања; **Schedule** – за временске распореде; **Project** – за планирање радова, **FoxPro** – за мање базе података; **Access** – за "SQL" базе података; **Power Point** – за видео презентације, итд., или за упознавање са **CAD** програмима (за инжењерско пројектовање) и са **RDBMS** – програмима (за пројектовање информационих система са релационим базама података, од којих су најпознатији системи **Oracle**, **Sybase** и **Informix**), потребно је организовати по 10–20 курсева, а ипак су то све програми опште намене.

За разлику од програма опште намене, специјални научно-технички програми у неким областима, нпр. у области **FEM** (методе коначних елемената), као и неки комплексни **Management**-системи, нпр. "Paver", захтевају за пуно коришћење потенцијала, много дужу обуку и вишегодишње практично искуство у примени програма.

Сви наведени програми, као и курсеви за обучавање, спадају у групу тзв. апликативног софтвера, што значи да су то програми који су професионални програмери написали наменски, за одређене кориснике који треба да науче како се употребљава тај готови програмски производ.

Професионални програмери који су написали наведене програме у **Assembler**-, **C**-, **Fortran**- или **Ada**- програмском језику, обучавали су се на **Computer Science** факултетима или **IBM**-школама у иностранству, или код нас на групи за рачунарство Електротехничког факултета, а по завршеном факултету, они су прво били приправници.

Горе наведено, дуготрајно обучавање не значи ипак, да и сваки средњошколац не би могао да научи неки језик програмирања (**Basic**, **Pascal**, **Fortran**, **Visual Basic**, **C**,...) и да напише једноставнији програм. То исто важи и за сваког директора, а уствари, чак и код програма који су далеко од програмирања, нпр. код **Word** текст процесора, потребно је **Work Basic** програмирање, ако се ствара нека сложенија **Macro**-команда.

Ако се ствара нека једноставнија **Macro**-команда која ће нпр. извршити штампање текуће стране (**Print Current page**), није неопходно програмирање, јер сам програм аутоматски генерише **Macro**-команде

које су само меморисани и поновљиви низ извршних операција, а којима се може придодати нека сличица на екрану (**Icon**); то се учи на вишем курсу за **Word for Windows**, за текст-процесор који се највише користи на свим типовима персоналних рачунара.

УКЉУЧИВАЊЕ РАЧУНАРА

У нашим условима прво треба проверити да ли има струје у утичницама на које се прикључују рачунари, монитори, плотери, принтери, скенери и други периферијски уређаји. Сем тога, простор око рачунара треба раскртити, а нарочито треба уклопити пепељаре, мрвице од гуме за брисање и сл., јер вентилатор у рачунару може да усиса лаке честице заједно са ваздухом за хлађење. Дискете такође треба чувати од прашине и мрвица, и не треба их носити без кутије. Нарочито су осетљиви монитори: треба их повремено брисати од прашине, а када су укључени, не смеју се никада додиривати прстима или оловкама; само гуменим "оловкама" или четкицама. Заштитни прекривачи за мониторе се не смеју стављати док се монитор не охлади, а на све друге уређаје се прекривачи могу стављати одмах по искључењу. Као прекривачи најбоље служе мекане "најлон" фолије са сребрнатим антистатичким мат премазом.

После наведене припреме, редом се укључује периферија: пренапонска заштита, стабилизатор или **UPS** (уређај за непрекидно напајање), причека се 5–10 секунди, затим се укључује принтер, монитор и др. (Ако монитор има напајање преко рачунара, прекидач монитора треба да је стално у укљученом стању). По укључењу монитора причека се опет неколико секунди, а тек онда се укључује рачунар. Редослед искључивања је супротан: прво треба искључити рачунар, затим одмах монитор (ако је независан), па принтер и остале уређаје, а на крају пренапонску заштиту, стабилизатор или **UPS** (ако постоје). Ако не постоји ефикасна заштита од струјних удара у мрежи, за време грмљавинских непогода, као и преко викенда и током празника, треба извући из зидних утичница све каблове за напајање рачунара, нарочито ако се не борови у просторијама.

ТАСТАТУРА РАЧУНАРА

Постоје различите тастатуре (**Keyboards**), како по облику и конструкцији, тако и по распореду типки и по квалитету. Најбоље су **IBM PC AT**-тастатуре; стандардни распоред је **USA**, а програмски се свакој типки може доделити и неки нестандартни знак, зависно од језичког подручја. Од стандардног (**Default**) распореда, највише се разликују тастатуре у Француској, на којима ни цифре нису на истим местима, и тастатуре у Русији (по **ГОСТ** стандардима), на којима ни једно фонетско слово није на истом месту као на **USA** тастатури. По **JUS** стандардима не постоји само један, већ неколико распореда; углавном се за 5 наших великих и 5 малих слова заузимају ретко коришћене типке са великим и средњим заградама и сл. Тако је и у Шведској и у Немачкој, али постоји

само један распоред по DIN стандардима. Највећи број различитих распореда је у Бразилу; тамо се може наћи до 80 разних тастатура! Зато је позната фирма Northgate произвела тастатуру без угравираних симбола; свака типка је тада програмабилни дисплеј (LED display).

Стандардна АТ тастатура је веома слична електричној писаћој машини; има 6 редова са преко 100 тастатура које можемо да поделимо у 5 група: **стандардне типке** (Standard Keys) са словима (Letter Keys), знацима интерпункције (Punctuation Keys) и са најдужом типком, тзв. размакницом (Spacebar). Као и на свакој писаћој машини, типка са леве стране трећег реда је табулатор (Tab), испод ње је типка за стално велика слова (Caps Lock), која укључује истоимено контролно светло, а испод типке Caps Lock је типка Left Shift, за велика слова (док је типка Shift притиснута), са типком Right Shift на крају тог истог, петог реда тастатуре. У шестом, доњем реду су Ctrl и Alt типке са леве (Left) и десне (Right) стране размакнице (Spacebar). Велики тастер под називом Enter или Return на десној страни словног дела тастатуре, са ознаком ↵, исти је као на електричној писаћој машини, где се користи за враћање (Return) словне Olivetti лезе, или словне IBM кугле, на леви почетак новог реда. ако се на тастатури не куцају текстови, него програмске команде које рачунар треба да изврши, онда притисак на (↵) тастер значи унос (Enter) те команде у меморију, без чега се команда не може извршити, иако је правилно откуцана.

Следећа група 17 тастера, тзв. **нумеричка тастатура** (Numeric Keypad) у крајњем десном делу, не постоји на писаћим машинама, а представља поновљене типке са цифрама, сиве типке (Gray Keys) са аритметичким знацима и друге типке из левог дела тастатуре. Нова је само Num Lock типка која активира нумеричку тастатуру и контролно светло. Нумеричка тастатура је незамењива у многим службама банака, пошта и др.

Типке са **стрелицама** (Arrow Keys) су и на нумеричкој тастатури и као посебно издвојена, трећа група. Разликују се тастери са левом (Left Arrow) и десном (Right Arrow) стрелицом, UpArrow (↑) и Down Arrow (↓) тастатури. На нумеричкој тастатури су стрелице активне само када не гори Num Lock светло; у противном, активне су цифре.

У следећој групи су тзв. **функцијске типке** (Function Keys: F1-F12) са типком Esc у левом горњем углу тастатуре, као и тастерима Print Screen, Scroll Lock и Pause (Break) на десном крају првог реда тастатуре.

Додатне типке (Additional Keys) чине пету групу која се налази у средини тастатуре, изнад групе тастера са стрелицама. Ту спадају Insert, Delete, Home, End, Page Up, Page Down и Backspace тастери. Овај последњи, Backspace тастер, има на себи знак ← (леву стрелицу), а налази се изнад Enter тастера.

ЕНГЛЕСКЕ ПОРУКЕ И НАЗИВИ СИМБОЛА НА ТАСТАТУРАМА

~	Tilde
`	Grave accent
'	Apostrophe
"	Double Quotation

!	Exclamation point
@	At sign
#	Number sign
^	Caret
&	Ampersand
*	Asterisk
<	Less then
>	Grater then
()	Parentheses
[]	Square brackets
{}	Braces
-	Hyphen
_	Underscore
	Pipe
\	Back Slash
/	Slash
:	Colon
.	Period
;	Semi Colon
,	Coma
?	Question mark
=	Equal sign
←	Backspace
← ↑ ↓ →	Arrow Keys
F1-F12	Function Keys
Any Key	Bilo koja tipka

DOS – ОПЕРАЦИЈЕ

По укључењу рачунара, на екрану монитора требало би да се види низ порука, евентуално и нека слика, и на крају промпт C:\> са курсором _ . Промпт је DOS – порука да се очекује унос података са тастатуре на месту курсора – доње цртице (енгл. Underscore), која трепери на екрану.

Код неких рачунара, зависно од тога како је дефинисана тзв. AUTOEXEC.BAT процедура коју почетник не би требало да "едитује", (да врши измене), на екрану се може појавити прва страница (Page) неког DOS програма, нпр. Norton Commander или PC Tools, и тада треба притиснути тастер F10 или Esc, да би се појавио промпт C:\>_. У неким случајевима треба притиснути било коју типку, па онда, ако се не појави променити промпт, треба прочитати поруку која је на екрану, или прегледати тзв. Menu – списак команди и одговарајућих тастера, међу којима је и команда за изазл из неког програма, одн. за повратак у DOS. Неки програми траже и додатну (Yes) потврду (типком Y), да се жели прекид програма.

Ако се, по укључењу рачунара, на екрану појави могућност избора, нпр. WIN, DOS, CAD и сл., треба изабрати WIN-опцију која отвара окно (Window) под називом Program Manager. Код неких рачунара, по укључењу се директно улази у Windows. За повратак у DOS, тада треба редом притиснути типке Alt, F, X, Enter. Појавиће се промпт C:\>_.

Текстови које корисник припрема на рачунару, не откуцавају се одмах на хартији, као код писаће машине, нити се одмах уписују на магнетне дискове и дискете, већ се прво едитују у тзв. оперативној меморији RAM, чији се тренутни садржај види на екрану, али само док не нестане струје у мрежи, јер се тада RAM тренутно размагнетише. Садржај

RAM-а може заузети велики број страница екрана и може се пренети на хартију помоћу принтера. Ако се после штампања угаси рачунар, садржај одн. текст ће остати само на хартији. Да би се садржај сачувао и на дисковима и дискетама, морају се употребити одређене команде за магнетно уписивање, које функционишу независно од тога, да ли је на парт прикључен принтер.

Персонални рачунари имају једну или две дискетне јединице (Diskette drive); "драјв" за дискете старијег типа, пречника $5\frac{1}{4}$ инча, и новијег типа од $3\frac{1}{2}$ инча. За њих је DOS – ознака **a:** и/или **b:**. Сада се најчешће користе дискете $3\frac{1}{2}$ ", капацитета 1.44 MB и $5\frac{1}{4}$ ", капацитета 1.2 MB. За разлику од дискета, магнетни дискови (један или два) који су уграђени у рачунар, најчешће нису измењиви, DOS ознака им је **c:** и **d:**, а капацитет је 200–500 MB за старије типове, и 1.0–9.0 GB за новије типове. Тренутно најсавременији медијум налик на дискету $5\frac{1}{4}$ " је ласерски CD ROM (Compact Disk Read Only Memory), који се најпре користио у музичким Hi-Fi уређајима, слично грамофонској плочи. Капацитет једног таквог диска је 650 MB. Ако је у рачунар уграђен CD ROM "драјв" са DOS ознаком нпр. **e:**, он најчешће не омогућава ласерско уписивање садржаја на празне компакт дискове, али омогућава читање садржаја "пуних" дискова, као и делимично копирање са **e:** на **c:**, **a:**,...

На дисковима и дискетама се различити програми и различити подаци чувају одвојено, сваки под својим именом, уписани у различите датотеке (Files), назване "фајлови". Програм DOS не дозвољава да име фајла садржи више од 8 знакова (слова или бројева), после којих се пише тачка и још највише три знака који представљају тзв. екстензију имена. Није обавезно да се уписује екстензија, нити тачка на крају фајла. За извршне програме су резервисане екстензије EXE или COM, одн. BAT. Уобичајено је да текстуалне датотеке у DOS–програмима имају екстензију TXT, а у Windows–програмима екстензију DOC. Свеједно је да ли се програмске инструкције, DOS–наредбе или имена фајлова пишу великим или малим словима, али се у западноевропским верзијама MS DOS и Windows система не препоручује употребу Yy–слова у наведене сврхе. Тек у најновијим источноевропским верзијама, нарочито код оперативног система Windows '95, оклоњени су неки програмски недостаци који су се јављали при употреби наших слова.

Хијерархијска организација диска

Из имена неког фајла би требало да се види његова намена, па и садржај. Тако је овај документ назван UPUTSTVO.DOC, а писан је у MS Word for Windows програму, који је инсталиран помоћу INSTALL.EXE програма, уз претходно читање текста у фајлу под називом README.1ST (превод назива: Прочитај ме прво!). За Windows постоји веома велики број програма, а помоћу 8 знакова се не може обележити који од њих се инсталира, и који фајл треба претходно прочитати. Зато, попут веома опширне књиге, која је подељена на поглавља, наслове, поднасловe и параграфе, тако се и дискови, одн. дискете деле на подручја (Directories, тзв. "директоријуме"

или "каталоге", намењене уписивању и чувању појединих програма и програмских система. Различити фајлови могу тада имати исто име, јер се налазе у различитим директоријумима. Директоријуми се даље могу делити на под–директоријуме, итд. Добија се разгранато стабло (енгл. tree (са кореном (енгл. root) у **a:**, **b:**, **c:** или **d:**, одакле почиње гранање. Сваком директоријуму, поддиректоријуму, итд. треба дати име до 8 знакова, најбоље без екстензије. На истом нивоу гранања, директоријуми не могу да имају иста имена.

Правило је да "rûт" директоријум (основни, матични), треба да има само најнеопходније фајлове, а сви остали се уписују у специјализоване директоријуме. Не треба у DOS–директоријум смештати нпр. програм DD.EXE за дуплицирање дискета, јер је то помоћни, услужни програм и треба да буде у UTIL–директоријуму. Сем тога, добро је имати и директоријум TEMP, за уписивање и касније брисање привремених фајлова.

Да би се упознала садржина и организација диска **c:** или **d:**, треба на месту курсора (доња цртица која трепери) откуцати CDa и притиснути типку Enter. Тиме се из неког директоријума враћамо у "rûт". На месту промпта треба тада откуцати Tree | More и притиснути Enter. Појавиће се тзв. "Directory PATH listing" са графичким приказом свих нивоа гранања. Видимо нпр., да су на "rûт" C:a директно прикључени директоријуми DOS, WINDOWS и други; неки од њих се даље гранају у под–директоријуме, итд. Енглеска реч Path значи стаза, а из Path–listinga са нпр. види да је "pât" до програма за едитовање структурних хемијских формула C:a\WINDOWS\ACHEMEDIT, а до Worda само C:a\WINWORD. Програм Word for Windows је скраћено назван WinWord. Из Path–listinga се види и који поддиректоријуми Winworda постоје, и да ли постоји неки поддиректоријум за уписивање и чување докумената, назван Doc, или назван по имену корисника рачунара, итд. Ако такав директоријум не постоји, може се формирати следећим наредбама које се пишу на месту курсора: cd\winword (типка Enter) и md doc (типка Enter, тј. треба притиснути ту типку).

Ако се жели даља подела директоријума DOC, нпр. на директоријуме DOPISI, FAKTURE, REFERATI, треба откуцати следеће: cd\winword\doc md dopisi md fakture md referati. После сваке команде је Enter! Прелазак из директоријума вишег нивоа у директоријум нижег нивоа, нпр. из DOC у DOPISI је командом cd dopisi, а повратак у виши ниво је командом cd.. (тачка тачка).

Копирање фајлова

Допис намењен нпр. у министру грађевина, меморисан под именом Ministru.doc у поддиректоријуму DOPISI, преноси се на дискету следећим наредбама:

```
cd\winword\doc\dopisi (tipka Enter),
copy ministru.doc a: (tipka Enter).
```

Та дискета се из A: после може однети на рачунар који има добар ласерски штампач. Ако је нпр. дискетни погон (Drive) на том рачунару **b:**, и ако постоји неки привремени директоријум TEMP уз DOC,

команда за копирање се може издати из сваког директоријума, на сваком диску или дискети:

```
copy b:\ministru.doc c:\winword\doc\temp
```

У претходној команди смо морали тачно да знамо назив фајла и називе постојећих, хијерархијских директоријума.

Проналажење фајлова

Садржај неког директоријума можемо да видимо ако се налазимо у њему, нпр. у C:\, па откуцамо `dir/p` и притиснемо Enter. Ако постоји инсталиран Norton Utility Program Change Directory (NCD.EXE), онда се до одређеног директоријума, нпр. до REFERATI, докажи командом `ncd refer`. Промпт постаје C:\WINWORD\DOC\REFERATI>. Да би се и новоформирани директоријуми пронашли, програм NCD мора да прегледа (Rescan) диск, па после позива програма (ncd) треба редом притиснути типке F2 и Y. Из тако ажурираног програма се излази притиском на Esc. Ако у неком директоријуму, нпр. у C:\TEMP>, желимо да "излистамо" само фајлове са наставком TMP, издајемо команду `dir *.tmp/p`, а ако желимо да излистамо све фајлове са исти именом, а различитих наставака, пишемо команду `dir ime.* /p`. Нпр., ако се налазимо у директоријуму C:\GEOTEH\SLEGANJE>, па желимо да излистамо све фајлове које смо добили као резултат анализе консолидације насипа са скраћеним именом Морава, пишемо `dir morava.* /p` и добијемо списак од осам фајлова: morava.don, morava.aut,...

У наведеним примерима, звездица има улогу тзв. цокера (Joker) којим замењујемо цело име, или цео наставак имена неког фајла, а могућа је и делимична замена: командом `dir XT*.A* /p` добијамо списак фајлова у познатом програму XTreeGold, ограничен на имена која почињу са XT и имају наставак који почиње са A, нпр. XTG_EDITARJ, XTG_FIND.A01, XTG_DWG.A02, итд. Dir-команда не мора да се испишује само за тзв. текући (Current) директоријум; нпр. из C:\> се може писати `dir a:/p`, `dir b:/p`, итд. Ако желимо списак свих директоријума у првом нивоу гранања, из C:\> пишемо `dir */p`, а ако ову команду издамо из неког директоријума на вишем нивоу гранања, добијамо списак свих директоријума на нижем нивоу.

Брисање и преименовање фајлова

Ако треба обрисати (Delete) неки фајл са диска или дискете, треба да знамо тачно име тог фајла, нпр. DOC1.DOC, као и Path до њега; пишемо `del c:\winword\doc1.doc`. Пре брисања можемо да проверимо садржај фајла: `type c:\winword\doc1.doc\more`. Ако смо се уверили у садржај фајла после 2-3 екранске стране, команду можемо да прекинемо држећи притиснуту типку Ctrl и притиснемо типку C (Ctrl+C). Преименовање doc1.doc у нпр. testcirl.doc се врши командом `ren c:\winword\doc1.doc testcirl.doc`.

Преименовање директоријума се врши помоћу команде move. Ако нпр. желимо да директоријуму c:\temp дамо име c:\privtemp пишемо команду `move c:\temp c:\privremen`.

Ако желимо да имамо два фајла истог садржаја, а различитог имена, прво наводимо постојећи фајл: `copy testcirl.doc testlatn.doc`. Ако у dir-командама, тако и у del-командама можемо да користимо цокере, нпр. за промт C:\WINWORD\DOC\REFERATI> командом `del *.bak`, бришу се без упозорења све привремене радне копије Word – докумената. Али, ако кажемо `del *.*` желимо да обришемо све фајлове у том директоријуму, добијамо упозорење у коме се тражи да типком Y потврдимо команду. За брисање имена празног директоријума треба се вратити на виши ниво гранања, нпр. у DOC, издати команду `rd referati`.

Уколико би требало обрисати целу дискету, најбоље је да се пређе на а: или b:, па се изда команда `xrd`. (тачка), после које се добија упозорење којим се тражи Yes потврда, а не само слово Y. Услов за ову команду је да се програм xrd.exe налази на диску, у тзв. Utility или Util директоријуму.

Враћање обрисаних фајлова

Ако из неких разлога треба вратити обрисане фајлове, користи се команда undelete. Добија се списак фајлова који могу бити обновљени (Recovered); треба задати прво слово у имену фајла који се жели вратити

Премештање фајлова

Ако је неки фајл, нпр. ZAHTEV.DOC меморисан у погрешном директоријуму, нпр. у c:\winword, можемо га преместити у одговарајући директоријум двема командама:

```
cd\winword
move zahtev.doc c:\winword\doc\direktor
```

Ако не постоји одредишни (Destination) директоријум под именом Direktor, добија се порука: Make directory? Треба одговорити Yes, па DOS формира нови директоријум и у њега смешта Zahtev.doc. Следећи пример је премештање фајла Molba.doc из c:\temp у директоријум Komisija, при чему такав директоријум треба створити и у њега сместити фајл Molba.doc под измењеним именом Zalba.doc:

```
cd\temp
move molba.doc c:\winword\doc\komisi-
ja\zalba.doc
```

Сваку команду треба писати у једном реду.

Копирање фајлова и целих директоријума

Ако нпр. на дискети а: имамо фајлове у основном директоријуму, као и у многим субдиректоријумима, а ови се и даље гранају, при чему неки директоријуми могу бити празни (Empty), копирање на c:\temp тог целокупног разгранатог стабла, заједно са фајловима у њима, врши се командом `xcopy a:*\.* c:\temp/s/e/v`.

Понављање и едитовање DOS команди

После неке извршене DOS команде, не мора се поново куцати иста команда; довољно је притиснути F3 тастер. Нпр. ако је извршена команда `del c:\winword\doc1.doc`, а желимо да обришемо и DOC2.DOC фајл, притиснемо F3 тастер, претходна

команда се појави на екрану, али не притискамо типку Enter док не заменимо цифру 1 са цифром 2. До те цифре у дугачкој команди се долази помоћу тастера са стрелицама у доњем реду тастатуре, јер ако би курсор померили на леву страну помоћу Backspace тастера са левом стрелицом у горњем реду тастатуре, брисали би један по један знак са леве стране курсора. Када се курсор налази на месту цифре 1, откуцамо цифру 2 која замени претходни знак (Character), а курсор се помери за једно место, јер се команде пишу у Overture – режиму. Брисање знака на месту курсора је помоћу размакнице (Spacebar), када се курсор помера за једно место, или помоћу Delete – типке, када се курсор не помера, већ на место обрисаног знака долази знак који је био са десне стране курсора. То је тзв. десно брисање.

Ако желимо да нови знак са тастатуре дође на место курсора, а да се претходни знак са тог места помери на десну страну, притиснемо типку Insert, курсор поприми облик квадратића, што значи да смо у тзв. режиму уметања (Insert Mode), па тек онда куцамо нови знак, број или реч (Word).

Помоћу F3-тастера понавља се само једна, претходно извршена DOS команда. Ако је у Autoexec.bat фајлу позван TSR (Terminate and Stay Resident) програм Doskey.com, притиском на UpArrow (↑) и DownArrow (↓) тастере, понавља се већи број претходних команди, а не само једна (F3), или део (F2) једне команде, одн. 1 знак у команди (F1).

Провера дискета и дискова

Нове дискете треба куповати од познатих фирми IBM, H. Packard, Fuji, Maxell, Basf, 3M и др., по могућству форматиране. Самолепљиву етикету треба да има свака дискета, а за писање по етикету треба користити само мекане графитне оловке. Нове дискете које нису форматиране, треба ставити (Insert) у а: или b:, па извршити команду Format a: или Format b:.

Старе дискете треба проверавати Scandisk или Shkdisk командом. Ако дискете садрже нечитљива подручја (Lost clusters or chains), не треба их конвертовати у фајлове, сем у изузетним случајевима, јер не потребно заузимају слободни простор на дискети. Сем тога, пожељно је проверити и физичку исправност магнетне површине (Surface) дискете која је ду-

же у употреби. Користећи поменућу Scandisk команду треба потврдно одговорити (Yes) сваки пут када се открије оштећени део површине (Bad sector) и поставити питање о поправци (Fix), чиме се само обележава неупотребљиви део дискете, јер би у противном таква дискета била непоуздана; формално би имала пуни капацитет, а запис би био делимично нечитљив.

Старе дискове или дискове са мало слободног простора, такође треба проверавати као и старе дискете. После те провере, на старе и нове дискове треба повремено применити Speedisk или Defrag команду, а по завршетку тзв. дефрагментације диска, обавезно треба "ресетовати" (Reset) рачунар: држе се притиснутим тастери Ctrl и Alt, па се притисне Delete тастер (Ctrl+Alt+Delete). Овакво софтверско ресетовање је понекад потребно ако блокира неки програм. Прво се покуша са (Ctrl+C), па са софтверским (Ctrl+Alt+Delete), и на крају са "хард-ресетом", одн. притиском на спољашњи Reset-тастер на кућишту рачунара.

Дуплицирање дискета

Израда дупликата дискета (Back up) најбоље се врши DD.EXE програмом (Disk Duplicate Fast Pro), који се налази у C:\UTIL.

(Наставиће се)

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Microsoft Corporation: "User's Guide and Reference for the MS-DOS Operating System", Printed in the U.S.A., 1991.
- [2] Microsoft Corporation: "Microsoft Windows User's Guide for the Windows Graphical Environment", Published in the U.S. and Canada 1990.
- [3] David Dean: "Using Microsoft Word for Windows", Osborne McGraw-Hill, Berkeley, USA, 1990.
- [4] Don Willmott: "The Complete Windows 95 Guide", PC Magazine, Sept. 12, 1995, Vol. 14, No 5.
- [5] Microsoft Corporation: "Equation Editor User's Guide", Printed in the U.S.A., 1991.
- [6] Microsoft Corporation: "Microsoft Draw User's Guide. MS Drawing Application for Windows", Printed in the U.S.A., 1991.
- [7] Microsoft Corporation: "Microsoft Graph User's Guide", Printed in the U.S.A., 1992.
- [8] Microsoft Corporation: "Microsoft Word Help Topics. WordArt – Adding Special Text Effects. Object Linking and Embedding Applications", MS Word for Windows 95, Version 7.0/1995 Knowledge Base and Software Library, 1995.

Промене базних показатеља за капацитет и ниво услуге основних одсека аутопута у ХЦМ од 1965. до 1994. год.

Проф. др Љубиша Кузовић, дипл. инж.
Саобраћајни факултет, Београд

Прегледни рад
УДК 656.11.02:625.7111.3"1965/1994"

РЕЗИМЕ

У чланку су изложене промене вредности капацитета саобраћајне траке идеалних карактеристика, као и промене реперних вредности и улоге показатеља нивоа услуге за основне одсеке аутопута, које су учињене у ХЦМ-у од 1965. до 1985. године.

У фокус критичке анализе стављене су промене реперних вредности и улога брзине као показатеља у дефинисању нивоа услуге. Поред анализе промена базних показатеља за капацитет и ниво услуге које су вршене у ХЦМ-у од 1965. до 1994. године изложене су и вредности ових показатеља, као и њихова улога, које су примењиване у Југославији у протеклом периоду.

На крају је изложен став аутора о примарној улози брзине у дефинисању нивоа услуге основних одсека аутопута, као и став о реперним вредностима брзине за поједине нивое услуге које су засноване на линеарној зависности брзине од величине тока.

1. УВОД

Предмет разматрања овог чланка посвећен је критичком разматрању најзначајнијих промена вредности капацитета, као и промена улоге у реперних вредности појединих показатеља у дефинисању нивоа услуге основних одсека аутопута, садржаних у ХЦМ од 1994. год. [1], у односу на ХЦМ од 1965. [3] и 1985. год. [2].

Промене се односе пре свега на:

- БАЗНЕ ВРЕДНОСТИ КАПАЦИТЕТА САОБРАЋАЈНЕ ТРАКЕ ОСНОВНОГ ОДСЕКА АУТОПУТА идеалне геометрије при току путничких аутомобила.

- РЕПЕРНЕ ВРЕДНОСТИ И УЛОГУ ОСНОВНИХ ПОКАЗАТЕЉА ШЕСТОСТЕПЕНЕ СКАЛЕ НИВОА УСЛУГЕ са посебним освртом на вредности и улогу БРЗИНЕ као показатеља у дефинисању нивоа услуге.

Циљеви овог рада су:

- Упознавање ширег круга стручњака из домена планирања и пројектовања путева са актуелним стручним гледиштима садржаним у водећој светској публикацији из проблематике капацитета путева.

- Излагање критичног става аутора овог чланка о теоретској утемељености промена базних вредности капацитета и реперних вредности показатеља нивоа услуге основних одсека аутопута датих у ХЦМ – 1994. год. [1].

- Изношење оцене о томе у којој су мери базне вредности капацитета и реперне вредности показатеља нивоа услуге које се користе у нашој пракси у колизији са вредностима датим у ХЦМ – 1994. год. [1].

– Покушај аутора овог чланка да дефинише адекватну улогу и вредности основних показатеља нивоа услуге, пре свега БРЗИНЕ ТОКА, у складу са основним теоретским принципима и сазнањима из истраживања вршених у Југославији, као и у складу са потребама ефикасне примене у инжењерској пракси.

2. ПРОМЕНЕ БЕЗБЕДНОСТИ БАЗНОГ (ЕЛЕМЕНТАРНОГ) КАПАЦИТЕТА САОБРАЋАЈНЕ ТРАКЕ ОСНОВНОГ ОДСЕКА АУТОПУТА

Под појмом вредност базног (елементарног) капацитета саобраћајне траке основног одсека аутопута подразумева се максимална величина тока путничких аутомобила која може да прође у једном часу, тј. у вршних 15 минута експандираних на један час, кроз посматрани пресек једне саобраћајне траке идеалних техничко-експлоатационих карактеристика.

2.1. Вредности БАЗНОГ (елементарног) капацитета према ХЦМ – 1965., 1985. и 1994. године

У циљу објективног приказивања промена вредности базног (елементарног) капацитета саобраћајне траке у приближно идеалним путним и саобраћајним условима у наредним табелама (1), (2) и (3) приказане су вредности капацитета основног одсека аутопута које су садржане у ХЦМ – 1965., 1985. и 1994. године.

Подаци из табела 1, 2 и 3 показују да је у ХЦМ – 1994. године заузет став да БАЗНИ (елементарни) капацитет саобраћајне траке износи 2200 ПА/час за основни одсек 4-трачног аутопута, односно 2300 ПА/час за основни одсек 6-трачног аутопута, чиме су демантовани ставови о базном капацитету саобраћајне траке од 2.000 ПА/час који су важили у претходном 30-огодишњем периоду.

2.2. Вредности БАЗНОГ (елементарног) капацитета које се користе у Југославији

У бившој СФРЈ у раздобљу од 1965. до 1975. године у ретким стручним радовима, међу које је значајно истаћи "УПУТСТВА ЗА ИЗРАДУ СТУДИЈА О ИЗВОДЉИВОСТИ ПУТЕВА" [8], која су по препоруци Светске банке из Вашингтона урадиле иностране консалтинг фирме DORSCH из Немачке и L.

Табела 1 – Вредности капацитета основних одсека аутопута према ХЦМ – 1965. год.

Ниво услуге	Мах величина тока на аутопуту приближно идеалних карактеристика, укључујући просечну путну брзину од 112 km/h (70 mph) (ПА/х у једном смеру)			
	4-трачни	6-трачни	8-трачни	Свака додатна трака изнад 4 траке у 1 смеру
A	1.400	2.400	3.400	1.000
B	2.000	3.500	5.000	1.500
C	2.300–3.000	3.700–4.88	5.100–6.600	1.400–1.800
D	2.800–3.600	4.150–5.400	5.600–7.200	1.400–1.800
E	4.000	6.000	8.000	2.000

Табела 2 – Вредности капацитета основних одсека аутопута према ХЦМ – 1985. год.

Ниво услуге	Мах. величина тока (ПА/х по 1 траци)		
	За пројектну брзину 112 km/h (70 mph)	За пројектну брзину 96 km/h (60 mph)	За пројектну брзину 80 km/h (50 mph)
A	700	–	–
B	1.100	1.000	–
C	1.550	1.400	1.300
D	1.850	1.700	1.600
E	2.000	2.000	1.900

BERGER из Америке, за БАЗНИ (елементарни) капацитет саобраћајне траке идеалних техничко – експлоатационих карактеристика препоручена је вредност из ХЦМ – 1965. од 2000 ПА/час.

Након обављених првих истраживања¹ која су у периоду од 1969. до 1974. године спроведена од стране стручњака Саобраћајног факултета и Института за путеве из Београда утврђена је вредност БАЗНОГ (елементарног) капацитета саобраћајне траке идеалног техничко–експлоатационог стања у износу од 2.200 ПА/час.

Вредност БАЗНОГ (елементарног) капацитета од 2.200 ПА/час уграђена је у бројне публиковане научно–стручне радове² као и у радове нормативног карактера [10] и [7]. У публикацијама намењеним грађевинским инжењерима [9] за вредност БАЗНОГ (елементарног) капацитета саобраћајне траке идеалних техничко–експлоатационих карактеристика утврђена је на 2.000 ПА/час.

Из изложеног произилази да је у Југославији вредност БАЗНОГ (елементарног) капацитета од 2.200 ПА/час, као резултат сопствених истраживања [5] и [4], у употреби око 20 година пре појаве ХЦМ – 1994. године.

¹Мерење мак. протока на нашим путевима, као што су: деоница Сурчин – Београд, затим деонице на правом и хоризонталном делу пута Београд – Ниш, као и деонице на карактеристичним успонима пута Београд – Ниш.

²Уџбенике, монографије, чланке, докторске радове, магистарске радове и реферате објављене у земљи и на међународним скуповима, као и у више стотина студија оправданости за реализацију пројекта путних деоница широм бивше СФРЈ са којима се конкурисало за зајам од Светске банке из Вашингтона и Европске банке из Луксембурга.

Табела 3 – Вредности елементарног капацитета саобраћајне траке приближно идеалних карактеристика и ток па по нивоима услуге према ХЦМ – 1994. год.

Ниво услуге	Мах. ток при појединим нивоима услуге с обзиром на брзину слободног тока и број трака (ПА/х по 1 траци)	
	4-трачни аутопут (2-траке по смеру)	6 и 8 – трачни аутопут (3 или 4 траке по смеру)
За слободну брзину $V_{sl} = 112 \text{ (km/h) (70 mph)}$		
A	700	700
B	1.120	1.120
C	1.640	1.640
D	2.015	2.015
E	2.200	2.300
F	–	–
За слободну брзину $V_{sl} = 105 \text{ (km/h) (65 mph)}$		
A	650	650
B	1.040	1.040
C	1.536	1.536
D	1.952	1.952
E	2.200	2.200
F	–	–
За слободну брзину $V_{sl} = 96 \text{ (km/h) (60 mph)}$		
A	600	600
B	960	960
C	1.440	1.440
D	1.824	1.440
E	2.200	2.300
F	–	–
За слободну брзину $V_{sl} = 88 \text{ (km/h) (55 mph)}$		
A	550	550
B	880	880
C	1.320	1.320
D	1.753,6	1.753,6
E	2.200	2.300
F	–	–

Ова вредност БАЗНОГ (елементарног) капацитета саобраћајне траке идеалних техничко–експлоатационих карактеристика има чврсто утемељење и у резултатима експерименталних и искуствених опажања добијених и у нашој земљи.

ПРОМЕНЕ РЕПЕРНИХ ВРЕДНОСТИ И УСЛУГЕ ОСНОВНИХ ПОКАЗАТЕЉА НИВОА УСЛУГЕ ЗА ОСНОВНЕ ОДСЕКЕ АУТОПУТЕВА

3.1. Показатељи нивоа услуге према ХЦМ – 1965., 1985. и 1994. године

Аналогно приказу промена вредности базног (реперног) капацитета, и за приказ промена реперних вредности и улоге основних показатеља нивоа услуге за основне одсеке аутопутева, у наредним табелама 4, 5 и 6, изложене су аутентичне вредности

Табела 4 – Реперне вредности показатеља нивоа услуге за основне одсеке аутопутева према ХЦМ – 1965. године³⁾

Ниво услуге	Оперативна брзина (km/h)	Релација ток/капацитет (q/c)				
		За просечну путну брзину 112 (km/h) (70 mph)			За умањену просечну путну брзину	
		4-трачни аутопут	6-трачни аутопут	8-трачни аутопут	96 km/h (60 mph)	80 km/h (50 mph)
A	> 96	< 0,35	< 0,40	< 0,43	–	–
B	> 88	< 0,50	< 0,58	< 0,63	< 0,25	–
C	> 80	< 0,75 FVS	< 0,80 FVS	< 0,83 FVS	< 0,45 FVS	–
D	> 64	< 0,90 FVS			< 0,80 ФВС	< 0,45 FVS
E	48–56	< 1,00			< 1,00	< 1,00
F	< 48	–	–	–	–	–

Табела 5 – Реперне вредности показатеља нивоа услуге за основне одсеке аутопутева према ХЦМ – 1985. год.⁴⁾

Ниво услуге	Показатељи нивоа услуге									
	Примарни		Секундарни							
	Густина		За пројектну брзину 112 km/h (70 mph)			За пројектну брзину 96 km/h (60 mph)			За пројектну брзину 80 km/h (50 mph)	
			Брзина		q/c	Брзина		q/c	Брзина	
	(PA/km/tr)	(PC/m/lane)	(km/h)	(mph)		(km/h)	(mph)		(km/h)	(mph)
A	< 8	< (12)	> 96	> (60)	0,35	–	–	–	–	–
B	< 13	< (20)	> 91	> (57)	0,54	> 80	(50)	0,49	–	–
C	< 19	< (30)	> 86	> (54)	0,77	> 75	(47)	0,69	> 69	(43)
D	< 26	< (42)	> 74	> (46)	0,93	> 67	(42)	0,84	> 64	(40)
E	< 42	< (67)	> 48	> (30)	1,00	> 48	(30)	1,00	> 45	(30)
F	> 42	> (67)	< 48	< (30)	–	< 48	(30)	–	< 45	(30)

Табела 6 – Реперне вредности показатеља нивоа услуге за основне одсеке аутопутева према ХЦМ – 1994. год. [<]

Ниво услуге	Мах. густина (PC/m/lane) (PA/km/traci)		Min. брзина		Мах. проток по траци (PC/h/lane) (PA/h/traci)	Max. q/C
			(mph)	(км/х)		
За слободну брзину $V_{sl} = 70 \text{ mph}$ (112,7 km/h)						
A	10	6,222	70	112,6	700	0,318/0,304
B	16	9,944	70	112,6	1.120	0,509/0,487
C	24	15,000	68,5	110,2	1.640	0,747/0,715
D	32	19,888	63	101,4	2.015	0,916/0,876
E	36,7/39,7	22,81/24,67	60/58	96,5/93,3	2.200/2.300	1,00
F	–	–	–	–	–	–
За слободну брзину $V_{sl} = 65 \text{ mph}$ (104,6 km/h)						
A	10		65	104,6	650	0,295/0,283
B	16		65	104,6	1.040	0,473/0,452
C	24		64	103	1.536	0,698/0,668
D	32		61	98,1	1.952	0,887/0,849
E	39,3/43,4	24,425/26,973	56/53	90,1/85,3	2.200/2.300	1,000
F	–	–	–	–	–	–
За слободну брзину $V_{sl} = 60 \text{ mph}$ (96,5 km/h)						
A	10		60	96,5	600	0,273/0,261
B	16		60	96,5	960	0,436/0,417
C	24		60	96,5	1.440	0,655/0,626
D	32		57	91,7	1.824	0,827/0,793
E	41,5/46	25,792/28,589	53/50	85,3/80,5	2.200/2.300	1,000
F	–	–	–	–	–	–
За слободну брзину $V_{sl} = 55 \text{ mph}$ (88,5 km/h)						
A	10		55	88,5	550	0,250/0,239
B	16		55	88,5	880	0,400/0,383
C	24		55	88,5	1.320	0,600/0,574
D	32		54,8	88,2	1.753,6	0,797/0,762
E	44/47,9	27,346/29,77	50/48	80,5/77,2	2.200/2.300	1,000
F	–	–	–	–	–	–

³⁾Таб. 9.1., стр. 252, ХЦМ – 1965. г. [3]⁴⁾Таб. 3.1., стр. 38, ХЦМ – 1985. г. [1]

показатеља шестостепене скале нивоа услуге које су садржане у ХЦМ – 1965., 1985. и 1994. године.

Према ХЦМ – 1965. год. показатељи за дефинисање нивоа услуге основних одсека аутопутева били су оперативна брзина и релација ток/капацитет. Оперативна брзина имала је примарну улогу. Вредност брзине при нивоу услуге "Е", тј. при БАЗНОМ (елементарном) капацитету, износила је између 48 и 56 km/h.

Према ХЦМ – 1985. год. показатељи за дефинисање нивоа услуге на основним одсесима аутопутева су густина, брзина тока и релација ток/капацитет. Густини тока додељена је примарна улога, а брзини тока и релацији ток/капацитет додељена је секундарна улога. Вредност густине при капацитету, при нивоу услуге "Е" износи 42 PA/km/траци, а вредност брзине при капацитету износи 48 km/h.

Мада је према експлицитној тврдњи у ХЦМ – 1985. год., у густини додељена примарна улога, а брзини и релацији ток/капацитет секундарна улога, у напред изложеној табели види се да на одсеку са пројектном брзином од 96 km/h није могућ ниво услуге "А" због мале брзине, а на одсеку са пројектном брзином од 80 km/h нису могући ниво услуге "А" и "В" такође због мале брзине. С обзиром да су и на овим одсесима могуће густине које одговарају нивоу услуге "А" и "В", то онда произилази да у овим случајевима дефакто примарну улогу има брзина тока, а да густина дефакто има секундарну улогу.

Из изложеног је очигледно да су аутори ХЦМ – 1985. год., са одлуком да се брзини тока одузме примарна улога у дефинисању нивоа услуге на основним одсесима аутопутева и са додељивањем примарне улоге густини, учини укупан систем реперних вредности основних показатеља шестостепене скале нивоа услуге конфузним и противречним.

Према ХЦМ – 1994. год. показатељи за дефинисање нивоа услуге на основним одсесима аутопутева су исти као и у ХЦМ – 1985. године, али са драстично промењеним реперним вредностима показатеља по појединим нивоима услуге. Драстичне промене су пре свега учињене у вредностима показатеља за густину и брзину при нивоу услуге "Е". У ХЦМ – 1994. год. густини је, као у ХЦМ – 1985. год., додељена примарна улога у дефинисању нивоа услуге, с тим што су реперне вредности густине при нивоу услуге "Е" умањене око два пута у односу на вредности из ХЦМ – 1985. год. Тако је за одсеке аутопута са слободном брзином од 112 km/h (70 mph) густина смањена са 42 PA/km/траци (67 PC/m/lane) на 22,81 PA/km/траци (36,7 PC/m/lane). У ХЦМ – 1994. год. брзини тока не само што је, као у ХЦМ – 1985. год., додељена секундарна улога, већ је и та секундарна улога обезвређена. То је учињено тако што је, с обзиром на реперне вредности брзина по нивоима услуге, брзина практично неосетљива на промене тока. Тако су разлике између брзина при нову услуге "А" и при нивоу услуге "Е" практично незнатне. У ХЦМ – 1994. год. брзина тока при нивоу услуге "Е"

већа је два пута у односу на вредност у ХЦМ – 1985. год. За основне одсеке аутопутева, са слободном брзином од 112 km/h (70 mph), у ХЦМ – 1994. год. брзина тока при нивоу услуге "Е" износи 96 km/h (60 mph), док је ХЦМ – 1985. год., за исти случај износила 48 km/h (30 mph).

Кључне тачке ослонца у додељивању реперних вредности основним показатељима густине (у примарној улози) у брзини тока (у секундарној улози) биле су:

а) Вредност базног (елементарног) капацитета саобраћајне траке идеалних техничко – експлоатационих карактеристика од 2.200 PA/h/траци.

б) Став да због интеракцијског утицаја возила у току на возаче густина има примарну улогу у дефинисању нивоа услуге на основним одсесима аутопутева.

ц) Конвенцијска скала вредности густине тока за поједине нивое услуге при чему је за одсеке са слободном брзином од 112 km/h (70 mph), при нивоу услуге "Е" усвојена реперна вредност густине, у износу од 22,81 PA/km/траци (36,7 PC/m/lane).

д) Теоретска међузависност између основних параметара саобраћајног тока која гласи: величина тока = брзина тока $\times$ густина тока.

е) Коришћењем релације из тачке (д) и величина из тачака (а) и (ц) израчуната је реперна вредност брзине тока при нивоу услуге "Е" како следи:

Брзина тока при NU "Е" = величина тока при NU "Е" / густина тока при NU "Е", односно $V_{NU'E} = 2.200 / 22,81 = 96 \text{ km/h}$, односно $2200/36,7 = 60 \text{ mph}$.

Промене реперних вредности основних показатеља нивоа услуге које су учињене у ХЦМ – 1994. год. могу се оцењивати како са аспекта теоретске утемељености (I), тако и са аспекта практичне примене (II) у анализи и описивању услова саобраћаја на аутопутевима, као и у планирању путне мреже.

I. Оцена промена реперних вредности показатеља нивоа услуге у ХЦМ – 1994. год. [1], са аспекта теоретске утемељености:

Резултати бројних истраживања (мерења брзина при засићеним токовима) и искуствених опажања вршених у свету и у бившој СФРЈ, након публикација ХЦМ – 1965. год., показали су да су брзине при засићеном току (са преко 95% ПА), на аутопутевима и двотрачним путевима са приближно идеалним техничко – експлоатационим карактеристикама, далеко веће од реперних вредности брзина за ниво услуге "Е" које су биле приказане у ХЦМ – 1965. год.

Првим резултатима мерења величине тока и брзина (при засићеним токовима) која су вршена у нашој земљи у периоду од 1969. до 1975. године (мерења у 1 смеру 2 – трачног пута Сурчин – Београд при току са преко 96% ПА) утврђени су:

– Највеће величине тока у 15 – минутним вршним интервалима па експондиране на 1 час у распону од 2000 до 2650 ПА/час/траци.

– Просечна брзина тока, мерене у 15 – минутним интервалима вршних токова кретале су се у распону од 65 до 80 km/h.

На бази ових резултата од 1975. године у бившој СФРЈ у употреби је вредност базног (елементарног) капацитета у износу од 2200 ПА/час.

Међутим, када је реч о истим истраживањима, тј. о утврђеним вредностима брзине тока при нивоу услуге "Е" које су биле знатно веће од оних датих у ХЦМ – 1965. год., учињен је одговарајући компромис. То је учињено кроз препоруку да се повећају вредности само за ниво услуге "Е" са 48 km/h на 60 (65) km/h. Овај компромис је учињен у жељи да се не наруши конвенција којом је у ХЦМ – 1965. год. дефинисана шестостепенa скала нивоа услуге и која представља својсврстан језик комуницирања стручњака. Учињен компромис је образложен ставом да се жртвује теоријска истина зарад очувања конвенције.

Значи, ако сада оцењујемо промене вредности реперне брзине тока при нивоу услуге "Е" које су учињене у ХЦМ – 1994. год. може се констатовати да је овог пута жртвована конвенција зарад теоријске истине уз одређену резерву да је за брзину при нивоу услуге "Е" усвојена горња граница.

II. Оцена промена реперних вредности показатеља нивоа услуге у ХЦМ – 1994. год. [1] са аспекта практичне примене.

С обзиром да је густини тока, као врло суптилном показатељу услова саобраћаја, додељена примарна улога у дефинисању нивоа услуге, а пошто је густину тока веома тешко мерити, то је довољан аргумент за оцену да су промене дате у ХЦМ – 1994. године, по питању улоге основних показатеља за дефинисање нивоа услуге, неповољне са аспекта практичне примене. У прилог изнете неповољне оцене значајно је истаћи и то што је брзини тока, поред одузимања примарне улоге, практично одузета и осетљивост на промене густине и величине тока што је последица усвајања горње границе за брзину тока при нивоу услуге "Е". Тако се према конвенцијској скали нивоа услуге од "А" до "Е" брзина мења за око 10%, чиме је практично обесмислена улога брзине у дефинисању нивоа услуге.

3.2. Показатељи нивоа услуге за основне одсеке аутопутева који се користе у Југославији

Показатељи за дефинисање нивоа услуге који су коришћени у бившој СФРЈ и који се и данас користе у СРЈ, у процедурама анализе услова саобраћаја на аутопутевима (у планирању, пројектовању и експлоатацији путне мреже), су брзина тока, густина тока, и релација ток/капацитет. Примарну улогу имају брзина и густина тока. Реперне вредности показатеља брзине тока и релације ток/капацитет најпре су биле преузете из ХЦМ – 1965. год. Међутим, од 1975. год., након сумирања резултата домаћих истраживања и искуствених опажања, извршене су одговарајуће модификације реперних вредности брзине тока при капацитету од 48 km на 60 (65) km/h и величине базног капацитета саобраћајне траке са 2.000 PA/h на 2.200 PA/h. Након публикаовања ХЦМ – 1985. год. и у Југославији је у основне показатеље за дефинисање нивоа услуге на аутопутевима, укључена густина тока у примарној улози заједно са брзином.

4. СТАВ АУТОРА ОВОГ ЧЛАНКА О ВЕЛИЧИНИ БАЗНОГ (ЕЛЕМЕНТАРНОГ) КАПАЦИТЕТА, КАО И О УЛОЗИ РЕПЕРНИХ ВРЕДНОСТИ ПОКАЗАТЕЉА ЗА ДЕФИНИСАЊЕ НИВОА УСЛУГЕ ЗА ОСНОВНЕ ОДСЕКЕ АУТОПУТЕВА

4.1. Став о величини базног (елементарног) капацитета саобраћајне траке основног одсека аутопутева

Што се тиче капацитета саобраћајне траке идеалних техничко-експлоатационих карактеристика и току путничких аутомобила овим ставом се потврђује став који је дефинисан на бази домаћих истраживања и који се у протеклом 20-огодишњем периоду потврдио као реалан са теоријског и практичног аспекта, што значи да вредност базног (елементарног) капацитета износи 2.200 ПА/час/траци. Чињеница да је иста вредност препоручена и у ХЦМ – 1994. год. представља снажну потврду резултатима домаћих истраживања и искуствених опажања до којих су дошли наши стручњаци пре више од 20 година. Ова вредност је била прихваћена у свим републикама бивше СФРЈ у изради великог броја студија оправданости (feasibility study) за пројекте путева за које је добијен кредит од Светске банке из Вашингтона и Европске банке из Луксембурга.

4.2. Став о улози показатеља нивоа услуге за основне одсеке аутопутева

Основни показатељи који су дефинисани у ХЦМ – 1994. год. нису спорни, јер се ради о опште прихваћеној конвенцији у свету, а то су густина, брзина и релација ток / капацитет.

Међутим, по питању улоге појединих показатеља у дефинисању нивоа услуге став у ХЦМ – 1994. год., о примарној улози густине и секундарној улози брзине и релације ток/капацитет, није прихватљив из практичних разлога. То се односи пре свега на показатељ брзине тока коме је додељена секундарна улога. Наиме, брзина тока има изузетну и интегративну улогу у свим фазама планирања, пројектовања, вредновања и експлоатацији путне мреже, што је експлицитно исказано у свим нормативним публикацијама (Правилницима, Упутствима, Стандардима и сл.). Услед изложеног није логично да брзина тока нема примарну улогу и у описивању услова саобраћаја, па у дефинисању нивоа услуга на основним одсечима аутопутева.

У дефинисању нивоа услуге на основним одсечима аутопутева реално је да примарну улогу имају:

– Густина тока, чиме се уважава улога густине у опште прихваћеној конвенцији о шестостепеној скали нивоа услуге.

– Брзина тока, чиме се уважава интегративна улога брзине у свеукупном процесу планирања, пројектовања, вредновања и експлоатације путне мреже, као и у оперативном управљању саобраћајним токовима на путној мрежи.

И да секундарну улогу има:

Табела 7 – Ниво услуге за основне одсеке аутопутева

Ниво услуге	Мах. густина (РА/км/траци)	Min. брзина (km/h)	Мах. вел. тока (ПА/хтраци)	Мах. однос (q/C)
I за Vsl = 120 km/h				
A	5,89	112,5 (111,0)	660 (650)	0,300 (0,296)
B	10,23	107,7 (105,0)	1.100 (1.074)	0,500 (0,488)
C	15,69	102,0 (98,8)	1.600 (1.550)	0,727 (0,704)
D	21,05	97,0 (93,5)	2.040 (1.960)	0,933 (0,907)
E	23,16 (24,44)	95,0 (90,0)	2.200	1,000
F	–	–	–	–
II за Vsl = 110 km/h				
A	5,89	104,4 (103,0)	615 (607)	0,280 (0,276)
B	10,23	100,7 (98,5)	1.030 (1.008)	0,468 (0,458)
C	15,69	96,2 (93)	1.510 (1.459)	0,686 (0,663)
D	21,05	92,5 (89)	1.940 (1.873)	0,885 (0,851)
E	24,44 (25,88)	90,0 (85)	2.200	1,000
F	–	–	–	–
III за Vsl = 100 km/h				
A	5,89	96,8 (95,0)	570 (560)	0,259 (0,253)
B	10,23	93,8 (91,5)	960 (935)	0,436 (0,428)
C	15,69	90,5 (87,5)	1.420 (1.373)	0,645 (0,624)
D	21,05	87,5 (84,0)	1.842 (1.765)	0,837 (0,809)
E	25,88 (27,80)	85,0 (80,0)	2.200	1,000
F	–	–	–	–
IV за Vsl = 90 km/h				
A	5,89	88 (86,5)	520 (510)	0,236 (0,231)
B	10,23	86 (84,0)	880 (860)	0,400 (0,391)
C	15,69	84,1 (81,5)	1.320 (1.275)	0,600 (0,585)
D	21,05	82 (78,5)	1.730 (1.650)	0,789 (0,756)
E	27,80 (29,33)	80 (75,0)	2.200	1,000
F	–	–	–	–

112,5 и 660 – Величине и брзине тока по нивоима услуге које одговарају подацима датим у ХЦМ – 1994. г., уз мање корекције због успостављања линеарне међузависности брзине и тока

(111) и (65) – Величине и брзине тока по нивоима услуге које одговарају подацима из мерења вршених у нашој земљи

– Релација ток/капацитет, чиме се уважава улога ове релације у опште прихваћеној конвенцији о шестостепеној скали нивоа услуге.

4.3. Предлог реперних вредности шестостепенне скале показатеља за дефинисање нивоа услуге на основним одсечима аутопутева

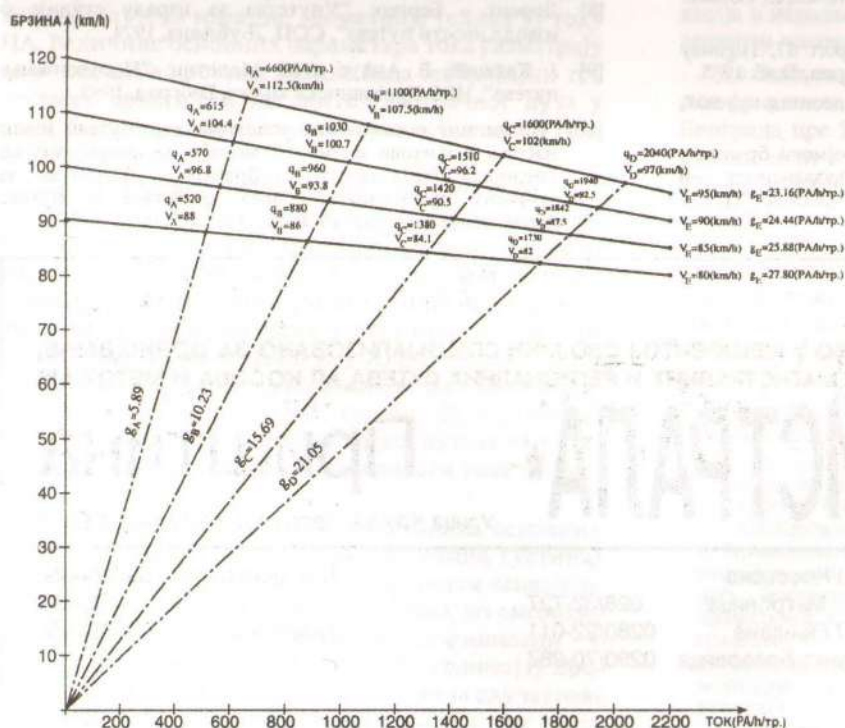
Полазећи од основних теоретских утемељених поставки, у тежњи да предложене вредности буду прилагођене јединственој практичној примени, као што су:

– да вредност базног (елементарног) капацитета износи $C_0 = 2.200$ РА/х/траци,

– да теоријска међузависност 3 основна параметра саобраћајног тока гласи:

$$q = V \times g \times \max q = C_0 \times t_j \times 2.200 = V \times g$$

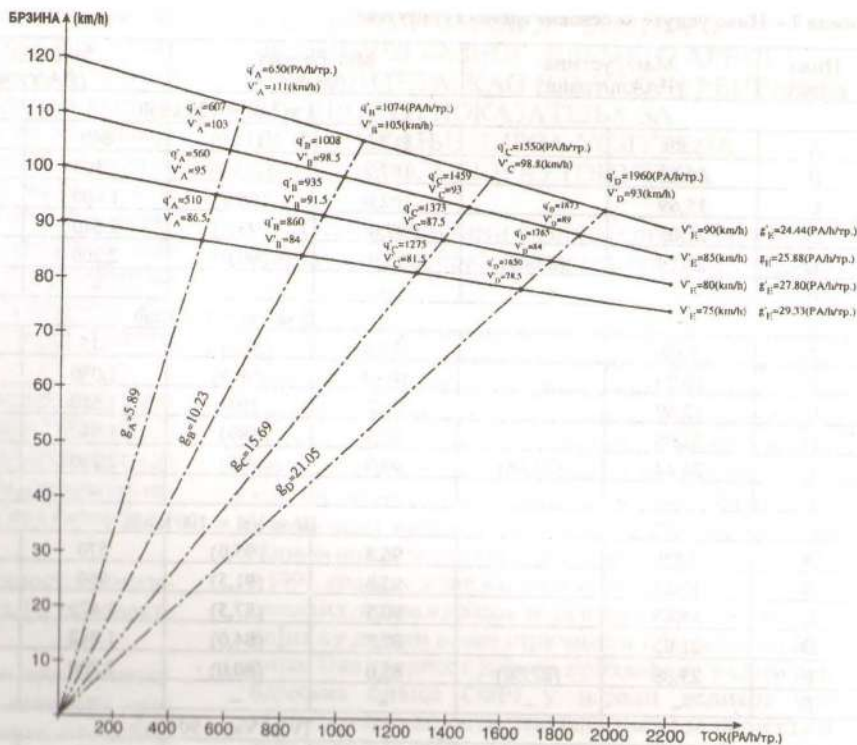
– да су реперне вредности густина из ХЦМ – 1994. год. незнатно кориговане ради прила-



Слика 1.

гођавања линеарној зависности брзине од величине тока, тј. релације ток/капацитет, предлажу се следеће реперне вредности шестостепенне скале показатеља за дефинисање нивоа услуге на основним одсесима аутопутева (табела 7., и слике 1 и 2).

Предложене реперне вредности показатеља у довољној мери су сагласне са вредностима датим у ХЦМ – 1994. год., чиме је очувана комуникација са опште прихваћеном конвекцијском шестостепенном скалом реперних вредности показатеља нивоа услуге за основне одсеке аутопутева. Разлике између предложених вредности реперних показатеља нивоа услуге и вредности датих у ХЦМ – 1994. год. резултат су пре свега, прилагођавања ових вредности линеарној зависности брзине од величине тока, тј. од релације ток/капацитет. Овим је омогућена ефикаснија практична употреба показатеља нивоа услуге у анализи услова саобраћаја.



Слика 2.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] "Highway Capacity Manual", Special Report, Thrid Edition, Transportation Research Board, National Research Council. Washington, D. C. 1994.
- [2] "Highway Capacity Manual", Special Report 209, Transportation Research Board, National Research Council. Washington, D. C. 1985.
- [3] "Highway Capacity Manual", Special Report 87, Highway Research Board, Publication 1328. Washington, D. C. 1985.
- [4] Љ. Кузовић: "Капацитет и ниво услуге деоница путева", Саобраћајни факултет, Београд, 1989.
- [5] Љ. Кузовић, Т. Ђорђевић: "Основни појмови брзина у планирању путева, њихова међузависност и условљеност од пута и саобраћаја", Часопис "Пут и саобраћај", бр. 11–12, Београд, 1977.

- [6] Q. Kuzović: "New procedures, models and criteria in the analysis of the practical capacity and the level of road segment service", XI th IRF World Meeting, Seoul, Korea, 1989.
- [7] Љ. Кузовић и сар.: "Упутства за израду студија о изводљивости путева", Савез организација за путеве, Београд, 1991.
- [8] Дорсх – Бергер: "Упутства за израду студија о изводљивости путева", СОП, Љубљана, 1974.
- [9] Ј. Катанић, В. Анђус и М. Малетин: "Пројектовање путева", ИРО Грађевинска књига, Београд, 1983.
- [10] "Правилник о основним условима које путеви изван насеља и њихови елементи морају да испуњавају са гледишта безбедности саобраћаја – Упутства за примену правилника", Савез друштава за путеве Југославије, Београд, 1980.

ДЕОНИЧАРСКО ДРУШТВО У МЕШОВИТОЈ СВОЈИНИ СПЕЦИЈАЛИЗОВАНО ЗА ОДРЖАВАЊЕ, ЧУВАЊЕ И ЗАШТИТУ МАГИСТРАЛНИХ И РЕГИОНАЛНИХ ПУТЕВА АП КОСОВА И МЕТОХИЈЕ



* МАГИСТРАЛА *

Приштина

Улица Краља Петра I ослободиоца бр. 7

РЈ Приштина 038/40-403
РЈ Пећ 039/34-273
РЈ Призрен 029/43-080
РЈ Штимље 0290/81-323

РЈ Косовска Митровица 028/32-727
РЈ Гњилане 0280/22-011
Пункт Брезовица 0290/70-987

Тел. централа: 038/24-358
23-437
Телефакс: 038/22-481

Прилог анализи основних параметара саобраћајног тока на двотрачном путу идеалне геометрије, при току ПА једнаком практичном капацитету пута, у функцији неравномерности тока ПА по смеровима

Проф. др Љубиша Кузовић, дипл. инж.
Саобраћајни факултет, Београд

Стручни рад
УДК 656.11.021

РЕЗИМЕ

У чланку је анализирана закономерност промена основних (базних) параметара саобраћајног тока (ток, брзина, густина) на основном одсеку двотрачног пута идеалне геометрије, при току ПА једнаком практичном концепту, у функцији неравномерности тока по смеровима возије. Учињен је критички осврт на начин како је ово питање третирано у издањима ХЦМ – водећој публикацији из проблематике капацитета путева. На крају су дефинисане величине сва 3 основна (базна) параметра саобраћајног тока (ток, брзина, густина) при капацитету основног одсека 2–трачног пута идеалне геометрије и току ПА, а у функцији неравномерности тока по смеровима.

1. УВОД

Предмет разматрања овог рада су величине основних (базних) параметара саобраћајног тока (ток, брзина и густина), на основним одсечима двотрачних путева идеалне геометрије (слика 1) току ПА. Величине основних параметара тока разматрају се у условима кретања возила када саобраћајни ток достиже практични капацитет двотрачног пута у свим типичним случајевима неравномерности тока по смеровима.

Два су основна повода за писање овог рада.

Први повод је афирмисање доскора занемариване чињенице да карактеристика неравномерности тока по смеровима има велики утицај на практични капацитет двотрачних путева. Утицај ове карактеристике саобраћајног тока у стручној литератури дуго је занемариван. Тако је у ХЦМ – водећој светској публикацији из проблематике капацитета путева, тек у издању из 1985. године [2], у утицајне факторе на капацитет двотрачних путева укључена и карактеристика неравномерности тока по смеровима.

Други повод је у вези са величинама основних параметара саобраћајног тока (ток, брзина, густина) на двотрачним путевима при практичном капацитету, у функцији неравномерности тока по смеровима, који су само делимично дефинисани у ХЦМ–1985. године [2] и у ХЦМ – 1994. године [1]. Вредности за сва 3 параметра дате су само за случај равномерних токова по смеровима (50 : 50), док су за типичне случајеве неравномерности токова по сме-

ровима дате само вредности max. тока, тј. вредности практичног капацитета.

Ради тога циљ овог чланка је дефинисање реалних вредности за сва три основна (базна) параметра саобраћајног тока (ток, брзине и густине) на двотрачном путу идеалне геометрије, при току ПА равном практичном капацитету пута, у свим типичним случајевима неравномерности тока по смеровима.

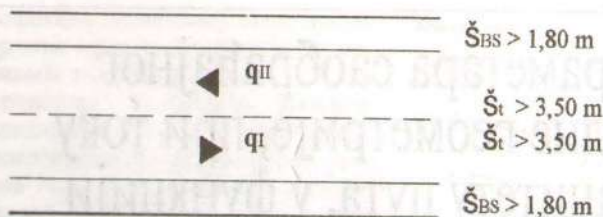
2. ОСВРТ НА ТРЕТМАН У ЛИТЕРАТУРИ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ТОКА ПО СМЕРОВИМА НА КАПАЦИТЕТ ДВОТРАЧНИХ ПУТЕВА

Значајно је истаћи да је, посматрано кроз релевантну стручну светску литературу тек задњих 10–12 година у ХЦМ–1985.г. [2] величина max. тока ПА кога може пропустити основни одсек двотрачног пута идеалне геометрије, тј. вредност практичног капацитета цитираног одсека, дефинисана као функција и неравномерности саобраћаја по смеровима у вршним часовима.

До ових сазнања дошли су стручњаци Саобраћајног факултета из Београда и Института за путеве из Београда пре 20–25 година, кроз истраживања која су спровели у периоду од 1972. до 1975. године [5, 11, 12]. Резултати ових сазнања су, кроз одговарајући фактор (F_1), уграђена у основни образац за прорачун практичног капацитета двотрачних путева за двосмерни саобраћај¹. Наиме, установљен је фактор F_1 којим је исказан утицај неравномерности тока по смеровима на практични капацитет двотрачних путева. На бази наведених истраживања утврђена је вредност овог фактора за двотрачне путеве за двосмерни саобраћај у износу од 0,65. Овим фактором је исказана да се, због неравномерности саобраћаја по

¹ Резултати истраживања објављени су у радовима:

а) Љубиша Кузовић, "Капацитет друмских саобраћајница", Саобраћајни факултет, Београд, 1979. г.
б) Правилник о основним условима које путеви изван насеља и њихови елементи морају да испуњавају са гледишта безбедности саобраћаја, Упутство за примену правилника, Савез друштава за путеве Југославије, Београд, 1981. г.
в) Љубиша Кузовић и Тихомир Ђорђевић, "Основни појмови брзина у планирању путева, њихова међузависност и условљеност од пута и саобраћаја", "Пут и саобраћај", бр. 11–12, Београд, 1977. год. и "Цесте и мостови", бр. 6, Загреб, 1977. г.



Слика 1

смеровима и немогућности истовременог остваривања засићеног тока на обе траке, могући капацитет двеју идеалних трака због двосмерног саобраћаја смањује за 35% у односу на такве исте 2 траке за једносмерни саобраћај. Тако је капацитет 2-трачног пута, тј. капацитет двеју трака које служе двосмерном саобраћају утврђен на износ од 2.860 (РА/х), у односу на 4.400 (РА/х) који важи за такве исте 2 траке које служе једносмерном саобраћају.

Резултати истраживања наших стручњака добили су потпуно потврду у америчким приручницима за капацитет путева (ХЦМ-1985.г. и ХЦМ-1994.г.). Према ХЦМ-1985. и ХЦМ-1994. год. капацитет двотрачног пута за двосмерни саобраћај при односу токова 50:50 по смеровима утврђен је на 2.800 (РА/х), у односу на 4.400 (РА/х) који важи за такве исте 2 траке за једносмерни саобраћај на основном одсеку аутопута.

Могући капацитет двотрачног пута у износу од 2.800 (РА/х) у оба смера, који је дефинисан у ХЦМ-85. г. и ХЦМ-94.г., заснива се на идеалним геометријским карактеристикама основног одсека у току ПА, као и на односу тока по смеровима $q_I/q_{II} (\%) = 50 : 50$. То значи да у овом случају макс. ток (капацитет) у једном смеру износи 1.400 (РА/х).

Међутим, уколико је у вршном часу само у једном смеру достигнут засићени ток, а да је при томе у супротном смеру ток раван нули, тада према ХЦМ-1985. и ХЦМ-1994. год. практични капацитет износи само 2.000 РА/х у оба смера. То значи да је у овом граничном случају капацитет основног одсека двотрачног пута идеалне геометрије лимитиран вредношћу БАЗНОГ (основног) капацитета 1 саобраћајне траке који је према ХЦМ-овим публикацијама из 1965. г. [3] и 1985. г. [2] износио 2.000 (РА/х).

Дакле, према ЦХМ-1985. и ХЦМ-1994. год., величина практичног капацитета основног одсека двотрачног пута, идеалне геометрије, посматрана у функцији екстремних случајева односа токова по смеровима у вршном часу, налази се у следећем распону:

а) Максимални капацитет се остварује при симетричним токовима по смеровима, тј. при $q_I/q_{II} (\%) = 50:50$; $C_{\max} = 2.800$ (РА/х у оба смера)

б) Минимални капацитет се остварује при екстремној неравномерности токова по смеровима, тј. при $q_I/q_{II} (\%) = 100 : 0$ или $0 : 100$; $C_{\max} = 2.000$ (РА/х у оба смера).

Значи, пропорционално се нарушавањем равнотеже у величини токова по смеровима у вршном часу смањује се величина практичног капацитета основног одсека двотрачног пута за двосмерни са-

обраћај. Из практичног се може написати да је $C_{2-тр.пу.} = F(q_I/q_{II})$.

У случају односа токова по смеровима $q_I/q_{II} (\%) = 50 : 50$ у ХЦМ-85. г. и ХЦМ-94. г. дефинисане су вредности за сва 3 основна (базна) параметра саобраћајног тока и то:

(1) Величина макс. тока, тј. практични капацитет $C_{2-тр.} = 2.800$ (РА/х у оба смера); односно $C_{2-тр.} = q_I + q_{II}$; $q_I = 1.400$ (РА/х) и $q_{II} = 1.400$ (РА/х);

(2) Брзина тока при капацитету $V_c = 72,5$ (km/h);

(3) Густина тока при капацитету $g_c = 38,62$ (РА/km у оба смера); односно $g_c = g_I + g_{II}$; $g_I = 19,31$ (РА/km и $g_{II} = 19,31$ (РА/km).

Међутим, у случају $q_I/q_{II} (\%) = 100 : 0$ или $0 : 100$ у ХЦМ-85. г. и ХЦМ-94. г. дефинисана је само величина макс. тока, тј. величина практичног капацитета у износу: $C_{2-тр.} = 2.000$ (РА/х у оба смера); док вредности брзина и густина тока нису утврђене.

У цитираним публикацијама, такође су приказане и величине макс. тока, тј. величине практичног капацитета основног одсека двотрачног пута идеалне геометрије и за све остале типичне случајеве неравномерности тока ПА по смеровима, али без изјашњавања о вредностима брзина и густина тока.

3. УТВРЂИВАЊЕ БРЗИНА И ГУСТИНА ТОКА ПРИ ПРАКТИЧНОМ КАПАЦИТЕТУ ОСНОВНОГ ОДСЕКА ДВОТРАЧНОГ ПУТА ИДЕАЛНЕ ГЕОМЕТРИЈЕ У ФУНКЦИЈИ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ТОКА ПА ПО СМЕРОВИМА

Наредно излагање, које представља анализу величина основних (базних) параметара саобраћајног тока, при максималном оптерећењу основног одсека 2-трачног пута идеалне геометрије, у функцији неравномерности тока ПА по смеровима, може се у слободном фигуративном смислу упоредити са анализом напона у теорији конструкција. Ова анализа се заснива на величинама основних (базних) параметара датим у ХЦМ-1985. г. и ХЦМ-1994. г., као и резултатима мерења величина тока и брзина тока која су обављена у периоду 1972-1975. године на (у то време) деоници двотрачног пута Сурчин - Београд. Из ХЦМ-85 и ХЦМ-94. године преузете су вредности макс. тока, тј. вредности практичног капацитета двотрачног пута идеалне геометрије у функцији неравномерности тока по смеровима. Такође су преузете и вредности брзине и густине при капацитету у случају равномерних токова по смеровима 50 : 50%. С обзиром да величина макс. тока 2-трачног пута, по ХЦМ-85. г. и ХЦМ-94. године за случај екстремно неравномерних токова по смеровима 100 : 0, износи 2.000 (РА/х), од значаја је истаћи да је та вредност у складу са вредностима капацитета једне саобраћајне траке идеалне геометрије које су дефинисане у ХЦМ-65. г. и ХЦМ-85. године. Међутим у ХЦМ-94. г. основни капацитет једне саобраћајне траке идеалне геометрије на 4-трачном аутопуту износи 2.200 (РА/х), а на 6-тотрачном аутопуту 2.300 (РА/х), што је у одређеном несагласју са величином капацитета 2-трачног пута од 2.000 (РА/х) за случај односа токова 100 : 0. Можда ова неусаглашеност има и неко рационално објашњење,

као на пример да код 2-трачног пута не постоји трака за заустављање возила у нужди, ради чега се код односа токова по смеровима 100 : 0 на једној траци 2-трачног пута не стварају потпуно исти услови саобраћаја као на једној траци аутопута.

У овом раду је, уз одређене резерве, преузета вредност од 2.000 (ПА/х) за практични капацитет 2-трачног пута у случају односа токова 100 : 0 по смеровима. Ово је учињено, с једне стране, због тога што су величине 3 основна (базна) параметра саобраћајног тока (ток, брзина, густина) које су дате у ХЦМ-85. г. и ХЦМ-94. г., за равнотежне токове по смеровима 50 : 50%, веома блиске са резултатима цитираних мерења вршених у нашој земљи од стране стручњака Саобраћајног факултета и Института за путеве из Београда и, с друге стране, због тога што су у ХЦМ-85. г. и ХЦМ-94. г. дате величине макс. тока, тј. величине практичног капацитета 2-трачног пута за све типичне случајеве неравномерности тока по смеровима.

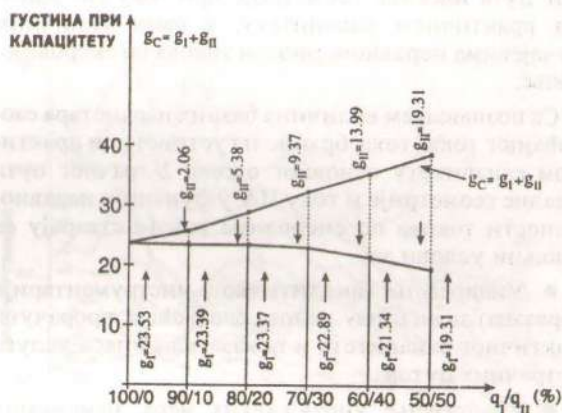
Синтезом резултата истраживања брзина при максималним токовима која су вршена у нашој земљи и показатеља датих у ХЦМ-85. г. и ХЦМ-94. г. о величинама практичног капацитета двотрачног пута у функцији неравномерности токова по смеровима, створена је, у одређеној мери хипотетичка али комплетна слика о закономерностима промена основних (базних) параметара саобраћајног тока (тока, брзине и густине) у функцији неравномерности тока по смеровима. Утврђене величине основних (базних) параметара саобраћајног тока

изложене су у наредној табели (табела 1) и сликама 2, 3. и 4. Ове величине основних (базних) параметара саобраћајног тока задовољавају теоријску међузависност базних параметара саобраћајног тока која гласи: $q = V \times g$. У конкретном случају то су релације:

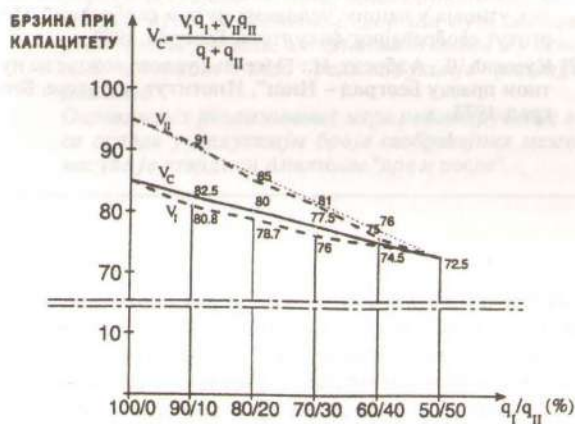
$$q_I = V_I \cdot g_I;$$

$$g_{II} = V_{II} \cdot g_{II};$$

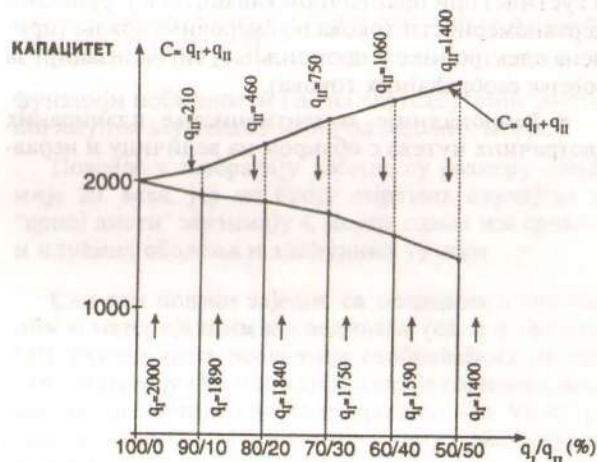
$$C = V_c \cdot g_c.$$



Слика 3. Зависност густине при капацитету 2-трачног пута од неравномерности тока по смеровима



Слика 2. Зависност брзине при капацитету 2-трачног пута од неравномерности тока по смеровима



Слика 4. Зависност капацитета 2-трачног пута од неравномерности тока по смеровима

Табела 1 – Вредности основних параметара саобраћајног тока у функцији неравномерности тока по смеровима

q _I /q _{II} (%)	Ток (ПА/х)			Брзина (km/h)			Густина (ПА/км)		
	q _I	q _{II}	C	V _I	V _{II}	V _c	g _I	g _{II}	g _c
100/0	2.000	—	2.000	85,0	—	85,0	23,53	—	23,53
90/10	1.890	110	2.100	80,8	91,0	82,5	23,39	2,06	25,45
80/20	1.840	460	2.300	78,7	85,0	80,0	23,37	5,38	28,75
70/30	1.750	750	2.500	76,0	81,0	77,5	22,89	9,37	32,26
60/40	1.590	1.060	2.650	74,5	76,0	75,0	21,34	13,99	35,33
50/50	1.400	1.400	2.800	72,5	72,5	72,5	19,31	19,31	38,62

4. ЗАКЉУЧАК

Синтезом резултата истраживања брзина при максималним токовима вршених у нашој земљи и показатеља о практичном капацитету двотрачних путева у функцији неравномерности токова по смеровима датих у ХЦМ-85. и ХЦМ-94. год., уз потпуно поштовање теоријске везе између базних параметара саобраћајног тока, по први пут су дефинисане величине трију базних параметара саобраћајног тока (ток, брзина, густина), на основном одсеку двострачног пута идеалне геометрије при току ПА једнаком практичном капацитету, у свим типичним случајевима неравномерности токова по смеровима војње.

Са познавањем величина базних параметара саобраћајног тока (тока, брзине и густине) при практичном капацитету основног одсека 2-трачног пута идеалне геометрије и току ПА, у функцији неравномерности токова по смеровима војње стварају се повољни услови за:

- Унапређење аналитичког инструментарија (образаца) за анализу услова саобраћаја, прорачуна практичног капацитета и показатеља нивоа услуге двотрачних путева.

- Унапређење управљачких мера, намењених оперативном управљању саобраћајним токовима на двотрачним путевима, које ће уважавати варирање базних параметара саобраћајног тока (тока, брзине и густине) при практичном капацитету у функцији неравномерности токова по смеровима војње (примена електронике у променљивој сигнализацији за вођење саобраћајних токова).

- Рационалније димензионисање планираних двотрачних путева с обзиром на величину и нерав-

номерност по смеровима перспективних саобраћајних токова у меродавном вршном часу.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] "Highway Capacity Manual", Special Report, Thrid Edition, Transportation Research Board, National Research Council. Washington, D.C. 1994.
- [2] "Highway Capacity Manual", Special Report 209, Transportation Research Board, National Research Council. Washington, D.C. 1985.
- [3] "Highway Capacity Manual", Special Report 87, Highway Research Board, Publication 1328. Washington, D.C. 1965.
- [4] Кузовић, Љ.: "Капацитет и ниво услуге деоница путева", Саобраћајни факултет, Београд, 1989.
- [5] Кузовић, Љ., Ђорђевић, Т.: "Основни појмови брзина у планирању путева, њихова међузависност и условљеност од пута и саобраћаја", Часопис "Пут и саобраћај", бр. 11-12, Београд, 1977.
- [6] Кузовић, Љ.: "New procedures, models and criteria in the analysis of the practical capacity and the level of road segment service", XI th IRF World Meeting, Seoul, Korea, 1989.
- [7] Кузовић, Љ. и група сарадника: "Упутства за израду студија о изводљивости путева", Савез организација за путеве, Београд, 1991.
- [8] Dorsch-Berger: "Упутства за израду студија о изводљивости путева", СОП, Љубљана, 1974.
- [9] Катанић, Ј., Анђус, В. и Малетин, М.: "Пројектовање путева", ИРО Грађевинска књига, Београд, 1983.
- [10] Правилник о основним условима које путеви изван насеља и њихови елементи морају да испуњавају са гледишта безбедности саобраћаја – Упутства за примену правилника, Савез друштава за путеве Југославије, Београд, 1980.
- [11] Кузовић, Љ.: "Дефинисање брзине тока при капацитету у зависности од утицајних фактора и квантификарање тих утицаја у нашим условима пута и саобраћаја", Институт саобраћајног факултета, Београд, 1980.
- [12] Кузовић, Љ., Албрехт, И.: "Мерење услова војње на путном правцу Београд – Ниш", Институт за путеве, Београд, 1973.

Реконструкција ванградских путева са становишта сигурности вожње

Мр Новица Стевановић, дипл. грађ. инж.
Саобраћајни институт – ЦИП, Београд

Стручни рад
УДК 625.711.089.4:351.811.11

РЕЗИМЕ

Велики број погинулих и повређених лица уз знатне материјалне штете приликом догађања саобраћајних незгода, као један од тежих друштвених проблема савремене цивилизације који у различитом степену погађа све земље, захтева свеобухватну анализу и највиши ниво проучавања узрока саобраћајних незгода и безбедности саобраћаја у оквиру сложеног кибернетичког система возач – возило – околина.

На основу полазне претпоставке да постоји одређена корелација између елемената пута и учесталости и тежине саобраћајних незгода, у раду се разматра проблем реконструкције ванградских путева са аспекта повећања нивоа сигурности вожње. Изложени су основни захтеви сигурности вожње и дефинисани јасни циљеви и критеријуми као и методе и поступци у процесу пројектовања реконструкције путева.

Посебна пажња је посвећена Идејном пројекту реконструкције у коме су презентирани и детаљније разрађени: саобраћајно-техничка анализа незгода, анализа постојећег стања (геометријска и динамичка анализа пута), меродавни недостаци пута, захтевани ниво (не)сигурности, алтернативни нивои и у оквиру њих оптимални ниво реконструкције разматране деонице.

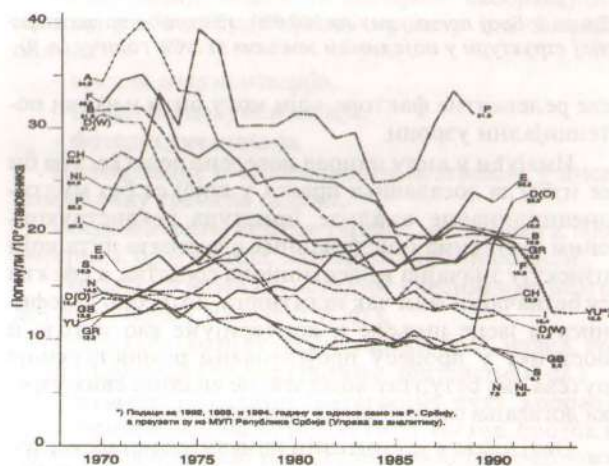
Оправданост реализованих мера реконструкције која се огледа у редукацији броја саобраћајних незгода, могуће је утврдити Анализом "пре и после".

1. УВОД

Трагичност последица саобраћајних незгода на путевима данас је један од најактуелнијих светских проблема, где појам "сигурност" представља очигледно једну празнину у свести многих возача па и друштва у целини чија неодговорност представља главни узрок великог броја саобраћајних жртава и огромних материјалних штета.

У саобраћајним незгодама на путевима широм света, од појаве моторног возила до данас, погинуло је више од 20 милиона лица, док сваке године погине око пола милиона људи а лакше или теже повреде претрпи преко 10 милиона лица (л. 14). Само на путевима у Европи последњих година у овим незгодама гине око 140000 лица (л. 9), док у Србији и Црној Гори број погинулих премашује 2000, а број повређених 24000 лица (л. 18).

Оно што посебно забрињава када је реч о незгодама на нашим путевима јесу не само апсолутни показатељи о повређеним и погинулим који су мање – више константни у дужем временском периоду, за разлику од већег броја земаља у којима је забележен пад (сл. 1–л.9), већ и ниво несигурности саобраћаја у



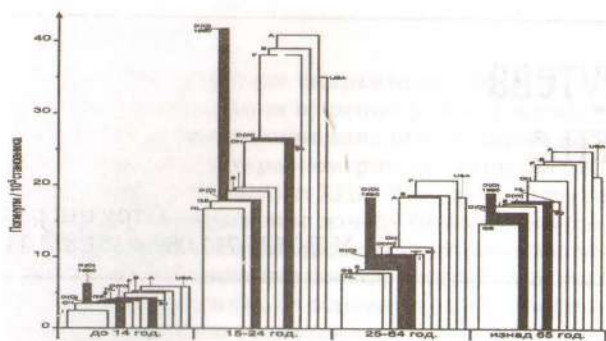
Слика 1. Број погинулих на 100.000 становника у појединим европским земљама (л. 9)

функцији мобилности где на светској "ранг листи" погинулих заузимамо једно од водећих места.

Повреде у саобраћају добиле су размеру епидемије 20. века, јер по броју смртних случајева на "црној листи" заузимају 4. место, одмах иза срчаних и плућних оболења и злоћудних тумора.

Сви ови подаци заједно са подацима о социјалним и материјалним последицама (само у земљама ЕЕЗ укупна цена последица саобраћајних незгода износи између 45 и 90 билиона екија годишње, зависно од примењених метода процене – л. 9), су довољно алармантни да изазову ширу забринутост друштва како са становишта угрожавања здравља људи, поготово младих између 15. и 24. године (сл. 2–л. 9), тако и са становишта негативних ефеката по националне економије у целини.

Ако се узме у обзир и чињеница да је релативна опасност у друмском саобраћају на европским путевима већа у односу на остале видове саобраћаја (више од 200 пута у односу на железнички и око 800 пута у односу на авионски саобраћај – л. 9) односно да од укупног броја погинулих у саобраћају у Југославији око 90% гине у саобраћајним незгодама на путевима, сасвим је сигурно да излаз не треба тражити у спутавању развоја друмског саобраћаја, већ у чињеници да се проблему безбедности саобраћаја у најширем смислу посвети достојна пажња и да се проблем саобраћајних незгода посматра у сложеном систему – возило – околина (В–В–О) и осветли кроз



Слика 2. Број погинулих на 100.000 становника према старој структури у појединим земљама за 1989. годину (л. 9)

све релевантне факторе који могу бити њихови потенцијални узроци.

Имајући у виду напред наведене податке, а да би се избегла досадашња пракса у којој се без мултидисциплинарне анализе приступа реконструкцијом захтевима појединачних елемената пута који изискују значајна инвестициона средства, а ефекти су безначајни или чак негативни, потребно је дефинисати јасне циљеве и критеријуме као методе и поступке у процесу пројектовања реконструкције путева као резултат комплексне анализе свих узрока догађања саобраћајних незгода.

Овај чланак је синтезни приказ магистарског рада под истим насловом чији је циљ био да се дефинише методологија пројектовања реконструкције путева у чијој основи су:

- саобраћајно – техничка анализа незгода,
- анализа утицаја елемената пута на сигурност вожње,
- критеријуми сигурности.

2. САОБРАЋАЈНО – ТЕХНИЧКА АНАЛИЗА НЕЗГОДА

Саобраћајна незгода је реална негативна друштвена појава која настаје као резултат нарушавања узрока узајамног дејства система у коме су укључени, возач, возило и околина (пут, саобраћај, физичка и климатска средина) или нарушавање нормалног функционисања једног од ових елемената. Ретке су саобраћајне незгоде у чијој појави учествује само један узрок. Оне су најчешће резултат сложеног и истовременог дејства већег броја различитих објективних и субјективних фактора који се међусобно разликују по интензитету утицаја на њихово догађање. Њихово деловање није изоловано већ чини структуралну целину што представља велике потешкоће у дефинисању појединачног деловања у свакој конкретной интеракцији.

2.1. Статистика незгода

У процесу изучавања саобраћајних незгода статистика, односно, статистичке методе заузимају истакнуто место како у погледу анализе њихових узрочних фактора тако и у погледу изучавања феноменологије саобраћајних незгода (појавни обли-

ци, врсте, структура, динамика, просторни и временски распоред, итд.).

Посебан недостатак у примени статистичких метода представља то што се прикупљање података врши од стране особа (радници милиције) које објективно посматрано нису довољно компетентне да егзактно утврде све релевантне податке о узроцима, те се веома често као "узрок" наводе грешке – последице (непрописно паркирање, неуступање првенства пролаза, непрописна брзина и др.), као и неуједначеност статистике на међународном нивоу, нарочито при регистровању незгода, исказивању погинулих и повређених лица, регистрованим возилима и усклађивању дефиниције саобраћајне незгоде.

Поред недостатака у прикупљању података могу се јавити и недостаци у њиховом коришћењу ако се не узму у обзир и други релевантни чиниоци као што су: мобилност становништва, дужина и стање путне мреже, разлике у клими, структура возног парка, распоред насељених места и многи други услови који утичу на одвијање саобраћаја.

2.1.1. Показатељи безбедности саобраћаја

За опис и међусобну компарацију саобраћајних незгода користе се (л. 5, 7):

- апсолутни и
 - релативни показатељи.
- Апсолутни показатељи су:
- број незгода "N"
 - број повређених " N_{pv} "
 - број погинулих " N_p "
- $N_p > \Sigma$ – број настрадалих " N_n "

Како непосредна компарација различитих путних деоница или путева по апсолутном броју незгода не би објективно дала праву слику о нивоу безбедности саобраћаја, користе се релативни показатељи који као индикаторе опасности узимају саобраћајне незгоде и њихове последице у односу на број становника, број моторних возила, пређени пут, итд.

Релативни показатељи су:

- степен сигурности

$$N_s = \frac{N \cdot 10^6}{L \cdot t \cdot PDS} \quad (\text{незг./}10^6 \text{ воз. km})$$

- степен погинулих

$$N_{sp} = \frac{N_p \cdot 10^8}{L \cdot t \cdot PDS} \quad (\text{пог./}10^8 \text{ воз. km})$$

- степен настрадалих

$$N_{sn} = \frac{N_n \cdot 10^8}{L \cdot t \cdot PDS} \quad (\text{настр./}10^8 \text{ воз. km})$$

- густина незгода

$$N_g = \frac{N}{L \cdot t} \quad (\text{незг./km год.})$$

- густина настрадалих лица

$$N_{gn} = \frac{N_n}{L \cdot t} \quad (\text{настр./km год.})$$

- густина погинулих лица

$$N_{gp} = \frac{N_p}{L \cdot t} \quad (\text{пог./km год.})$$

- тежина незгода

$$N_{ip} = \frac{N_p}{N} \quad (\text{пог./незг.}); \quad N_{in} = \frac{N_n}{N} \quad (\text{настр./незг.});$$

$$N_t = \frac{N_p}{N_n} \quad (\%)$$

где је:

L = дужина деонице која се анализира (km)

t – време (дан или год.)

PDS – просечни дневни саобраћај (воз./дан)

2.1.2. Опасно место

Дистрибуција саобраћајних незгода није равномерно распоређена на путној мрежи, већ на релативно малом броју места догађа се релативно велики број незгода.

С обзиром да не постоји утврђена и опште прихваћена дефиниција опасног места, може се прихватити да је то место или део пута на коме се у јединици времена догоди већи број незгода него на другим деловима пута сличних карактеристика (појава прекомерне концентрације незгода). За ово место уобичајени назив је и "црна тачка", мада се не може схватити као једна тачка на путу јер се и сама незгода одиграва на потезу у коме фигурира дужина возила, реакција возача, дужина зауставног пута, прегледност и сл., па се за границу опасног места може прихватити дужина пута до 300 m (л. 15).

За поуздано утврђивање опасних места на путу, односно локација на којима догађање незгода одступа од одређеног просека, мора постојати довољан период осматрања (не мање од 1 године, мада је препоручљиво узети дуже периоде, до 3 године) како би се добио репрезентативни узорак саобраћајних незгода.

За опис и међусобну компарацију опасних места користе се напред наведени апсолутни и релативни показатељи безбедности саобраћаја, а за идентификацију у употреби су различите методе од којих је једна и метода критичног броја незгода која се базира на претпоставци да се број незгода подвргава Поасоновом закону расподеле (л. 5, 7, 12).

Критичан број незгода одређује се једначином (л. 13, 15):

$$N_k = \bar{N} + \varepsilon \sqrt{\bar{N}} - 0.5$$

где је:

$$\bar{N} = \frac{(\sum_{i=1}^n N_i) \cdot 0.3}{L}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n - \text{просечан број}$$

незгода на интервалу $l = 0,3 \text{ km}$;

ε – коефицијент који зависи од нивоа статистичке поузданости (нпр. за $P(\theta) = 95\%$; $P(\theta) = 99\%$);

$$\varepsilon = 1,96 \quad \varepsilon = 2,58$$

$\sum N_i$ – број свих незгода на путној мрежи у временском периоду који се испитује;

L – дужина испитиване путне мреже.

Опасно место се идентификује из количника N/N_k , где је N број незгода на нормираној дужини $l = 0,3 \text{ km}$.

Ако је $N/N_k \geq 1$ – идентификовано је опасно место.

Сличан поступак идентификације опасних места (поготово на деоницама пута са променљивим саобраћајним оптерећењем) може се извршити и помоћу степена несигурности N_s , у који је поред броја саобраћајних незгода укључена и мобилност саобраћаја.

2.2. Описивање незгода

Подаци о саобраћајним незгодама, њиховим манифестационим облицима и свим релевантним факторима који могу имати утицај на њихово догађање, представљају основну претпоставку за утврђивање и отклањање њихових непосредних узрока као и базу података информационог система (саобраћај, експлоатација – безбедност саобраћаја) у оквиру интегрисаног информационог система за путеве (л. 20).

2.2.1. Прикупљање података

Информације везане за догађање саобраћајних незгода треба да буду презентиране у три основна облика:

- писана документација,
- графичка документација,
- фотодокументација.

Информације о саобраћајним незгодама у писаном облику треба да садрже:

- основни опис незгоде (време, место, врста, број учесника, број возила, манифестациони облици),
- податке о возачу и осталим учесницима незгоде (пол, старост, алкотест и др.),
- податке о возилу (регистарски број, модел, положај, правац и брзина кретања, оштећење и сл.)
- податке о околини (категорија пута, коловоз, геометрија и опрема пута, густина, састав, проток и брзина саобраћајног тока, стање површине коловоза, атмосферске прилике и географски услови).

Графичка документација – скица места незгоде треба да садржи податке о месту, путу, траговима и свим садржајима који могу имати утицај на догађање незгода. Скица мора бити израђена у одговарајућој размери (најчешће 1:200) са димензијама свих унетих објеката, њиховим положајима и растојањима и у потпуности усаглашена са подацима датим у писаном делу документације.

Фотодокументација – треба да садржи фотографије места на коме се догодила саобраћајна незгода. На фотографијама је потребно да се види снимљено место незгоде из више позиција са ближе и веће удаљености, како би се могли приказати карактеристични детаљи и шира ситуација места незгоде.

Данас су у употреби савремени фотографски уређаји (стерео камере) који омогућавају коришћење фотографије и као скице места незгоде у дво-димензионалном простору, јер се снимци добијају у одређеној размери, тако да се подаци могу директно читавати са фотографије.

2.2.2. Обрада података

На основу прикупљених података о појединачним случајевима догађања незгода приступа се обради релевантних података која може да се презентира у три основна облика:

- карта саобраћајних незгода,
- деонични дијаграм незгода и
- колизиони дијаграми.

Карта саобраћајних незгода представља почетни корак у систему анализе незгода, који омогућава да се брзо и лако за потребе свакодневних оперативних

поступака, прате локације, фреквенција и врсте незгода.

Деонични дијаграм незгода представља следећи сегмент у систему анализе незгода који даје техничку и визуелну представу саобраћајних незгода на целој деоници, односно број, тип, тежину, место и време догађања незгода (сл. 3).

Колизииони дијаграми дају техничку и визуелну представу сваке незгоде, односно врсте и места догађања незгоде и садрже:

- правац кретања сваког возила, пешака или другог учесника у саобраћају који је учествовао у догађању незгоде;
- локације, врсте и битне карактеристике свих незгода чијом се компјутерском обрадом у SAD систему омогућава лакше визуелно сагледавање актуелне саобраћајне ситуације;
- пропратне табеле са одговарајућим подацима као допуна графичком приказу.

На основу "уређеног" колизиионог дијаграма могу се уочити одговарајуће групе типова незгода и извршити њихова типизација по конфликтној ситуацији као и одвајање ових које нису релевантне за даљу анализу.

3. ПУТ КАО ЕЛЕМЕНТ СИГУРНОСТИ ВОЖЊЕ

При истраживању саобраћајних незгода у већини земаља се сматра да је основни узрок њихових

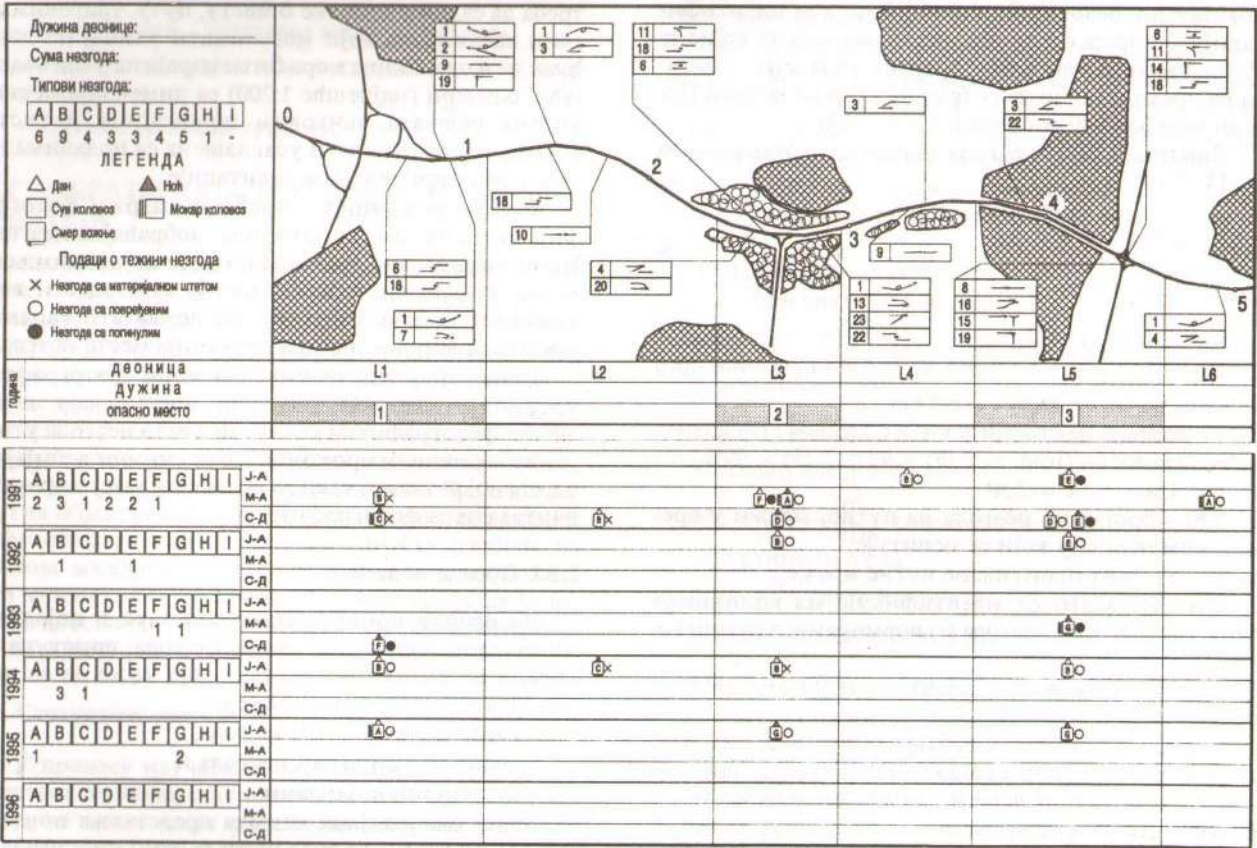
догађања немарност и грешке возача као и неисправност возила.

Условима пута као узроцима саобраћајних незгода статистика придаје мањи значај и то: 6% у Бразилу, 8% у Немачкој, 17% у Ирској, 18% у САД, 7,4% – 12,1% у ЗНД (СССР), 48% у Јапану (л. 5), мада процене појединих студија (л. 17) указују да најмање 50 фактора везано за услове пута може да утиче на догађање незгода.

Код нас на основу постојећих статистичких података, без обзира на неадекватну изграђеност путне мреже, путу са својим елементима као узрочнику приписује се само око 2% саобраћајних незгода (л. 8). Наведене процене незгода треба прихватити са одређеном дозом опреза, јер они због непостојања адекватне методологије утврђивања узрочних фактора варирају у зависности од појединих истраживања или анализа.

Основно питање које се овде намеће је у којој је мери пут узрок незгоде. Констатација "возач није прилагодио брзину условима пута" поставља проблем разграничења односа између утицаја пута и обавезе возача на брзину свога возила прилагоде условима пута.

Приликом анализе сигурности путне деонице, или изолованог путног елемента, значајно је истаћи да пресудну улогу има хомогеност степена сигурности дуж трасе пута, а не сигурност појединачног елемента. То значи да се подизањем нивоа сигурности изоловане деонице или њеног де-



Слика 3. Деонични дијаграм незгода

ла може чак и негативно да утиче на укупни ниво сигурности путне мреже, што је не редак случај приликом реконструкције постојећих путних праваца где се интервенише само на појединим елементима (најчешће реконструкција коловозне конструкције уз задржавање ранијих елемената пројектне геометрије) што може имати сасвим супротан ефекат од жељеног.

Стога питање сигурности вожње мора бити обухваћено свим фазама израде пројектне документације, током изградње пута и касније током његове експлоатације.

3.1. Мерадавне брзине вожње

Брзина представља основни параметар на основу кога се дефинишу елементи пројектне геометрије као и критеријуми за оцену безбедности и удобности вожње у условима слободног саобраћајног тока. Како се брзине као основном узроку незгода на ванградским путевима прописује око 53% (сл. 4, л. 2), а на нашим просторима око 30–33% саобраћајних незгода (л. 11), потпуно је разумљиво што брзина заузима централно место у процесу пројектовања са становишта сигурности вожње.

УЗРОК НЕЗГОДЕ	ВАНГРАДСКИ ПУТЕВИ
Брзина	53.3%
Алкохол	21.2%
Привлество проласка - предност	11.6%
Скретање, окретање	5.8%
Погрешан поступак према пешацима	3.5%

Слика 4

Карактеристичне брзине значајне за процес израде пројектне документације су:

- основна " V_0 ",
- рачунска " V_r ",
- пројектна " V_p ",
- реализована " $V_{85\%}$ "

Са становишта анализе сигурности вожње у реалним условима одвијања саобраћаја веома је значајна реализована брзина која представља меру остварене сигурности и основну претпоставку за предузимање одређених мера реконструкције. Она у суштини представља брзину којом се возило 85% возача на мерном пресеку односно у мерном возилу, а резултат је примљених утисака возача у свом видном пољу за време вожње одређеном деоницом пута.

Реализована брзина која зависи од примењених путних елемената је променљива, а утврђује се експериментално у слободном саобраћајном току и то "споља" и "изнутра".

3.2. Попречни профил

Са становишта сигурности вожње попречни профил може да се анализира кроз три подсистема елемената:

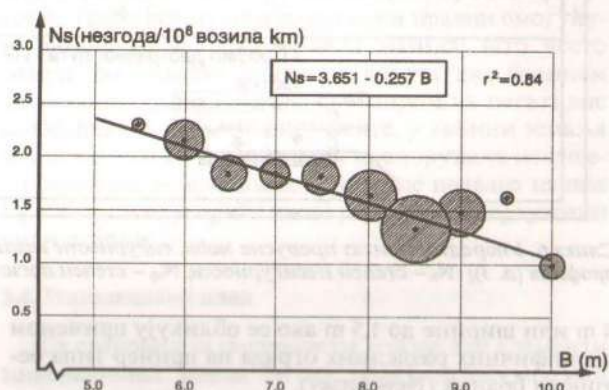
- коловозни елементи
- разделни појас / разделна трака
- елементи успутног појаса.

3.2.1. Коловозни елементи

У овај подсистем спадају коловозне траке (аутопутева, "међупрофила" и двотрачних путева) које непосредно служе за кретање и мировање возила. Њихов број зависи од ранга пута, саобраћајног оптерећења и жељеног нивоа услуге.

Огромна већина постојећих путева је двотрачна, са елементима поперечног профила који нису усклађени са савременим токовима одвијања саобраћаја. С обзиром да је брзина вожње у функцији елемената поперечног профила долази се до закључка да повећање ширине возне траке и свих пратећих елемената доводи до повећања брзине вожње све до максималних брзина. Неусаглашеност између наведених величина може да доведе до нежељених последица са становишта сигурности вожње.

Утицај ширине коловоза на сигурност вожње приказан је на сл. 5 (л. 10), а упоредни приказ пропусне моћи, сигурности вожње и инвестиционих трошкова за различите типове поперечних профила (аутопутни профил, међупрофил, профил двотрачног пута) на сл. 6 (л. 3).



Слика 5. Утицај ширине коловоза на сигурност вожње (л. 10)

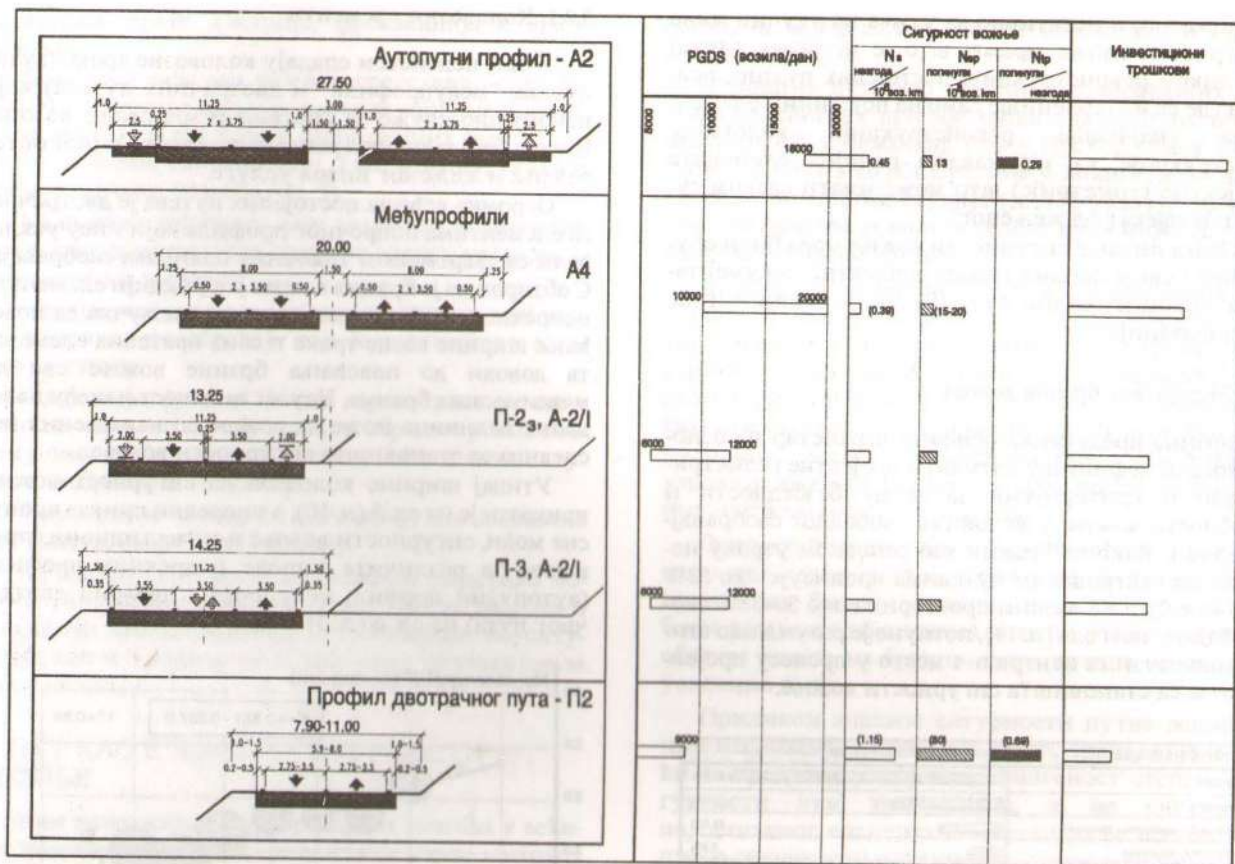
Ипак не може се очекивати да се само повећањем ширине коловоза обезбеди сигурна и удобна вожња путном деоницом, без да ширина путног профила буде усаглашена са примењеним елементима ситуационог и нивелационог тока трасе.

3.2.2. Разделни појас / разделна трака

Са становишта сигурности вожње, учесталост саобраћајних незгода је у функцији ширине разделног појаса – траке као и њихових елемената, и она се нагло снижава повећањем разделног појаса – траке и фактички престаје при ширини већој од 15 m (л. 5). Многобројна истраживања су показала да ширина разделног појаса од 5 m представља минималну величину са становишта задовољења сигурности вожње (л. 5).

На подизање нивоа сигурности вожње у великој мери утиче садржај разделног појаса и то како у погледу естетског деловања тако и у погледу психофизиолошких ефеката.

Како изградња разделног појаса захтева значајно захватање околног простора често се за примену препоручују класичне разделне траке ширине од 2–



Слика 6. Упоредни приказ пропусне моћи, сигурности вођење и инвестиционих трошкова за различите категорије попречног профила (л. 3); N_s – степен несигурности, N_p – степен погинулих, N_p – тежина незгода

4 m или ширине до 1,5 m ако се обликују применом специфичних разделних ограда на пример типа бетонски браник (New Jersey).

3.2.3. Елементи успутног појаса

Елементи успутног појаса, за разлику од коловозних трака, обављају само помоћне функције које доприносе стабилности путне конструкције и повећању нивоа сигурности вођење. Овај подсистем елемената чине: банке, риголе, берме, косине, канали и др.

3.3. Ситуациони план

Са становишта сигурности вођење ситуациони план се може анализирати кроз димензије и међусобни однос следећих геометријских облика:

- хоризонталне кривине,
- кривудаост трасе пута,
- правци.

3.3.1. Хоризонталне кривине

Хоризонталне кривине пута производе одређене утицаје на возило у кретању што има за последицу догађање око 12% саобраћајних незгода (л. 5, 19) са око 30% погинулих од укупног броја на ванградским двотрачним путевима (л. 14) а на нашим просторима, на основу статистичких података, догађа се близу 20% од укупног броја саобраћајних незгода

чији су узроци везани за карактеристике кривине (л. 11). Знатан део саобраћајних незгода у кривинама манифестује се у облику губитка контроле над возилом (37%–50% – л. 19).

– **Фактор брзине** игра одлучујућу улогу у губитку контроле у кривинама, јер при уласку у кривину долази до нагле промене брзине.

На основу истраживања (GAMBARD – л. 19) установљено је да када однос улазне брзине и критичне брзине у кривини достигне величину од 1,4, јавља се реална могућност за губитак контроле над возилом, а самим тим и догађање незгоде.

Улазна брзина је практично константна у довољно дугом временском периоду док критична брзина представља максималну безбедну брзину која је у функцији радијуса кривине и радијалног убрзања (3 m/s^2 одговара нивоу на коме проблеми са контролом тока вођење почињу да се јављају – л. 19).

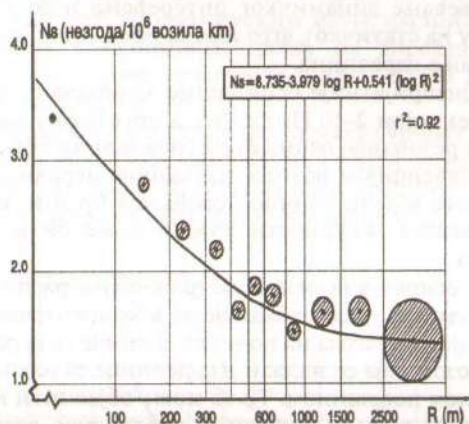
– **Радијус кривине** као пројектни параметар својом величином поред директног утицаја на укупну дужину трасе и прегледност утиче и на сигурност и удобност вођење.

Резултати експерименталних истраживања у низу земаља па и код нас, којима је утврђена зависност између тренутне брзине вођење ($V_{85\%}$) у слободном саобраћајном току и радијуса хоризонталних кривина [$V_{85\%} = \varphi(R)$], показују висок степен подударности с обзиром на постојеће ра-

зликe у квалитету возног парка и стању путне мреже међу појединим земљама.

Посебно је интересно подручје радијуса у коме је вредност мерене брзине $V_{85\%}$ изнад теоријских вредности рачунске брзине, тј. подручја радијуса са смањеном сигурношћу (код нас за $R < 250$ м, у Француској за $R < 400$ м, итд. – л. 1,19) у којима се вози брже него што се током пројектовања претпоставља, те у том погледу је неопходно да се изврше додатна истраживања за наведена подручја како би се добили поуздани резултати.

Многобројни статистички подаци показују на постојање одређене зависности између учесталости незгода и радијуса кривина а самим тим и брзине вожње ($V_{85\%}$) (сл. 7–л. 10) при чему се проценат незгода повећава на оним деоницама кривина чији су радијуси мањи.



Слика 7. Утицај радијуса кривина на сигурност вожње (л. 10)

3.3.2. Кривудаост трасе пута

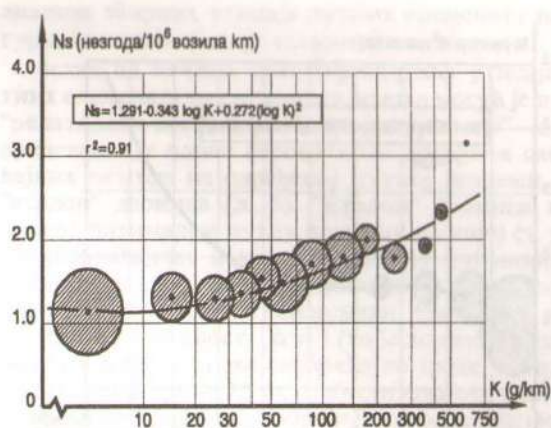
Са становишта сигурности вожње врло битан елемент, поред величине, представља и међусобни однос примењених геометријских параметара у ситуационом плану.

Квантифицирани приказ кривудаости трасе и усклађености њених елемената у ситуационом плану треба посматрати кроз кривинску карактеристику "К" која представља средњу вредност скретног угла на разматраној деоници, и два пратећа статистичка параметра која дефинишу одступање од средње вредности (средње квадратно одступање "S") и варијацију тог одступања у односу на средњу вредност (кофицијент варијације "V_k").

Са становишта сигурности вожње утицај кривинске карактеристике на учесталост незгода може се анализирати преко $V_{85\%}$ брзине, а на основу истраживања у Немачкој установљено је да је за њихове путеве прихватљива гранична вредност кривинске карактеристике $K = 250$ g/km, што одговара степену несигурности $N_s = 2.0$ незг./10⁶ воз.km (сл. 8–л. 10).

3.3.3. Правни

Правца иако на први поглед представља позитиван облик са становишта сигурности вожње, детаљнијом анализом може се открити низ



Слика 8. Утицај кривинске карактеристике на сигурност вожње (л. 10)

негативних елемената, поготову код дугачких праваца у равничарским теренима који делују монотонно смањујући активност возача и њихову пажњу, што негативно утиче на способност процене ситуације. Треба још истаћи да дугачки правци омогућују развијање великих брзина возила, што често доводи до губитка контроле возача над брзином односно догађања незгоде. С обзиром на негативне саобраћајно – психолошке ефекте, у већини земаља је у техничким условима или препорукама извршено ограничење максималне дужине праваца на $\max L_p = 20 V_r$, што је приближно равно највећој дужини видног поља.

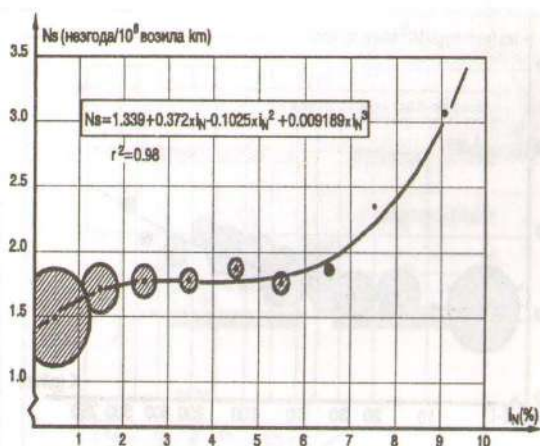
3.4. Нивелациони план

Са становишта сигурности вожње као елементи нивелационог плана битну улогу играју нагиби нивелете, вертикалне кривине и попречни нагиб коловоза.

Имајући у виду да је при вожњи на успону брзина у директној функционалној зависности од вучно – брзинских карактеристика возила, а на паду далеко више зависи од возача, то је и учесталост незгода при вожњи на паду 1,5–3 пута већа него при вожњи на успону. Велика опасност вожње на паду у односу на успон, везана је за повећање пута кочења на паду при форсираном кочењу, а нарочито у случајевима отказивања кочница, који чине више од 40% укупног броја незгода изазваних неисправношћу возила (л. 5).

Незгоде на деоницама великих подужних нагиба концентришу се на карактеристичним местима: при вожњи на успону то је првенствено горњи део успона (утицај несагледљивости хоризонталних кривина, поготово код конвексних прелома), а на паду – то је конкавни прелом нивелете на који возила наилазе, претходно развивши велике брзине (утицај недовољне дужине заобљења – $\min D_v = 3-4 V_p$ као и поклапање вертикалне и хоризонталне кривине неодговарајућег радијуса на крају пада).

Извршена истраживања показују да учесталост незгода расте са повећањем подужног нагиба (сл. 9 – л. 10), поготово изнад вредности од 6% (подручје у коме је мерена брзина вожње – $V_{85\%}$ већа од теоријске вредности рачунске брзине).



Слика 9 – Утицај подужног нагиба на сигурност војње (л. 10)

3.5. Прегледност

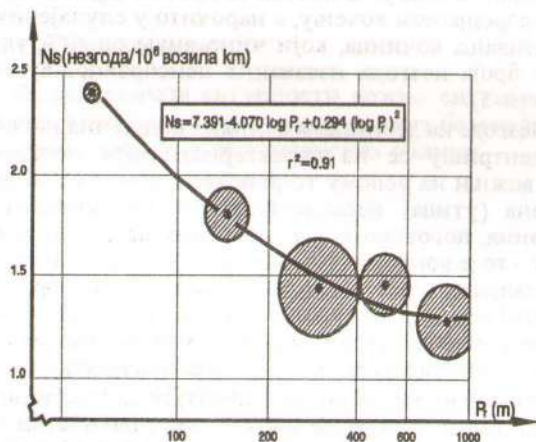
Прегледност се јавља као један од значајних фактора који имају утицај на сигурност и удобност војње на путевима, поготово ако се има у виду чињеница да возач на основу својих психофизичких карактеристика 95% свих информација из околине прима помоћу чула вида.

Досадашња истраживања показују да се у скоро 40% случајева као индиректан узрок саобраћајних незгода на путевима (првенствено двотрачним) може навести недовољна прегледност пута (л. 2).

Са становишта сигурности војње поред зауставне (P_z), захтеване (P_{zp}) и претицајне прегледности (P_p) веома је значајна анализа расположиве прегледности (P_r) која на сваком месту на траси мора бити већа од захтеване и мора на довољном проценту дужине трасе омогућити претицање (дијаграм расположиве прегледности).

Утицај расположиве прегледности на сигурност војње приказан је на сл. 10 (л. 10).

Статистички подаци о саобраћајним незгодама показују, да се недовољна прегледност у ситуационом плану мање одражава на учесталост незгода од недовољне прегледности у подужном профилу (л.



Слика 10 – Утицај расположиве прегледности на сигурност војње (л. 10)

5). На магистралним путевима Француске готово 3% саобраћајних незгода доводи се у везу са подужним профилу преко недовољне прегледности (л. 19).

3.6. Површина коловоза

Основне карактеристике коловозних површина које имају утицај на сигурност војње су: равност, храпавост и рефлексивност.

3.6.1. Равност коловоза

Равност коловоза подразумева неправилности на површини коловоза (подужна неравност, пуко-тине, "закрпљена места", попречна неравност) које проузрокују механичке осцилације возила односно прераспodelу оптерећења на точковима (прогресивно повећање динамичког оптерећења и до 100% у односу на статичко), што има за последицу још веће повећање неравнина.

Најнепријатније осцилације за возача су оне са фреквенцијом 2–10 Hz (л. 16), а поготово у случају појаве резонанце осцилација (поклапање сопствене са фреквенцијом возила изазваном неравнинама), због чега возачи обично повећавају брзине, што са становишта сигурности војње може бити веома опасно.

На основу анализе и истраживања расположивих података установљено је да је концентрација саобраћајних незгода на почетку деонице са неравним коловозом која се налази иза деонице са равном коловозном површином. То се може објаснити непре-двиђеним смањењем брзине претходног возила и налета на њега другог возила које се креће за њим на врло кратком растојању.

На главним путевима Француске на основу истраживања (л. 19) установљено је да је скоро 6% саобраћајних незгода резултат лоше равности коловоза.

3.6.2. Трење клизања

Утицај стања коловозне површине на сигурност војње манифестује се кроз трење између пнеуматика возила и коловозне површине при свим временским приликама (меродавно мокро стање).

За безбедно кретање возила по коловозној површини неопходно је обезбедити одговарајућу величину коефицијента трења који зависи од квалитета и стања пнеуматика, физичких и технолошких карактеристика коловозног застора, карактеристика међуслоја између пнеуматика и коловоза и услова кретања где утицај брзине на сигурност војње има одлучујућу улогу.

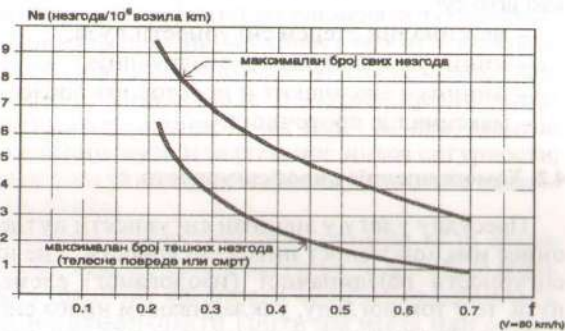
Присуство воде на површини коловоза у знатној мери умањује способност трења, а самим тим и повећава ризик од незгода.

У том погледу успешност одвођења површинских вода са коловозне површине у функцији примењених елемената пројектне геометрије, обезбеђивањем минималне вредности резултујућег нагиба коловоза ($i_{rez} = \sqrt{i_k^2 + i_p^2} - \min i_{rez} = 1,5\%$, представља значајан корак у процесу подизања нивоа сигурности војње.

Проблем је посебно значајан у подручјима са малим вредностима резултујућег нагиба, где долази до формирања воденог филма и продужења пута отицања. Са повећањем брзине вожње и дебљине воденог филма, долази до смањивања коефицијента трења, односно, нема времена да пнеуматик истисне воде у контактну зону, већ лебди подржан хидродинамичким притиском. Овај феномен при коме се вредност коефицијента трења f спушта близу нуле назива се аквапланинг или хидропланинг. Да би дошло до сувог контакта између пнеуматика и коловоза, вода мора да се истисне са контактне површине што је могуће лакше и брже, а то се постиже дренажном способношћу хабајућег слоја и одговарајућим профилом пнеуматика.

Са становишта сигурности вожње коефицијент трења клизања представља значајан фактор што се може закључити на основу извршених истраживања, као нпр. на француским магистралним путевима где коефицијент трења на директан или индиректан начин учествује у више од 7% саобраћајних незгода (л. 19).

Утицај коефицијента трења на сигурност вожње приказан је на сл. 11 где се може уочити значајно повећање учесталости незгода када вредност коефицијента трења опадне испод вредности 0,4.



Слика 11. Утицај коефицијента трења f на сигурност вожње

С обзиром на промене вредности коефицијента трења у току експлоатације пута, неопходно је систематски мерити његову вредност, поготово на карактеристичним одсечима пута (прилаз раскрсницама, насељима, зеуставне и претицајне траке, прелаз са 2 x 2 траке на пут са 3 траке и сл.) и предузимати одговарајуће мере у циљу повећања његове вредности и степена сигурности вожње.

3.7. Збирни утицај путних елемената на сигурност вожње

У претходним анализама разматрани су појединачни утицаји путних елемената на сигурност вожње, ради детаљнијег сагледавања њихове улоге у догађању саобраћајних незгода као и могућности квантификације њихових вредности што је од изузетног значаја за даљу тог истраживања на пољу безбедности саобраћаја.

Но, с обзиром на чињеницу да су ретки случајеви где узроци саобраћајних незгода леже само у једном изолованом фактору, већ су резултат узајамног дејства већег броја фактора, неопходност

анализе збирних утицаја путних елемената на сигурност вожње постаје сасвим оправдана.

Један од начина квантификарања утицаја путних елемената на сигурност вожње могућ је путем "релативних коефицијената несигурности" – k_i који представљају однос вероватноћа догађања саобраћајних незгода на одређеној путној деоници и на "еталон" деоници (л. 5). "Еталон" деоница представља оптималну путну деоницу на којој су узроци саобраћајних незгода у домену субјективних фактора, док су утицаји елемената пута на сигурност вожње готово занемарљиви, тако да се може прихватити вредност – $k_i = 1$ (то је хоризонтална деоница у правцу са две саобраћајне траке, храпавим коловозом ширине 7,5 m, стабилизаним банкама ширине 2,5–3,0 m, саобраћајним оптерећењем од 5000 voz/dan и др.).

Укупни коефицијент несигурности k_n могуће је изразити као производ већег броја појединачних коефицијената, где сваки од њих презентира утицај једног од елемената путних и саобраћајних услова на сигурност вожње, тј. $k_n = \prod_{i=1}^n k_i$ (л. 5).

На основу установљених параметара тока пута утврђују се одговарајуће вредности појединачних коефицијената несигурности – k_i , а затим и укупни коефицијент несигурности – k_n на основу кога се конструише дијаграм коефицијента несигурности (сл. 12 – л. 5) који јасно указује на критична места или потезе деонице пута на којима постоји велика вероватноћа за догађањем незгода.



Слика 12. Дијаграм укупног коефицијента несигурности – k_n (л. 5)

Између укупног коефицијента несигурности k_n и степена несигурности N_s може се успоставити одређена корелација као нпр.:

$$N_s = 0.345 - 0.0027 k_n + 0.00009 k_n^2 \quad (\text{л. 5})$$

Ако вредност укупног коефицијента несигурности прелази утврђену вредност (нпр. 25–40) неопходно је предузимати одговарајуће реконструкционе захвате.

4. КРИТЕРИЈУМИ ЗА ОЦЕНУ СИГУРНОСТИ ВОЖЊЕ

4.1. Вознодинамички модул сигурности

Имајући у виду да је брзина основни параметар за димензионисање елемената пројектне геометрије, а да неочекивана промена нивоа брзине возила представља један од главних узрока догађања саобраћајних незгода (л. 14), неопходно је у циљу подизања нивоа безбедности саобраћаја, утврдити вознодинамичке критеријуме сигурности као одлучујући корак ка успостављању аналитичких поступака и метода за димензионисање елемената пута.

Међутим, са становишта сигурности вожње веома је значајна **сукцесивна промена брзине**, поготово у фази успоравања, која се постиже при мањим брзинским разликама само одузимањем гаса, а код већих и додатним кочењем ножном кочишом, која у себи скрива одређену дозу опасности. У том смислу програмирана величина сукцесивних промена брзине у слободном току представља основ за утврђивање једног модула сигурности који садржи три критеријума сигурности на основу чије анализе је могуће извршити димензионисање путних елемената и квантификацију њиховог утицаја на сигурност вожње.

– **Први критеријум** се односи на међусобну усклађеност елемената пута при чему анализира промену 85% – не брзине у њима:

1. $\Delta V_{85\%} \leq 10 \text{ km/h}$ – добра усклађеност,
2. $10 \text{ km/h} < \Delta V_{85\%} \leq 20 \text{ km/h}$ – задовољавајућа усклађеност,
3. $\Delta V_{85\%} > 20 \text{ km/h}$ – лоша усклађеност.

– **Други критеријум** анализира да ли је један елемент у хармонији са деоницом пута којој припада упоређењем 85% – не брзине сваког појединачног елемента са рачунском брзином целокупне деонице пута:

1. $V_{85\%} - V_{ri} \leq 10 \text{ km/h}$ – повољна хомогеност,
2. $10 \text{ km/h} < V_{85\%} - V_{ri} \leq 20 \text{ km/h}$ – задовољавајућа хомогеност,
3. $V_{85\%} - V_{ri} > 20 \text{ km/h}$ – неповољна хомогеност.

– **Трећи критеријум** анализира вознодинамичку сигурност приликом вожње у кривинама упоређењем вредности радијалних коефицијената трења који одговарају реалном стању коловозне површине и потребних вредности утврђеним одговарајућим стандардима:

1. $\Delta f_r \geq + 0,02$ – пожељно подручје,
2. $- 0,02 \leq \Delta f_r < + 0,02$ – прихватљиво подручје,
3. $\Delta f_r < - 0,02$ – неприхватљиво подручје,

где је:

$$\Delta f_r = f_r^s - f_r^p$$

f_r^s – стварна (измерена) вредност радијалног коефицијента трења,

$f_r^p = \frac{V_{85\%}^2}{127 R'} - i_{pk}$ – потребна вредност радијалног коефицијента трења,

$V_{85\%}$ – реализована (измерена) брзина у кривини,

R' – вожени радијус кривине,

i_{pk} – попречни нагиб коловоза у кривини.

Табела 1.

Систем класификације модула сигурности	
Критеријуми сигурности	Степен сигурности
3 х добар	"повољна" сигурност
2 х добар / 1 х задовољава	
2 х добар / 1 х не задовољава	
3 х задовољава	"задовољавајућа" сигурност
2 х задовољава / 1 х добар	
2 х задовољава / 1 х не задовољава	
1 х добар / 1 х задовољава / 1 х не задовољава	
3 х не задовољава	"неповољна" сигурност
2 х не задовољава / 1 х добар	
2 х не задовољава / 1 х задовољава	

Како су ретки случајеви да постојеће деонице путева испуњавају захтеве сва три наведена критеријума сигурности неопходно је извршити одговарајући систем класификације модула сигурности (табела 1 – л. 14) у коме морају бити задовољена најмање два критеријума, чиме се отвара могућност за изналажење оптималног решења које представља успешан спој остварења по појединачним циљевима као што су:

- максимални степен сигурности пута,
- минимум трошкова реконструкције,
- минимум еколошких и просторних последица,
- максимална проточност.

4.2. Хомогенизација нивоа сигурности

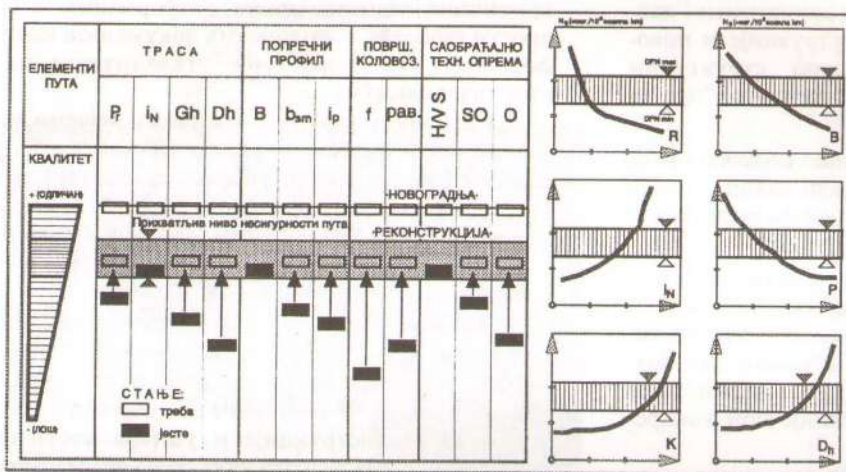
Пресудну улогу у анализи сигурности путне деонице има хомогеност нивоа сигурности, а не ниво сигурности појединачног (изолираног) елемента пута, те у том погледу, усклађивањем нивоа сигурности свих елемената пута може се значајно утицати на смањење учесталости и тежине саобраћајних незгода. Иако је тешко постићи хомогенизацију нивоа сигурности у потпуности треба тежити да она буде у границама програмираног коридора друштвено прихватљивог нивоа несигурности пута – $DPN (nezg./10^6 \text{ voz. km})$ ($DPN_{min} - DPN_{max}$), који би уједно представљао меру квалитета појединачних елемената као резултат најширег консензуса свих заинтересованих субјеката (сл. 13 – л. 4).

Према неким иностраним искуствима вредност DPN не би требало да пређе границу од $2 \text{ nezg./10}^6 \text{ voz.km}$ (л. 4).

Утврђивањем DPN – а могуће је дефинисати граничне вредности пројектованих елемената пута са становишта захтеваног нивоа сигурности, као и идентификовати могуће критичне параметре на постојећим деоницама и у складу са тим предузимати адекватне мере реконструкције.

4.3. "Збирни утицај" путних елемената на сигурност вожње

Концепт "збирни утицај" путних елемената на сигурност вожње може се изразити преко укупног коефицијента несигурности – k_n који је у функцији



Слика 13. Хомогенизација нивоа сигурности појединачних елемената пута приликом реконструкције разматране деонице (л. 4)
ОЗНАКЕ НА СЛИЦИ:

R_f – расположива прегледност, i_n – подужни нагиб, G_h – геометријска хомогеност пута, D_h – динамичка хомогеност пута, B – коловоз пута, b_{am} – бочне сметње, i_p – попречни нагиб коловоза, f – отпорност на клизање, рав. – равност коловоза, H/V S – хоризонтална и вертикална сигнализација, SO – саобраћајна опрема пута, O – осветљење, K – кривинска карактеристика, R – радијус, N_s – степен несигурности, DPN – друштвено прихватљив ниво несигурности пута

појединачних коефицијената – k_i где сваки од њих презентира утицај једног од елемената путних и саобраћајних услова на сигурност вожње (поглавље 3.7). Како је нерационално тежити "идеалној" вредности коефицијента $k_n = 1$, потребно је дефинисати оптималне границе k_n ($k_n \min$ – $k_n \max$) зависно од категорије пута и захтеваног нивоа сигурности, да би се омогућила флексибилнија примена наведеног поступка.

Утврђивањем оптималних граница k_n са становишта захтеваног нивоа сигурности могуће је дефинисати граничне вредности пројектних елемената, као и идентификовати критична места или потезе путне деонице у оквиру дијаграма укупног коефицијента несигурности (сл. 12) на којима је потребно предузимати одговарајуће нивое реконструкције.

На садашњем нивоу научно – истраживачких са знања, развоја информационих технологија и развоја уопште, возно – динамички критеријуми, за разлику од осталих, могу дати најпоузданије и егзактне резултате.

5. МЕТОДОЛОГИЈА ПРОЈЕКТОВАЊА РЕКОНСТРУКЦИЈА

Савремено пројектовање реконструкције путева је у суштини истраживачки процес и представља данас веома актуелну тему у свету с обзиром на ниво ризика саобраћајних незгода у односу на остале узроке смрти. За разлику од новопројектованих траса где се проблем сигурности решава по већ утврђеној методологији, код реконструкције постојеће путне мреже проблем је знатно комплекснији, где због одсуства адекватне методологије пројектовања реконструкције и једностраног приступа анализи проблема сигурности пута, догађа се да после изведене реконструкције број саобраћајних незгода порасте.

За повећање степена сигурности вожње на путевима неопходно је истовремено спроводити широк комплекс мера као што су:

- мере превентивне дефинисане законском регулативом,
- усавршавање конструктивних карактеристика возила, пре свега кочионог система а такође и опремање возила специјалним уређајима,
- едукација, обука и публицитет у вези са безбедношћу саобраћаја,
- побољшање стања путне мреже.

Како је проблем реконструкције постојеће путне мреже изузетно сложен и комплексан,

то је потребно дефинисати методе и поступке за пројектовање као резултат комплексне анализе свих узрока догађања саобраћајних незгода.

Основни кораци у процесу пројектовања реконструкције пута са становишта сигурности вожње су следећи (сл. 14):

- Идејни пројекат,
- Главни (Извођачки) пројекат,
- Архивски пројекат,
- Анализа "пре и после".

Фаза израде Генералног пројекта је изостала, из разлога што подручје разматране деонице у суштини представља коридор као резултат анализе Генералног пројекта, мада фаза израде Идејног пројекта у извесној мери обухвата и активности у оквиру Генералног пројекта.

Свака пројектна фаза дефинише се кроз три конзистентно усаглашена приказа:

- структурни дијаграм пројекта,
- опис активности,
- садржај пројекта.



Слика 14. Фазе пројектовања ванградских путева

У овом раду због идентичних активности Главног и Архивског пројекта реконструкције и новоградње биће презентирани само структурни дијаграми Идејног пројекта и Анализе "пре и после".

Структурни дијаграм дефинише положај сваке активности (графички приказ) ради лакшег успостављања међузвеза унутар исте или између различитих фаза.

– Идејни пројекат реконструкције је истраживачка фаза која обухвата широк дијапазон активности од саобраћајно – техничких анализа незгода, анализе постојећег стања односно утврђивања меродавних недостатака пута па све до дефинисања оптималне варијанте реконструкције при конкретним условима ограничења.

Полазне основе за израду Идејног пројекта су програмски услови проистекли на основу анализе

критичних деоница мреже, информација о безбедности саобраћаја и планских докумената као и информација о простору (квалитативних и квантитативних).

На основу детаљних техничких решења прорачунавају се показатељи вредности сваке разматране варијанте према унапред дефинисаним циљевима и критеријумима, а применом метода вредновања документовано утврђује оптимално решење. Основна размера Идејног пројекта је 1:2500 (1000), док је за раскрснице 1:1000 (500).

– Анализа "пре и после" у суштини представља контролну фазу у којој се дефинише стање безбедности саобраћаја пре и после реализованих мера реконструкције. У овој фази компарација укупних трошкова реконструкције и уштеда постигнутих редукцијом броја незгода указује на степен оправданости реализованих мера реконструкције.

У том смислу неопходно је формирати поуздане полазне податке који чине довољно велики узорак како би се могла извршити оцена ефеката интервенције неком од верификованих статистичких метода.

6. ЗАКЉУЧАК

Проблем повећања нивоа безбедности и организације саобраћаја на путевима предмет је посебне пажње у многим земљама, зависно од реалног окружења и нивоа развоја тих земаља.

Имајући у виду да је апсолутну сигурност војње могуће постићи само при потпуној аутоматизацији управљања возилима, потребно је истовремено спроводити широк комплекс мера чији се значајан део односи на елементе сложеност кибернетичког система возач – возило – околина.

Када је у питању путно инжењерство и активности које оно обухвата, као приоритетно се намеће унапређење методологије и технологије пројектовања путева кроз новелацију и увођење у праксу техничке регулативе (прописи, правилници, техничка упутства) из домена безбедности саобраћаја, побољшање технологије грађења, нарочито обезбеђивањем потребне равности, храпавости и услова за ефикасно одводњавање и очувањем тих квалитета у процесу експлоатације путева.

Ово подразумева и низ претходних акција, пре свега истраживачког карактера, које се односе пре свега на саобраћајно – техничку анализу незгода и успостављање статистичких веза између елемената пута и новоа (не)сигурности.

У методолошком погледу, у основи анализе сигурности војње могу се поставити два основна питања на које треба дати одговоре:

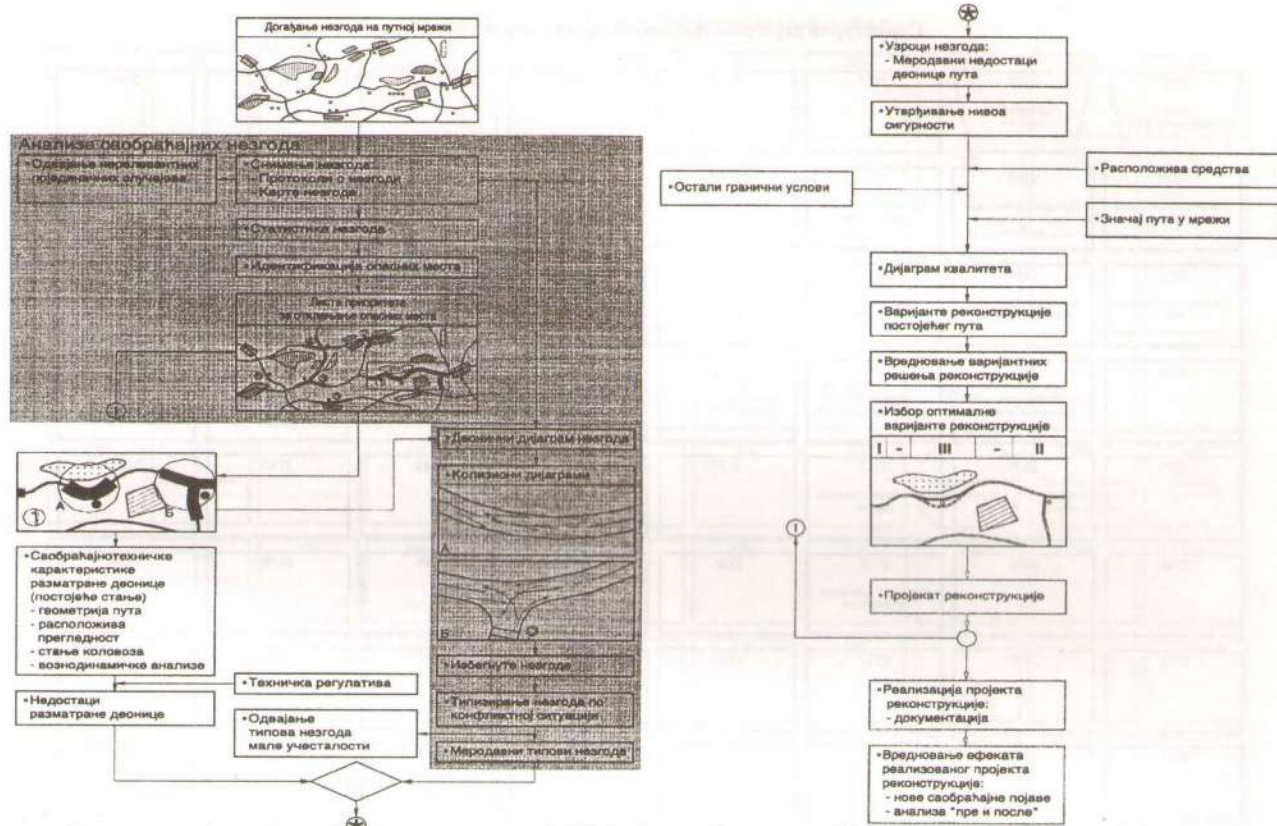
– **разјашњење незгода:** који су то узроци који доводе до догађања незгода;

– **спречавање незгода:** које мере треба предузети у циљу редукције учесталости и тежине незгода.

Да би презентирана методологија која је конципирана на наведеним поставкама, дала жељене ефекте, неопходно је поштовати следеће принципе:

– доследна примена оваквог приступа пројектовања има значајан утицај на крајње домете рекон-





Дијаграм тока реконструкције

Структурни дијаграм Идејног пројекта реконструкције

2011	2021	2031	2041	2051 Геометријска анализа деонице	2061 Оптички анализ	2071 Возно-динамичке анализе	2081 Анализа саобраћајних незгода
2012	2022	2032	2042 Регулатива (закони, прописи, стандарди)	2052 Попречни профил деоце	2062 Расположива прегледност	2072 Профил теоретске брзине у слободном току	2082 Статистика незгода
2013	2023	2033 Идентификација о опасних места (СИ-идентификација)	2043 Подаци о саобраћају	2053 Ситуациони план и дужи профил	2063 Претпостављена прегледност	2073 Усклађеност и компатибилност елемената тока пута	2083 Идентификација опасних места
2014 Стратегија утврђивања приоритета за отклањање опасних места на путној мрежи	2024 Задатак за израду Идејног пројекта	2034 Карте незгода	2044 Топографске издаци и аерофотограмметријска снимци	2054 Геометријска усклађеност тока пута	2064	2074 Профил реализоване брзине у слободном току	2084 Миродатни типови незгода
2015	2025	2035 Деоце дијаграми незгода	2045 Намена територије и услови заштите	2055	2065	2075	2085
2016	2026	2036 Колонизациони дијаграми	2046 Саобраћајна и техничка инфраструктура	2056	2066	2076	2086
2017	2027	2037	2047 Природни услови	2057	2067	2077	2087
2018	2028	2038	2048	2058	2068	2078	2088

Задатак 2.0

Анализа постојећег стања

Структурни дијаграм Идејног пројекта реконструкције

2091 Анализ одводњавања пута	2101 Саобраћајне анализе	2111	2121	2131	2141	2151	2161
2092 Анализ одводњавања површинских вода	2102 Пропуска међ и ниво услуга слободних деоница	2112 Нисиност коловозне конструкције	2122	2132	2142	2152	2162
2093 Систем одводњавања пута	2103 Пропуска међ и ниво услуга раскрсница	2113 Карактеристике коловозне површине	2123 Синтезни приказ постојећег стања	2133 Недостаци разматране деонице	2143 Ниво реконструкције деонице	2153 Програмски елементи за пројекат реконструкције (Q_{max} , N_U , V_{max} , V_d)	2163 Концепцијске основе за трасирање варијаната
2094	2104 Критична места (аутобуска стајалишта, прикључци локалних путева итд.)	2114 Ижоньерске конструкције и објекти	2124	2134 Уровни изотода (исходни недостаци пута)	2144	2154 Дијаграм квалитета	2164
2095	2105	2115 Саобраћајно-техничка опрема	2125	2135 Утврђивање нивоа сигурности	2145	2155	2165
2096	2106	2116 Контрола приступа и изградњивост	2126	2136	2146	2156	2166
2097	2107	2117	2127	2137	2147	2157	2167
2098	2108	2118	2128	2138	2148	2158	2168

Анализ постојећег стања

Пројектовање

Структурни дијаграм Идејног пројекта реконструкције

2171	2181	2191 Возно-динамичке анализе	2201 Оптичке анализе	2211 Хидролошке и хидрауличке анализе	2221 Саобраћајне анализе	2231 Анализе заштите животне средине	2241
2172	2182	2192 Резултујући профил пројектне брзине	2202 Захтева прегледност	2212 Анализ одводњавања површинских вода	2222 Ниво услуг слободних деоница	2232 Загађење вода и тла	2242 Карактеристични и критични попречни профили
2173 Гранични елементи плана и профила	2183 Варијанте реконструкције постојећег пута	2193 Усклађене и координисане елементи трасе пута	2203 Расположива и простија прегледност	2213 Идејни пројекат одводњавања	2223 Ниво услуге раскрсница (изворних вода доминантних)	2233 Загађење ваздуха	2243 Земљани радни и пратећи објекти
2174 Геоистријски и нормални попречни профили	2184 Геоистријско дефинисање трасе у плану и подужном профилу	2194 Профил брзине, потрошња горива, време путовања	2204 Визуелни однос пут - околина	2214	2224 Пројекти параметара сигурности	2234 Бука и вибрације	2244 Обим и распоред земаљних маса
2175	2185 Нумеричко дефинисање трасе пута	2195 Прорачун и димензионисање додатних трака	2205	2215	2225	2235 Утицај на нисну површину	2245 Коловозна конструкција
2176	2186 Ситуациони план и подужни профил	2196	2206	2216	2226	2236	2246 Ижоньерске конструкције и објекти
2177	2187 Идејни пројекат раскрсница	2197	2207	2217	2227	2237	2247 Сврхоста и саобраћајно-техничка опрема
2178	2188 Пратећи садржаји	2198	2208	2218	2228	2238	2248 Укупни обим радни

Пројектовање

Структурни дијаграм Идејног пројекта реконструкције

2251	2261	2271	2281	2291	2301	2311	2321	2331	2341	2351
2252	Трошкови реконструкције	2272	2282	2292	2302	2312	2322	2332	2342	2352
2253	Одржавање и управљање	2273	2283	2293	2303	2313	2323 Реализација и уградња Идејног пројекта	2333	2343	2353
2254	Експлуатација	2264	2274	2284	2294	2304	2314	2324	2334	2344
	Трошкови одржавања	Вредновале извршене послове реконструкције	Избор интериорне ватропаше	Програма изградње радња за Главни пројекат	Сагласност на Идејни пројекат	Конструкције Идејног пројекта (техн. проф. итд.)	Јавна презентација Идејног пројекта	Идејни пројекат (финални документација)	2344	2354
2255	Сигурност саобраћаја	2275	2285	2295	2305	2315	2325	2335	2345	2355
								Ступањ оправданости реконструкције	Задатак за истраживање радње за корисну Главни пројекта	Реализација задатка 2345
2256	Еколошке последице	2276	2286	2296	2306	2316	2326	2336	2346	2356
2257	Просторне последице	2277	2287	2297	2307	2317	2327	2337	2347	2357
2258	2268	2278	2288	2298	2308	2318	2328	2338	2348	2358

Пројектовање

Вредновање

Резултати и презентација Идејног пројекта

Задатак 3.0

Структурни дијаграм Анализе "пре и после"

5011	5021	5031	5041	5051	5061	5071	5081	5091
5012	5022	5032	5042	5052	5062	5072	5082	5092
		Испитивања и дизајнања извода (СИ-конструкција)		Трошкови реконструкције				
5013	5023	5033	5043	5053	5063	5073	5083	5093
		Карте извода		Трошкови експлоатације				
5014	5024	5034	5044	5054	5064	5074	5084	5094
Банк извода и извода (ИСПИТИС)	Задатак за вредновање и објекта реализације мера реконструкције	Десетина дијаграма извода	Плана о саобраћају	Трошкови одржавања	Времени период осматрања	Оправданост примењених мера реконструкције	Конструкције Анализе "пре и после"	Јавна презентација Анализе "пре и после"
5015	5025	5035	5045	5055	5065	5075	5085	5095
		Колонизациони дијаграми	Квантитативни, квалитативни, и квалитативни параметри	Сигурност саобраћаја	Укоређење са контролним доменом			
5016	5026	5036	5046	5056	5066	5076	5086	5096
		Статистика извода		Еколошке последице				
5017	5027	5037	5047	5057	5067	5077	5087	5097
		Идентификација планских места		Просторне последице				
5018	5028	5038	5048	5058	5068	5078	5088	5098
		Меродајни типови извода						

Задатак 5.0

Основе за Анализу "пре и после"

Вредновање

Презентација

струкције и експлоатације разматраног путног правца;

– изостављање појединих фаза пројектовања доноси маргиналне, а често пута и негативне ефекте у погледу сигурности вожње;

– интуитивно одлучивање мора бити замењено рационалним и документованим одлучивањем засновано на квантитативном вредновању нумеричких показатеља варијаната реконструкције;

– одлагање кључних одлука за следећу фазу пројектовања може довести до непоузданих и погрешних одлука;

– квантификована оцена веродостојности полазних услова за примену овог концепта, садржаја и резултата презентираних методологије указује се последњом фазом процеса пројектовања (Анализа "пре и после") у којој се указује на евентуалне неопходне модификације.

Изложена методологија пројектовања реконструкције ванградских путева са становишта сигурности вожње треба да да такве резултујуће параметре који ће бити у складу са ишчекивањима возача, а не да их приморавају да променом режима кретања врше компензацију недостатака пута и да преузимају одговорност и за своје, и за грешке осталих субјеката у случају догађања саобраћајних незгода.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Анђус, В.: Брзина вожње у функцији безбедности у саобраћају – брзина вожње у кривинама. Београд, Г.Ф./ИСГ, 1986, стр. 113.
- [2] Анђус, В., Малетин, М. и др.: Методологија пројектовања и израде инвестиционо-техничке документације ванградских путева – МПП 90. Београд, Г.Ф./КПА, 1989, стр. 318.
- [3] Анђус, В., Малетин, М.: Стандардни геометријски попречни профили ванградских путева "Пут и саобраћај", год. 39, бр. 1–4, 1993, стр. 16–25.
- [4] Анђус, В.: Човек као мера заштите животне средине у процесу пројектовања ванградских путева. Жабљак – ЈНСС, 1994, стр. 327–334.
- [5] Бабков, В. Ф.: Дорожные условия и безопасность движения. Москва, 1982, с. 285.
- [6] Brühning, E.: Traffic safety in Eastern and Western Europe at the Beginning of the Nineties – VTI Rapport 380A, Conference "Road Safety in Europe", Berlin, 1992, pp. 34–45.
- [7] Dietrich, K., Simon, M.: Sicherheit von Verkehrsanlagen, IVT-ETH, Zürich, 1984, s. 67–85..
- [8] Кнежевић, В.: Нека питања и проблеми безбедности саобраћаја на магистралној путној мрежи у СР Србији без покрајина, Међународна конференција о безбедности саобраћаја на путевима. Београд, 1981, стр. 933–967.
- [9] Koornstra, M. J.: Research and road safety in Europe – VTI Rapport 380A, Conference "Road safety in Europe", Berlin, 1992, pp. 5–21.
- [10] Köppel, G.: Mehr Sicherheit auf den Straßen – aus der Sicht des Straßenbauers – Zeitschrift für Verkehrssicherheit 34, Nr. 4, 1988, s. 166–177.
- [11] Костић, С.: Истраживање могућности и ефекат сигнализација безбедне брзине ван насељених места. "Докторска дисертација", С. Ф. – Београд, 1988, стр. 197.
- [12] Милошевић, С.: Теорије саобраћајних незгода, Београд, С. Ф. 1994, стр. 218.
- [13] Pigman, J. G., Agent, K. R., Zegeer, C. V.: Interstate Safety Improvement Program – Transportation Research Record 808, Washington, D. C. 1981, pp. 9–16.
- [14] Steffen, H., Lamm, R., Günther, A. K.: Sicherheitsüberprüfung im Straßenentwurf unter Anwendung komplexer EDV-Systeme – Strasse und Tiefbau, Nr. 10, 1992, s. 12–23.
- [15] Шибеник, Т.: Методологија идентификације опасних места на путевима, Међународна конференција о безбедности саобраћаја на путевима, Београд, 1981, стр. 739–754.
- [16] Жмавц, Ј.: Критерији за квантитативно вредновање карактеристичних својстава савремених возних површина, Београд, Институт за путеве, 1981, стр. 165.
- [17] Zegeer, C. V., Reinfurt, D. W. i др.: Safety Effects of Cross-Section Design for Two-Lane Roads – Transportation Research Record 1195, Washington, D. C. 1988, pp. 20–32.
- [18] Статистички годишњаци Југославије за 1977–1994. год. Београд, Завод за статистику.
- [19] Road Characteristics and Safety – Inrets Synthesis No 2, Arcueil, 1986.
- [20] Интегрисани информациони систем за путеве (ИИС-П) – пројектни задатак, Београд, Дирекција за путеве, 1992.

Принципи управљања квалитетом коловоза на нивоу мреже

Проф. др Вера Мијушковић, дипл. инж. грађ.
Саобраћајни факултет, Београд
Асист. мр Горан Младеновић, дипл. инж. грађ.
Грађевински факултет, Београд
Војислав Тодоровић, дипл. инж. грађ.
Институт ИМС, Београд

Стручни рад
УДК 625.8.002.2:656.11:006.83

РЕЗИМЕ

Унапређење друмског превоза у домену путева се заснива на унапређењу процеса производње основних материјала и производа за изградњу, унапређењу пројектних стандарда заснованом на свеобухватнијој анализи међусобних утицаја пута и окружења, као и на унапређењу метода оптимизације свих активности у циљу рационалног трошења расположивих средстава. Пошто се око 50% средстава намењених одржавању и обнови путева троши на коловозе, то се управљању коловозима поклања највећа пажња. У тексту је приказан модел анализе ефеката појединих стратегија обнове коловоза заснован на контролисаним нехомогеним ланцима Маркова, посебно погодним за симулацију стања на мрежи финансираној из веома неуједначеног буџета. Резултати неколико симулација указују да што је мањи расположиви буџет, то су веће релативне уштеде између појединих стратегија у поређењу са уштедама у односу на стратегију "не радити ништа".

УВОД

Примарни циљ побољшања квалитета коловоза путне или уличне мреже је снижавање транспортних трошкова. Најзначајнија средства којима се постиже то побољшање, наравно у оквиру могућности које пружа расположиви буџет, су ефикасна контрола квалитета (како основних материјала за градњу, тако и самог процеса изградње), као и одговарајући систем управљања. Пошто се ниво минималних стандарда квалитета у одређеном економском окружењу утврђује на основу истих принципа и истом методологијом којом се утврђују приоритети мера побољшања на мрежи, у овом раду пажња ће се усредсредити на системе управљања.

Постоји неколико дефиниција система управљања коловозима (СУК) од којих се овде представља само најкраћа: "СУК је скуп средстава или метода који може да помогне онима који доносе одговарајуће одлуке да пронађу стратегију изградње, вредновања и одржавања коловоза у употребљивом стању" (У овој дефиницији је појам "подвиг", који дословно значи снабдевање, пружање услуге, старање, преведен је са "изградња") [1]. СУК може да се употребљава независно, а може да представља и део неког општијег система за оптимизације вишег нивоа. Сваки СУК подразумева постојање банке пода-

така, модула за анализу којим се утврђује оптимално решење и повратног процеса који информације, добијене анализом стварних учинака, шаље у банку података. До данас је успостављен изузетно велики број СУК, који се међусобно разликују према обиму, врсти и тачности података у банци, према степену сложености метода анализе односно врсти и броју критеријума оптимизације, те према врсти и броју осматраних учинака (ефеката). Стога не можемо да очекујемо идентичне резултате у разним системима управљања. Приликом доношења одлуке о усвајању меродавног из низа расположивих система за неку мрежу треба да се води рачуна о њиховим индивидуалним одликама како би се изабрао систем који максимално води рачуна о посебним карактеристикама мреже и окружења у којима треба да делује.

У великом броју развијених земаља се често упозорава на негативне последице прикупљања превеликог броја података [2] што се дешава када је прикупљање аутоматизовано и приступачно. Код нас се подаци прикупљају спорадично, несистематски, а у појединим случајевима и неаутоматизовано, тако да и оно мало података којима се располаже не може да служи системима управљања на задовољавајући начин. Без детаљног увида у функционалне и конструктивне карактеристике постојеће коловозне конструкције, без увида у стварне трошкове експлоатације возила у актуелним условима структуре, старости и начина одржавања возног парка не може да се замисли ефикасно управљање квалитетом. Стога је успостављање информационог система на овом подручју и ажурно снимање стања од одлучујућег значаја.

Начин дефинисања стратегија и врста метода анализе [1] такође могу да утичу на резултате, т.ј. на меру у којој се усвојено решење приближава стварном оптимуму. И на крају, осим о буџетским, треба да се води рачуна и о другим врстама ограничења као што су расположиви капацитети грађевинске механизације и могућност узастопне примене појединих врста интервенција. Ова ограничења могу да се узму у обзир или начином дефинисања стратегија обнове или као ограничење у оквиру математичког модела. Зато ће се у даљем тексту само летимично размотрити начини дефинисања стратегија, а детаљније ће се размотрати методе анализе предложених интервенција.

СТРАТЕГИЈЕ ОБНОВЕ КОЛОВОЗА

Стратегија изражава скуп правила у алгоритамском облику који се користи у доношењу управљачких акција [3]. Стратегија суштински представља пут којим треба да се постигне зацртани циљ у складу са усвојеним критеријумима. У одржавању и обнови коловоза постоје два основна приступа дефинисању стратегија:

- (а) као пројект, односно програм интервенција и
- (б) као принцип према коме се бира редослед интервенција.

Који ће се облик применити зависи пре свега од усвојене методе анализе на основу које се врши избор стратегије.

Стратегије дефинисане као програми

Уколико се тражи оптимална дугорочна стратегија одржавања стања коловоза у прихватљивим оквирима за одређени пут или деоницу (ниво пројекта), треба да се одговори на питања *када и како* интервенисати. Кључне су дилеме:

- да ли приликом новоградње предвидети коловоз веома дугог века употребе (велике носивости), или изградити у првој фази коловоз мање носивости, а затим га ојачавати у складу са потребама саобраћаја?

- да ли је код постојећих коловоза економичније интервенисати док су оштећења још незнатна, или сачекати појаву већих оштећења па онда интервенисати дуготрајнијим мерама побољшања?

Најчешћи начин тражења одговора на ова питања је упоређење програма у којима се варирају временски размаци и интензитет интервенција. Примери таквог приступа могу бити следећи:

- **пресвлачење танким слојем** n_1 година након изградње, први пут, а затим сваких 3 до 5 година до краја пројектног периода;

- **ојачање слојем** у складу са прогнозираним саобраћајним оптерећењем n_2 година након изградње, први пут, а затим сваких 5 до 10 година до краја пројектног периода;

- **реконструкција** коловоза након n_3 година експлоатације уз појачано редовно одржавање током периода у коме су оштећења веома изражена.

Показало се да је пресвлачење танким слојем изузетно рентабилно и према тој логици коловоз би требало у недоглед обнављати искључиво на тај начин, мада се танким слојевима не повећава носивост већ се само донекле продужава радни век, тј. успорава пропадање. Како је неопходно да се обнавља и носивост, стратегија "прво–бољи" не може да се примењује у наведеном облику већ само комбиновано са повременим ојачањима. У рачунарским програмима намењеним избору оптималне стратегије је често аутоматски наметнуто ограничење броја узастопних примена танких слојева (2 или 3).

Друга могућност дефинисања стратегија те врсте је у зависности од стања коловоза, тј. у складу са усвојеним стандардима квалитета. На пример, пресвлачење (ојачање) слојем дебљине $d_{1(2)}$ када проценат површине захваћене пукотинама, или на неки други начин дефинисано стање коловоза, пре-

ђе граничну вредност одређену стандардима. Функције понашања коловоза, засноване на подацима о локалним условима климе и саобраћајног оптерећења и уграђене у моделе анализе, одређују временски интервал између будућих интервенција у оквиру дугорочног програма.

Стратегије дефинисане као принципи

У моделима анализе који разматрају путну мрежу у целини поставља се питање *где, када и како* интервенисати. Стога стратегије треба да одражавају разне принципе утврђивања редоследа интервенција. Могућности дефинисања стратегија на тај начин су следеће: приоритет имају деонице у одређеном стању, тј. *хеуристичко правило "прво–лоши"*, или *"прво–бољи"*. Уколико се не располаже подацима о стварном стању путне мреже може се применити и *хеуристичко правило "прво најстарији коловоз"*.

Многе земље заснивају своју политику финансирања у области путева на стандардима квалитета мреже у целини. Такви стандарди се дефинишу ограничавањем дела мреже чије су карактеристике испод утврђених граница квалитета.

У случају скоковитог развоја путне мреже може се десити да се претежни део мреже нађе у одређеној категорији. Ако би се у условима великих рестриција буџета стриктно примењивале стратегије које изражавају приоритет у зависности од стања, дошло би се у ситуацију да се неколико година врши само површинска обрада или само реконструкција. Може се чак догодити да расположиви капацитети појединих врста грађевинске оперативе не могу да задовоље потребе тако добијених програма радова. У таквим условима треба да се води рачуна о рационалној употреби расположивих грађевинских капацитета: примењује се стратегија, утврђена као најбоља оптимизацијом без ограничења до задатог (условљеног) обима радова, а остатак средстава се троши на остале врсте интервенција. Рационална употреба грађевинске оперативе може бити уграђена у процес оптимизације и на други начин. Као крајњи *циљ* се тражи такав однос дужина мреже у појединим категоријама стања, који изискује једнолике годишње количине појединих врста интервенција у комбинацији која тражи минимална улагања. Такав начин разматрања се обично заснива на истраживању стационарног стања хомогених ланаца Маркова, тачније на Белмановој формулацији проблема.

Све до сада наведене стратегије су биле засноване на утврђеном (фиксном) редоследу приоритета током целог пројектног периода. Оптимални избор у неком произвољном временском интервалу не зависи само од међусобног односа јединичних трошкова и трајности (века употребљивости) разних врста интервенција већ и од вероватноће да ће нека деоница у разматраном стању током тог интервала прећи у горе стање. Како су, у општем случају, те вероватноће променљиве, променљив је и оптимални редослед приоритета током пројектног периода. У моделима анализе који етапно утврђују оптимални редослед на основу тренутног стања мреже у узастопним временским пресецима, а према задатом

критеријуму, стратегије често носе име примарног критеријума. На пример, *стратегија инвеститора* подразумева улагање максимума средстава у радове, тј. пројекте, који у разматраној години највише доприносе повећању вредности мреже; *стратегија корисника* подразумева улагање максимума средстава у радове који у разматраној години највише доприносе смањењу трошкова експлоатације возила.

Могућности дефинисања стратегије су дакле у тесној вези са математичким моделом којим се описује процес пропадања и обнове коловоза на одређеној деоници или целој мрежи. Треба се ипак трудити да дефиниција буде што једноставнија да се компликованим математичким моделом не замагле одговори на основна питања – колико је потребно средстава да се постигне предвиђени квалитет путева, односно, како са расположивим, дакле ограниченим, средствима обезбедити највиши могући квалитет мреже.

МЕТОДЕ АНАЛИЗЕ

Избор најбоље стратегије којом се постижу задати циљеви у великој мери зависи од могућности разних метода анализе да обухвате и обраде велики број утицаја (параметара) значајних за понашање путева односно коловозних конструкција током века експлоатације и да вреднују активности са становишта низа критеријума које треба задовољити. Ове методе се међусобно разликују пре свега по степену сложености – од најједноставнијих, које утврђују приоритете на бази хеуристичког правила "прво–лоши" до анализа заснованих на савременим методама операционих истраживања. Могу се дакле категорисати према начину на који су обухваћене разне врсте критеријума и према степену сложености примењене методе анализе. У овом тексту ће се приказати само класификација према степену сложености.

Степен сложености анализе

Током развоја система управљања коловозима издвајају се три суштински различите категорије метода анализе у погледу тзв. софистицираности модела [1]:

- Анализа стања коловоза,
- Модели утврђивања приоритета, и
- Модели оптимизације на нивоу мреже.

У свакој од ових категорија се на посебан начин утврђује приоритет од најједноставнијег до сложених метода операционих истраживања.

Анализа стања коловоза представља само објективизану и формализовану логику избора приоритета која важи вековима. Састоји се из следећих корака:

- Утврђивање стања коловоза на целој мрежи,
- Рангирање деоница према степену оштећености израженом најчешће појединачним врстама оштећења,
- Препознавање скупа одговарајућих врста интервенција – стратегија обнове,
- Утврђивање потребних финансијских средстава за реализацију тих стратегија,

• Програми активности дефинисани на основу расположивог буџета и ранг листе приоритета.

Јединица осматрања, односно носилац карактеристика, је деоница.

Ранг листа приоритета се утврђује према хеуристичком правилу "прво–лоши", с тим што, осим стања коловоза, могу да буду уврштени и неки други критеријуми као што су величина саобраћаја, број саобраћајних незгода и сл. Пораст потреба за интервенцијама на путној мрежи истовремено са све већим рестрикцијама буџета за путеве приморали су управљаче да приказују и економску оправданост улагања у обнову мреже. Зато су ти системи углавном напуштени у погледу избора приоритета, задржани су само у делу утврђивања стања коловоза.

Модели утврђивања приоритета (рангирајући системи, агрегатни модели) се служе техникама за утврђивање економске оправданости пројеката новограђе. Састоје се из следећих корака:

- Утврђивање стања коловоза на целој мрежи,
- Прогноза понашања коловоза на деоницама током века употребе у складу са прогнозом саобраћаја,
- Утврђивање укупних трошкова појединих алтернативних стратегија на деоницама током века употребе,
- Избор најбоље алтернативе за сваку деоницу,
- Рангирање деоница према показатељима економске ефикасности најбољих алтернатива,
- Утврђивање потребних финансијских средстава за одржавање и обнову коловоза у пројектном периоду по годинама,
- Програми активности дефинисани на основу расположивог буџета и ранг листе приоритета.

Јединица осматрања, односно носилац карактеристика је деоница, а стратегије су изражене као програми радова. Критеријуми за утврђивање приоритета су мерила профитабилности – интерна стопа рентабилитета, нето садашња вредност, а уколико се ради о утврђивању стандарда квалитета, и маргиналне користи. У случају да расположива средства покривају потребе, оптимална стратегија одржавања и обнове мреже представља збир програма на нивоу пројеката – деоница током анализираног периода, а ако постоје велике разлике између потребних и расположивих средстава примењују се разне технике оптимизације. Укупни трошкови током века употребе у различитим земљама обухватају различит број ставки. Док се у Европи, Светској банци и земљама у развоју неизоставно убрајају и трошкови коришћења возила, у САД је још увек изражено мишљење да укључивање тих трошкова води веома скупим, скоро нереалним нивоима квалитета [4]. Скоро потпуни консензус је постигнут у погледу неопходности учешћа ових трошкова у стратешким и макро – разматрањима, док су за ниво пројекта мишљења подељена. Оваква разматрања могу, наравно, да се врше само у земљама где ниво издвајања средстава за обнову коловоза стварно зависи од резултата стручних анализа. Код нас ови резултати могу само да утичу на ефективност трошења расположивих средстава, док је њихов утицај на обим расположивих средстава занемарљив. Карактеристични представник ове категорије модела анализе је HDM-III. Утврђено, је

међутим, да оно што је најбоље за појединачне деонице не мора у збирном учинку да буде најбоље за мрежу у целини. Следећа карактеристика ових модела је да при веома великим буџетским ограничењима на избор може да утиче дужина деоница – велике дужине имају мање шансе за поправку. Уколико програме обнове дефинишу мање искусни стручњаци (руковање програмским пакетима се обично поверава млађима, вичним пре свега раду на рачунарима), може се десити да је изабрани програм само најмање лош од свих предложених, али ни близу оптималном. Из тих разлога су тражена решења у методама у којима ће стратегије бити дефинисане као принципи, а учинци било какве интервенције ће се разматрати само на нивоу мреже.

Модели оптимизације на нивоу мреже пружају могућност за симултано вредновање целокупне мреже коловоза [1]. Поступак се састоји из следећих корака:

- Утврђивање стања коловоза на целој мрежи,
- Прогноза понашања коловоза на деоницама током периода анализе у складу са прогнозом саобраћаја и датим климатским условима,
- Утврђивање оптималне стратегије на мрежи у условима неограниченог буџета,
- Идентификација пројеката,
- Утврђивање потребних финансијских средстава за одржавање и обнову коловоза у пројектном периоду по годинама,
- Програми активности дефинисани у оквиру расположивог буџета.

Све количине су изражене у процентима од укупне дужине мреже, а одговор на питање где треба интервенисати није дат као спецификација деоница, већ само као опис оног стања коловоза које има приоритет. Стратегије изражавају хеуристичка правила или примарни критеријум. Критеријуми оптимизације су најчешће изведени показатељи који посредно представљају и економске критеријуме. Будући да се ови системи односе на мрежу у целини и да дају уопштеније одговоре, њихова тачност је много мања, али су много флексибилнији и могу да обраде велики број разних стратегија у изузетно кратком року. Зато се претежно употребљавају за дефинисање дугорочне политике развоја и као прва итерација приликом избора стратегија обнове у детаљнијим моделима.

Може се извести закључак да за разне сврхе треба да се користе различити системи и да се они међусобно допуњују. Као у сваком поступку планирања и пројектовања, у првој фази треба утврдити генералне правце развоја на основу што већег броја критеријума, па на основу тога разрадити детаљне програме активности. У даљем излагању ће бити приказани резултати разматрања стратегија на концептуалном нивоу утврђени код нас. Други закључак који се намеће у вези са употребом постојећих система управљања је да их треба прилагодити сопственим потребама, посебно у сегменту функција понашања коловоза у локалним условима климе, технологије грађења и квалитета материјала. Прилагођавању може да се приступи само ако се располаже систематским и ажурним резултатима осматрања стања коловоза.

МОДЕЛ ОПТИМИЗАЦИЈЕ ПРИЛАГОЂЕН УСЛОВИМА НЕРАВНОМЕРНИХ УЛАГАЊА

ЖБОДЦ- = Модели оптимизације на нивоу мреже се најчешће заснивају на динамичком програмирању. У земљама са стабилним изворима финансирања, чија се путна мрежа развијала мање-више у складу са потребама, поникли су модели симулације пропадања коловоза засновани на хомогеним Марковским ланцима. За сваку комбинацију интервенција на сваком посебном типу коловоза и за сваку класу саобраћајног оптерећења формира се посебна матрица прелазних вероватноћа пропадања коловоза. Најбоља је она стратегија која у датим буџетским ограничењима најбрже преводи мрежу из утврђеног полазног стања у одлично стање. Други, много чешћи приступ сматра оптималним оно стационарно стање путне мреже (дакле уједначене годишње количине појединих врста активности) које захтева минималне трошкове одржавања, а неким изузетним финансијским средствима се мрежа током што краћег периода доводи у такво стационарно стање.

Такви хомогени модели не одговарају условима југословенских мрежа, било земаљских, било градских, где су се периоди нешто већих инвестиција смењивали са дужим периодима скоро потпуног одсуства финансијских средстава чак и за само рутинско одржавање. Раскорак између оптималног и актуелног стања је толики, да је много значајнији проблем како скратити период преласка у боље стање. Стога је на Саобраћајном факултету, у оквиру пројекта који је финансирало Министарство за науку и технологију, развијен модел анализе [5] заснован на контролисаним нехомогеним Марковским ланцима, у којима се на сваком кораку (у свакој разматраној години) утврђује оптимални скуп могућих интервенција у оквиру расположивог буџета. Мрежа је подељена у зависности од саобраћајног оптерећења на класе (индекс "к") и у оквиру сваке од њих на 4 основне категорије стања (одлично, добро, задовољавајуће и лоше). Стање коловоза на мрежи описује вектор стања α_k^i :

$$\alpha_k^i = [\alpha_{1,k}^i, \alpha_{2,k}^i, \alpha_{3,k}^i, \alpha_{4,k}^i] = [\alpha_{j,k}^i], \sum_{j=1}^4 \alpha_{j,k}^i = 1 \quad (1)$$

где је:

$\alpha_{j,k}^i$ – учешће дужине путева "j"-те категорије стања, "к"-те класе саобраћајног оптерећења, посматране године "i" у укупној дужини мреже.

Интензитет пропадања (преласка из посматраног у горе стање) коловоза на мрежи представљен је матрицом прелазних вероватноћа P_{0k}^i уз претпоставку да се током једне године стање неког сегмента пута не може променити за више од једне категорије. Елементи матрице $P_{j,k}^i$ представљају вероватноћу да ће неки сегмент пута у "i"-тој години остати у истој категорији стања. Ова вероватноћа за поједине врсте коловоза у датим околностима климе и саобраћајног оптерећења зависи од тренутне старосне структуре коловоза, па се на основу те структуре и процењује.

$$P_{0k}^i = \begin{bmatrix} p_{11,k}^i & 1-p_{11,k}^i & 0 & 0 \\ 0 & p_{22,k}^i & 1-p_{22,k}^i & 0 \\ 0 & 0 & p_{33,k}^i & 1-p_{33,k}^i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Обнова коловоза се врши помоћу три врсте интервенција:

– превођење из доброг ($j = 2$) у одлично ($j = 1$) стање пресвјачењем танким слојевима са јединичном ценом интервенције G_{21} ,

– превођење из задовољавајућег ($j = 3$) у одлично стање ојачањем са јединичном ценом интервенције G_{31} ,

– превођење из лошег ($j = 4$) у одлично стање реконструкцијом са јединичном ценом интервенције G_{41} .

Целовит процес пропадања и обнове коловоза може бити представљен матрицом P_k^i , а матрица процеса без интервенције P_{0k}^i је само њен посебан случај.

$$P_k^i = \begin{bmatrix} p_{11,k}^i & 1-p_{11,k}^i & 0 & 0 \\ a_{21,k}^i & p_{22,k}^i(1-a_{21,k}^i) & (1-p_{22,k}^i)(1-a_{21,k}^i) & 0 \\ a_{31,k}^i & 0 & p_{33,k}^i(1-a_{31,k}^i) & (1-p_{33,k}^i)(1-a_{31,k}^i) \\ a_{41,k}^i & 0 & 0 & 1-a_{41,k}^i \end{bmatrix}$$

$$\alpha_k^i = \alpha_k^0 \cdot P_k^1 \cdot P_k^2 \cdot \dots \cdot P_k^{i-1} \cdot P_k^i \quad (3)$$

где је a_{jk}^i онај део од укупне количине коловоза у стању "j" под саобраћајем категорије "к", који је у години "i" преведен из стања "j" у стање "1", т.ј., у одлично стање. Укупна количина средстава потребна да се у години "i" целокупна мрежа доведе у одлично стање, рачунајући да се све промене изврше на крају календарске године, назива се "заостајање" (Backlog) и једнака је збиру трошкова неизвршених радова у претходној години и трошкова поправке оних коловоза који су у тој истој години прешли у горе стање на путној мрежи укупне дужине L_k :

$$B_k^{i-1} = (\alpha_{2,k}^{i-1} \cdot G_{21,k} + \alpha_{3,k}^{i-1} \cdot G_{31,k} + \alpha_{4,k}^{i-1} \cdot G_{41,k}) \cdot L_k \quad (4)$$

Циљ управљачких активности је да се то заостајање у што краћем времену сведе на минимум, уз ограничење да количина радова у свакој години, односно њихови трошкови, остану у оквирима расположивог буџета b_k^i :

$$b_k^i \geq (a_{21,k}^i \cdot \alpha_{2,k}^{i-1} \cdot G_{21,k} + a_{31,k}^i \cdot \alpha_{3,k}^{i-1} \cdot G_{31,k} + a_{41,k}^i \cdot \alpha_{4,k}^{i-1} \cdot G_{41,k}) \cdot L_k \quad (5)$$

Редослед приоритета зависи од вредности фактора F за сваку врсту интервенција, тј. од величине односа g :

$$g = F(\max a_{21}) / F(\max a_{31})$$

$$F(\max a_{21}) = (G_{31,k}/G_{21,k}) - p_{22,k}^i \cdot [(G_{31,k}/G_{21,k}) - 1] > 1$$

$$F(\max a_{31}) = (G_{41,k}/G_{31,k}) - p_{33,k}^i \cdot [(G_{41,k}/G_{31,k}) - 1] > 1$$

$$F(\max a_{41}) = 1 \quad (6)$$

За $g > 1$ редослед превођења у одлично стање је: прво коловоз у добром стању, затим коловоз у задовољавајућем стању и на крају коловоз у лошем стању. За $g < 1$ редослед је: прво коловоз у задовољавајућем стању, затим коловоз у добром стању и на крају коловоз у лошем стању. Чињеница да је $F(\max a_4) = 1$ значи да стратегија "прво лоши" не може никад да буде најбоља, што је логична последица односа цена појединих врста интервенција – приоритетно треба заштитити коловоз у употребљивом стању, свако одлагање води већим трошковима обнове.

Други циљ је да се трошкови употребе возила сведе на минимум уз напред наведена ограничења. Очекивало се да ће овај критеријум захтевати другачију стратегију. Редослед приоритета одређују величине фактора $V(\max a_j)$.

$$V(\max a_{21}) = \frac{Q_k^i}{G_{21,k}^i} \cdot (T_{4k} - T_{1k}) \cdot \left(\frac{T_{3k} - T_{1k}}{T_{4k} - T_{1k}} - p_{22,k}^i \cdot \frac{T_{3k} - T_{2k}}{T_{4k} - T_{1k}} \right) \quad (7)$$

$$V(\max a_{31}) = \frac{Q_k^i}{G_{31,k}^i} \cdot (T_{4k} - T_{1k}) \cdot \left(1 - p_{33,k}^i \cdot \frac{T_{4k} - T_{3k}}{T_{4k} - T_{1k}} \right)$$

$$V(\max a_{41}) = \frac{Q_k^i}{G_{41,k}^i} \cdot (T_{4k} - T_{1k})$$

где су:

T_{jk} – трошкови корисника на путу у стању "j",

Q_k^i – ПГС у класи "к" у години "i".

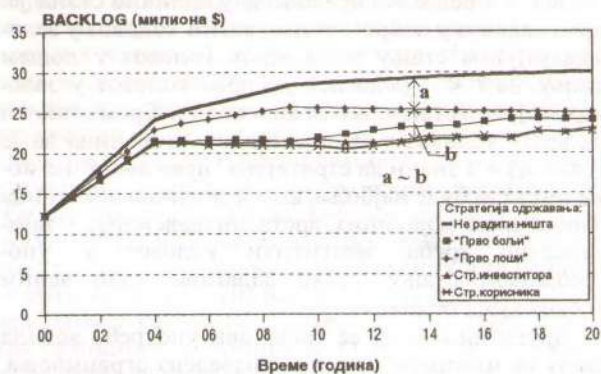
Део мреже у стању за које је величина тог фактора максимална има први приоритет. То значи да теоријски према овом критеријуму обнова коловоза у било коме стању може да има први приоритет у зависности од величине саобраћаја, вероватноће да коловоз остане у разматраном периоду у истој категорији стања, односа јединичних трошкова употребе возила на коловозима различите равности и од јединичних грађевинских трошкова обнове коловоза. Резултати међутим показују да је, за разматрани распон цена горива и одржавања возила, редослед активности веома близак стратегији инвеститора.

РЕЗУЛТАТИ И ЗАКЉУЧЦИ

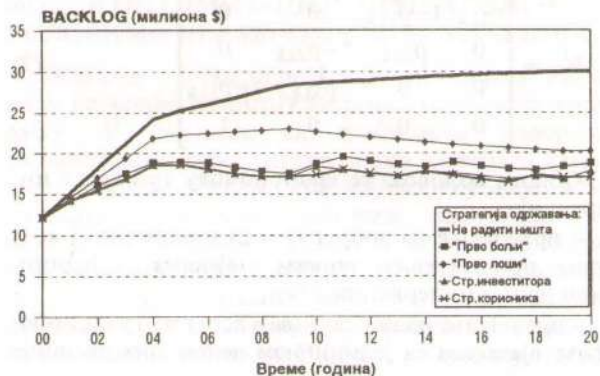
Резултати анализе изведене за узорак путне мреже укупне дужине 250 km са три различита нивоа буџета и три различита полазна стања мреже приказани су на сликама 1 до 6.

А. На сликама 1 и 2 приказана је функција тзв. заостајања (backlog) при малом и великом буџету. Циљ управљања је да се заостајање сведе на нулу. Веома је уочљиво да су пропорционалне уштеде применом стратегија са оптимизацијом у односу на најгору много значајније при малом буџету него при великом. Овакви резултати се добијају за било какво полазно стање мреже.

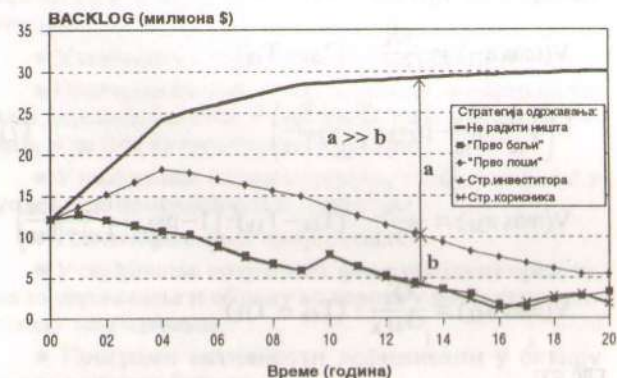
Б. На сликама 3, 4 и 5 приказана је иста функција за хипотетично веома лоше и веома добро полазно стање мреже, као и за реално стање из базе података



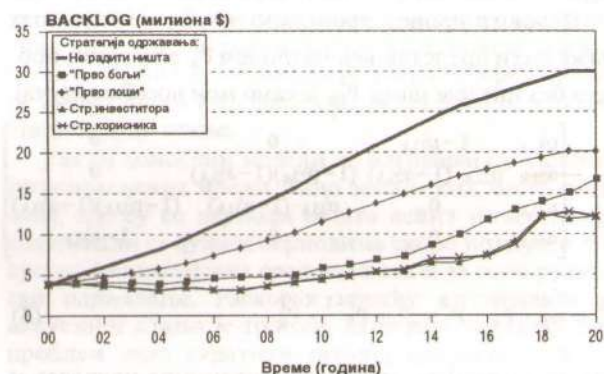
Слика 1. Функција BACKLOG за годишњи буџет од 1200 \$/km



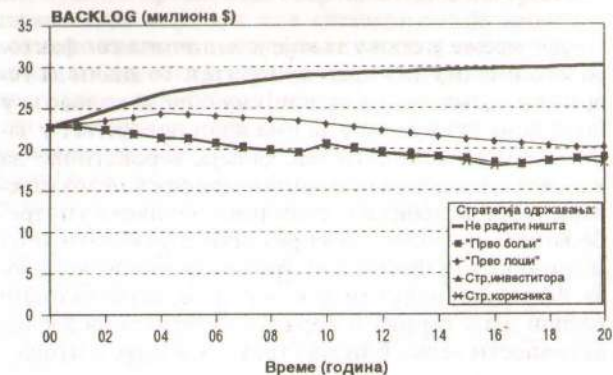
Слика 4. Функција BACKLOG за годишњи буџет од 2400 \$/km и за стварно стање путне мреже у Србији



Слика 2. Функција BACKLOG за годишњи буџет од 6000 \$/km



Слика 5. Функција BACKLOG за годишњи буџет од 2400 \$/km и за мрежу у добром стању (65% одличних, 20% добрих, 10% задовољавајућих и 5% лоших коловоза)



Слика 3. Функција BACKLOG за годишњи буџет од 2400 \$/km и за мрежу у лошем стању (5% одличних, 10% добрих, 20% задовољавајућих и 65% лоших коловоза)



Слика 6. Функција BACKLOG за годишњи буџет од 2400 \$/km и за стварно стање мреже у Србији

за Србију (без Војводине и Косова). Може се приметити да су код веома лошег хипотетичког полазног стања ефекти стратегија "инвеститора" и "корисника" веома блиски стратегији "прво бољи" и да што је полазно стање мреже боље примена стратегија са оптимизацијом даје све боље резултате.

В. Значајан закључак који се може извести из слика 4 и 6 јесте да су ефекти најбољих стратегија са становишта инвеститора и корисника веома блиски, тј., да су њихове међусобне разлике испод нивоа тачности модела.

Која је употребна вредност изложене методе и закључака? Конкретан резултат представљају годишње количине појединих врста радова изражених у m^3 или m^3 у оквиру задатог буџета. Будући да је метода веома флексибилна, могуће је обрадити велики број алтернативних стратегија за различите висине буџета без много напора, тако да је веома погодна за дугорочне анализе. Усвајајући одређену стратегију управљач бира деонице које треба обновити у границама задатих количина радова и са тако дефинисаним програмом улази у детаљније

моделе са већом тачношћу. Испитивања показују да је искоришћеност расположивих средстава тако дефинисаним програмима много већа, него нпр. уклапањем у буџет преко Expenditure Budgeting модела [6]. У свету се увелико практикује примена различитих модела за дугорочно, средњорочно и краткорочно планирање (САД и Финска међу првима), те је време да се такав систем усвоји и код нас, поготово имајући у виду закључак А.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] AASHTO Guidelines for Pavement Management Systems, AASHTO, Washington, D.C., 1990.
- [2] NCHRP Synthesis 203: Current Practices in Determining Pavement Condition, TRB, National Academy Press, Washington, D.C., 1994.
- [3] Губеринић, С., Матејић, В., Микић, О., Петровић, Р.: Системи; Управљање системима; Системске дисциплине, технике и методе. Институт "Михајло Пупин", Београд, 1970.
- [4] Ullidtz, P., Kulkarni, R.B.: User Versus Agency Costs, Third International Conference on Managing Pavements, Volume 3, pp 60, Workshop Session 10, TRB, National Academy Press, Washington, D.C., 1995.
- [5] Mijušković, V., Banjević, D., Mladenović, G.: Impact of Different Economic Criteria in Pavement Management Systems, Transportation Research Record No 1455, TRB, National Academy Press, Washington, D.C., 1994. pp.178-187.
- [6] Mijušković, V., Mladenović, G.: Harmonization of Project and Network - Level Optimization Criteria in Pavement Management Systems, 2nd National Conference on Asphaltic Mixtures and Pavements, Highway Engineering Laboratory at University of Thessaloniki, Solun, 1996, pp. 639-653.



ДЕОНИЧКО ДРУШТВО ВОЈВОДИНАПУТ

21000 Нови Сад, Јована Ђорђевића бр. 2/3
Телефони: централа 021/56-988
Генерални директор 56-108, 56-677; Факс 021/56-195
Технички сектор 57-704; Финансијски сектор 56-989
Комерцијални сектор 56-677; Општи сектор 56-990.

"ВОЈВОДИНАПУТ", ДД предузеће за изградњу и одржавање путева, аутопутева и свих путних објеката, бави се следећим:

- изградња, реконструкција, одржавање путева и аутопутева, тунела, улица, скверова, путних и аутопутских мостова и других путних објеката;
- производња песка, шљунка и агрегата и њихов транспорт;
- дробљење материјала (укључујући и кречњак) у сопственом каменолому и производња ивичњака и других профила;
- пројектовања путева и путних објеката;
- геодетски радови;
- геомеханичка испитивања, претходна и контролна испитивања асфалта и бетона;

- производња и постављање хоризонталне и вертикалне сигнализације.

"ВОЈВОДИНАПУТ" ДД предузеће регистровано је за обављање радова у земљи и иностранству.

"ВОЈВОДИНАПУТ" има пословне односе са Војвођанском банком ДД, Нови Сад, Југобанком ДД Београд, Панонском банком ДД Нови Сад, Беобанком, Главном филијалом и Привредном банком Панчево.

ДД "ВОЈВОДИНАПУТ" сарађује са следећим кооперантима:

- ГДП "Мостоградња", Београд
- ГДП "Канал", Нови Сад
- ДП "Херој Пинки", Нови Сад

ДРУШТВА У САСТАВУ Д.Д. "ВОЈВОДИНАПУТ":

Д.Д. "ВОЈВОДИНАПУТ-БАЧКАПУТ"
Нови Сад, Ј. Ђорђевића 2/1, тел.: 021/56-933
А.Д. "ВОЈВОДИНАПУТ"
Суботица, Ђ. Ђаковића 10, тел.: 024/25-759
Д.Д. "ВОЈВОДИНАПУТ-ЗРЕЊАНИН"
Зрењанин, Ж. Зрењанина 75, тел.: 023/36-249
Д.Д. ВОЈВОДИНАПУТ-ПАНЧЕВО
Панчево, Ж. Зрењанина 12-15, тел.: 013/45-812
Д.Д. "ВОЈВОДИНАПУТ-СРЕМПУТ"
Рума, Трг ослобођења 12, тел.: 022/424-108
Д.П. "РУДНИЦИ НЕМЕТАЛА", РАКОВАЦ
Нови Сад, Ј. Ђорђевића 2/1, тел.: 021/57-428
Д.Д. "ЗАВОД ЗА ПУТЕВЕ, МОСТОВЕ И
САОБРАЋАЈ ВОЈВОДИНЕ"
Нови Сад, Ј. Ђорђевића 2, тел.: 021/57-625
Д.Д. "БОЈА"
Сомбор, Б. Кидрича 16, тел.: 025/36-172



Нова метода прорачуна агресивности и еквивалентног саобраћајног оптерећења коловозних конструкција

Проф. др Зоран Радојковић, дипл. инг. грађ.
Факултет техничких наука, Нови Сад

Научни рад
УДК 625.8.033.3:624.042.3

РЕЗИМЕ

Као резултат прве фазе истраживања у области коловозних конструкција која се спроводе у научноистраживачком пројекту "Истраживања у области саобраћајница" предлаже се нова, тачна, метода прорачуна укупног броја еквивалентних референтних осовина N_e и коефицијента агресивности KA било ког, конкретног, саобраћајног оптерећења за анализу и димензионисање свих типова коловозних конструкција. Предлаже се и општа методологија прорачуна коефицијента агресивности саобраћајног оптерећења на путној мрежи СР Југославије.

1. УВОД

Нова метода прорачуна еквивалентног саобраћајног оптерећења коловозних конструкција, заснована на појму агресивности осовина је коначни резултат првог дела истраживања која се у оквиру научноистраживачког пројекта "Истраживања у области саобраћајница" спроводе у области коловозних конструкција. [1, 2] Закључци до сада објављених истраживања показали су да се поступак срачунавања укупног еквивалентног саобраћајног оптерећења дефинисан у стандарду ЈУС.У.Ц4.010, због константне вредности експоната $\alpha = 4$ у изразу којим се дефинише еквивалентност утицаја тежина осовина не може применити у теоријским анализама и димензионисању свих типова коловозних конструкција. Због тога што у поменутом стандарду нису дефинисане и нове врсте возила, конфигурације и тежине осовина, одређене "хармонизованим", новим европским нормама, његова примена је ограничена и у емпијским методама димензионисања. [3,4] Основ нове, тачне, методе срачунавања укупног броја еквивалентних осовина у пројектном периоду наћен је у дефинисању агресивности осовина, засноване на поштовању основних законитости механике коловозних конструкција и у доследном тумачењу познатих закона замора свих врста путно грађевинских материјала, под типичним утицајима саобраћајног оптерећења на путевима у експлоатацији. Истраживања су показала да се агресивност осовина тешких теретних возила изводи из познавања јединичних оштећења изазваног прелазом осовине било које тежине. Наиме, када се располаже срачунатим подацима о величини напона (σ_T) или деформације и (ϵ_T) у носећем слоју и деформацијом (ϵ_z) у постељици било које коловозне конструкције, као последице утицаја било ког осовинског оптере-

ћења, може се, у складу са Минеровим правилом, срачунати број циклуса његовог понављања који ће довести до лома (N_T или N_z) и из њега срачунати оштећење дефинисано као:

$$D_T = 1/N_T, \text{ односно } D_z = 1/N_z [5,6,7]$$

Појам агресивности осовина се, потом заснива на релативном оштећењу, када се постави захтев за поређењем једне осовине према другој [7,8,9]. Агресивност референтне осовине је, тада једнака јединици. Пракса свих земаља, за разлику од наше, је да се за референтну осовину бира она која одговара највећој дозвољеној тежини. За такву референтну осовину се могу, такође, срачунати вредности оштећења (d_T) и (d_z) носећег слоја и постељице. За произвољну осовину коју карактеришу вредности оштећења (D_T) и (D_z) може се, онда, написати однос:

$$Y_T = D_T/d_T, \text{ односно } Y_Z = D_z/d_z.$$

Будући да једно тешко теретно возила има више врста осовина различитих конфигурација и тежина, на сличан начин, као за једну осовину, може се изразити и агресивност било ког возила у односу на изабрано, референтно. При томе се ради о прихватању релативних односа који постоје међу њима. Агресивност једног тешког теретног возила може бити одређена сумирајући, у првом кораку, агресивности (Y_i) различитих осовина или група осовина (ΣY_i) и другом, делећи, добијени резултат сумом агресивности осовина референтног возила ($Y_1 + Y_2$). На тај начин агресивност било ког тешког теретног возила се дефинише изразом:

$$\theta = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{Y_1 + Y_2}$$

Израз омогућава поређење оштећења коловозне конструкције при једном пролазу тешког теретног возила, у односу на оштећење референтног возила.

Резултати обављених истраживања су међутим, показали да се агресивност осовина или возила не може сматрати апсолутном вредношћу односа појединих осовина, јер ће тај однос битно зависити од типа коловозне конструкције, односно од врсте материјала и њихових законитости понашања на замор. Засноване на закону замора асфалтних материјала ($\alpha = 4$) одредбе стандарда ЈУС У.Ц4.010 ограничавају његову исправну примену једино на асфалтне коловозне конструкције (релативно танки асфалтни слојеви положени на невезани носећи слој) и свим другим случајевима доводе до нетачног

прорачуна. То значи да резултати прорачуна укупног еквивалентног саобраћајног оптерећења по стандарду ЈУС У.Ц4.010 нису тачни и применљиви за срачунавање полукрутих (*танки асфалтни слојеви на носећим слојевима везаним хидрауличним везивима*), мешовитих (*дебели асфалтни слојеви на носећим слојевима стабилизованим хидрауличним везивима*) и крутих (*цемент бетонских*) коловозних конструкција како то стандард ЈУС У.Е3.020 (*Технички услови за израду бетонског коловоза*) изричито налаже.[4,10,11]

2. МЕТОДОЛОГИЈА ПРОРАЧУНА АГРЕСИВНОСТИ

Када се располаже поузданим подацима о агресивности возила или појединих осовина на свим типовима коловозних конструкција, поступак срачунавања укупног броја еквивалентног саобраћајног оптерећења своди се на решавање једноставног израза:

$$N_e = N \times K_A$$

у коме су:

- број тешких теретних возила у целокупном пројектном периоду експлоатације
- K_A , средња агресивност тешких теретних возила у односу на референтну осовину.

Међутим, овакав тачан и једноставан прорачун могуће је обавити тек након прецизног познавања и средње агресивности тешких теретних возила у односу на референтну осовину (K_A). Сталним праћењем саобраћајног оптерећења, тежина осовина и броја возила на сваком репрезентативном типу коловозних конструкција, путне администрације у многим земљама имају тачан увид у његову тренутну вредност и историјске промене. На изучене и поуздане вредности коефицијента агресивности (K_A), зависно од врсте коловозне конструкције, пројектант се упућује посебним техничким документима. Из објављених резултата о вредностима коефицијента (K_A) се може запазити да је еквиваленција тешког теретног возила у европским земљама прилично стабилна у времену, и да чак има тенденцију лаког опадања вредности. У периодима знатног раста обима саобраћајног оптерећења (до 1980. године), агресивност је паралелно расла, да би у периоду, све до ових дана бележена њена стагнација или чак опадање. У случајевима, дакле, таквог прецизног познавања вредности коефицијента агресивности тешких теретних возила његова вредност може бити добијена из статистичких показатеља путних администрација.

Будући да не располажемо никаквим информацијама о агресивности саобраћајног оптерећења на типичним коловозним конструкцијама наше путне мреже овакав једноставан приступ срачунавању укупног еквивалентног саобраћајног оптерећења, уз коришћење вредности (K_A) какве се објављују у иностранству, не може се у овом моменту препоручити. Разлози се налазе у различитој структури саобраћајног оптерећења (*силуете возила, конфигурација и тежине осовина*), различитим врстама и дебљинама коловозних конструкција, а

понајвише у различитом избору референтних (стандардних) осовина.

Пут ка срачунавању коефицијента агресивности саобраћајног оптерећења на коловозним конструкцијама путева у СР Југославији, који би се успешно користио у оваквим прорачунима, морао би водити ка срачунавању агресивности појединих категорија осовина или возила (θ) на свим типовима коловозних конструкција који се већ изграђени (*или ће се пројектовати*) и статистички најчешћим саставима, дебљинама својева и квалитетима материјала. Захваљујући бази података о изграђеним коловозним конструкцијама и њеној интерпретацији објављених, такође, као један од резултата поменутог научноистраживачког пројекта, створена је основна информација о доминантним врстама коловозних конструкција и просечним дебљинама њихових слојева, што би се у даљем истраживању могло успешно користити [2].

На тако изабраним репрезентативним врстама коловозних конструкција било би потребно срачунати агресивност различитих осовина или група осовина (Y) на свим репрезентативним типовима коловозних конструкција, а потом из тога извести агресивност тешких теретних возила. (θ) за изабрану референтну осовину. За овај прорачун би било потребно, претходно, дефинисати све силуете тешких теретних возила и све врсте њихових осовина које се могу наћи (*или се очекују*) на нашим путевима [12]. Узимајући у обзир и европска возила и достигнути напредак у индустрији тешких моторних возила списак могућих осовина био би знатно проширен у односу на постојећи (*одређен стандардом ЈУС У.С4.010*) и морао би садржати следеће:

- једнострука осовина са по једним точком,
- једнострука осовина са по једним точком и широким пнеуматичима,
- једнострука осовина са по два точка,
- двострука осовина са по два точка (размак осовина 135 цм),
- трострука осовина са по једним точком (размак осовина 135 цм),
- трострука осовина са по једним точком и широким пнеуматичима (размак осовина 135 цм),
- трострука осовина са по два точка (размак осовина 135 цм).

Будући да ће вредност (Y) веома много зависити од типа коловозне конструкције, било би потребно увести параметар агресивности (y), који ће синтетизовати све срачунате вредности (Y_i) на различитим типовима конструкција. За вредност (y) се потом може изабрати највећа срачуната вредност (Y_i), тако што ће се поштовати захтев да је

$$y = \max Y_i$$

Агресивност тешког теретног возила би се срачунала потом, за сваки тип конструкције, према показаним изразима. Будући да би се и у овом случају, као код осовина, агресивност (θ) веома много разликовала код сваке врсте коловозне конструкције, поступило би се на исти начин, прихватајући да је репрезентативна агресивност тешког теретног возила (θ)

$$\phi = \text{Max}(\theta)$$

Циљ резултата ових истраживања био би мотивисан потребом познавања, до сада непознате, агресивности осовина или тешких теретних возила на сваком типу коловозне конструкције у нашој земљи, што би се, као објективна вредност, могло користити у прорачунима еквивалентног саобраћајног оптерећења.

Међутим, с обзиром на претпостављени обим и дуготрајност истраживања и већ уочено кашњење у практичном решавању овог проблема, истраживања у овом пројекту су показала да је, поштујући изворне принципе и законитости механике коловозних конструкција могуће доћи до практичне методе срачунавања агресивности било ког, конкретног, саобраћајног оптерећења, односно до његовог укупног броја еквивалентних осовина у пројектном периоду.

За такав поступак, који би се истовремено обезбедило познавање и коефицијента агресивности предлага се следећа практична метода.

3. НОВА МЕТОДА ПРОРАЧУНА

3.1. Теоријске основе

Показано је већ да се јединично оштећење може изразити као:

$$D = \frac{1}{N} \quad (1)$$

где је:

– дозвољени број прелаза оптерећења.

За везане материјале који се налазе у коловозној конструкцији, закон замора којим се може срачунаати број N , за неко осовинско оптерећење P се, такође, може дефинисати изразом:

$$\log \varepsilon = \log \varepsilon_0 - b \log N \quad (2)$$

односно, за референтно оптерећење:

$$\log \sigma = \log \sigma_0 - b \log n$$

Из ова два израза се може извести да је:

$$\frac{1}{N} = \frac{1}{n} (\varepsilon/\sigma)^{1/b}, \text{ или } Dt = dt (\varepsilon/\sigma)^{1/b} \quad (3)$$

Овај израз је тачан само за једноструке осовине, док код двоструких и троструких осовина треба водити рачуна о суперпозицији утицаја елементарних осовина.

Истраживања Реугопп-а и Carof-а [7,13] показала су да је могуће, узимајући законитости добијене током AASHO теста, трансформисати израз (3) у облик:

$$Dt = dt \left(\frac{P}{P_0} \right)^{1/b}$$

Ови истраживачи запажају да је ова трансформација могућа увек када су напрезања у конструкцији пропорционална оптерећењу, што је у основи тачно када је:

- коловозна конструкција довољно крута,
- када се ради о носећим, а не толико о хабајућим слојевима.

Подсећајући, потом, да модели Hoog-а и Westergaarda показују да се може написати (дим и докторат):

$$\sigma = P/h^2 \times F (E_1/E_2 h^3/a^3) \quad (4)$$

(F је променљива функција, зависна од врсте оптерећења и типа коловозне конструкције), Реугоппе и Carof су, захваљујући изразу (4) који објашњава пропорционалност напрезања и тежина осовина, приближили изразе (3) и (4) пишући:

$$Dt = dt \left(\frac{P}{P_0} \right)^{1/b} \quad (5)$$

Израз (5) се може, коначно, користити као основ за срачунавање агресивности једноструких осовина, при чему се очигледно види и значај количника $1/b$ односно нагиба криве замора, различите за сваку поједину врсту материјала. Подсећамо да је $1/b = 5 - 4$ за све материјале везане битуменом, односно 12 за све материјале везане хидрауличким везивима. За мешовите коловозне конструкције $1/b = 8$ (што се може објаснити њиховим "средњим" механичким понашањем у односу на две претходне).

За двоструке и троструке осовине, на основу истраживања ових аутора треба користити израз:

$$Dt = dt \left(\frac{P}{P_0} \right)^{1/b} K \quad (6)$$

у коме (K) представља ефект суперпозиције оптерећења у сложеним осовинама, различит за конструкције различите крутости и различитог међусобног осовинског размака. Овде се уводи претпоставка да се у случају двоструких осовина њихова укупна тежина подједнако распоређује на поједине осовине ($P/2$ на сваку). На исти начин, за случај троструких осовина се претпоставља да је свака поједина осовина подвргнута трећини укупног оптерећења ($P/3$).

Ова истраживања су указала и на могућност срачунавања агресивности било ког саобраћајног оптерећења које би било изражено бројем еквивалентних стандардних осовина и то било који тип коловозне конструкције. Полазећи од чињенице да је коловозна конструкција у свом животном веку изложена утицајима различитих тежина осовина у различитим годишњим периодима, ови аутори сматрају да је погодно користити законитост која омогућава срачунавање елементарних оштећења сваке од тих осовина, те да се та оштећења могу превести на број еквивалентних стандардних осовина (n) које ће бити репрезентативне за замор конструкције.

У том циљу је коришћен основни закон Minner-а који се може написати у облику:

$$\sum n_i D_i = 1$$

у коме су

- D_i , елементарна оштећења различитих тежина осовина P_i ;
- n_i , број понављања осовина Питомом пројектованог животног века.

Уколико се у горњем изразу оштећење D_i замени са:

$$D_i = d \left(\frac{P_i}{P_0} \right)^{1/b}, \text{ за једноструке осовине, односно}$$

$$D_j = d \left(\frac{P_j}{P_0} \right)^{1/b} K, \text{ за двоструке и троструке осовине}$$

где "d" представља оштећење једноструке изабране стандардне осовине P_0 , може се показати да се лом конструкције догађа када је испуњен услов:

$$\sum_i n_i d \left(\frac{P_i}{P_0} \right)^{1/b} + \sum_j w_j d K \left(\frac{P_j}{P_0} \right)^{1/b} = 1$$

Одавде се може добити еквивалентни број (n_{ek}) стандардних осовина P_0 , као збир свих једноструких и вишеструких осовина:

$$n_{ek} = \frac{1}{d} = \sum_i n_i \left(\frac{P_i}{P_0} \right)^{1/b} + K \sum_j w_j \left(\frac{P_j}{P_0} \right)^{1/b}$$

Еквивалентни број (референтних) стандардних осовина може се, дакле, срачунати приказаним изразом, за шта је потребно познавати хистограм очекиваних врста и тежина осовина у пројектном периоду експлоатације.

Срачунавањем агресивности једноструких осовина (e_1), а потом и вишеструких (e_l) према изразима

$$e_1 = \sum_i n_i \left(\frac{P_i}{P_0} \right)^{1/b} \text{ за једноструке, односно}$$

$$e_l = K \sum_j n_j \left(\frac{P_j}{P_0} \right)^{1/b} \text{ за вишеструке осовине}$$

средња агресивност једног тешког теретног возила може се добити као:

$$e = n_1 e_1 + n_l e_l$$

наравно, водећи рачуна о врсти коловозне конструкције, односно о материјалима од којих су њени слојеви изграђени и њихових карактеристикама замора (нагиб криве замора $1/b$).

Показани резултати теоријских истраживања омогућавају формулисање релативно једноставне, а тачне практичне методе срачунавања коефицијента агресивности КА било ког, конкретног, саобраћајног оптерећења, било на којој врсти коловозне конструкције, а самим тим и тачан број еквивалентних стандардних осовина N_e који се може поуздано користити у теоријским анализама и димензионисању коловозних конструкција.

3.2. Практични поступак

На темељу резултата показаних истраживања, јасно је да се број еквивалентних стандардних осовина неког реалног саобраћајног оптерећења (N_e) функција:

- обима саобраћаја у почетној години експлоатације и његове стопе раста у пројектном периоду анализе (ова стопа у димензионисању коловозних конструкција не мора бити увек иста са оном која се добија саобраћајним анализама),

- састав саобраћајног оптерећења (дистрибуција врста и тежина осовина тешких теретних возила),

- типа коловозне конструкције и врсте материјала у носећим слојевима (за једно исто оптерећење вредности напона и деформација на појединим нивоима слојева конструкције битно зависна од типа конструкције, те да су, на крају, оштећења у носећим слојевима под тим оптерећењем битно зависна од врсте материјала што све доводи до тога да исто оптерећење не изазива једнаке утицаје на конструкцијама са неvezаним или vezаним слојевима).

У практичном поступку прорачуна треба поћи од основног израза којим се дефинише агресивност осовина

$$A = K \left(\frac{P}{P_0} \right)^{\alpha}$$

у коме су:

- K коефицијент којим се води рачуна о врсти осовине (једнострука, вишеструка)

- $1/b$, експонент чија вредност зависи од врсте материјала, односно од нагиба његове криве замора.

Резултати до сада обављених истраживања су, такође, показали да се познате вредности нагиба криве замора ($1/b$) појединих путно грађевинских материјала, упркос чињеници да се испитивања замора у нашој земљи још не обављају, могу прихватити са великом поузданошћу. Са друге стране, за вредности коефицијента (K) нема поузданих искустава у нашој истраживачкој пракси.

Стога су, на табели 1, приказани резултати истражених вредности овог коефицијента у пракси појединих европских земаља, које се у овом тренутку (будући да се ради о сличним путно-грађевинским материјалима и врстама осовина) могу, као индикативна опција, користити и у нашим условима

Табела 1 – Вредности коефицијента K и α [9]

Врста коловозне конструкције	α	K		
		Проста осовина	Двострука осовина	Трострука осовина
Флексибилна	5	1	0,75	1.1
Полукрута	12	1	12	113
Крута и бетонске плоче	12	1	12	113
Континуално армиране	12	1	?	?

За мешовите коловозне конструкције (дебели асфалтни слојеви положени на подлогу од цементне стабилизације), какве се код нас највише пројектују и граде за тешка саобраћајна оптерећења (аутопут), препоручује се вредност $\alpha = 8$ и за двоструке осовине $K = 1,5$.

Полазећи од приказаних израза, и коришћењем вредности експонента α и (као опцију) коефицијента K из табеле 1. Могу се срачунати укупно еквивалентно саобраћајно оптерећење N_e и коефицијент агресивности КА, сваког конкретног саобраћајног оптерећења.

Укупно еквивалентно саобраћајно оптерећење N_e , срачунава се према изразу:

$$N_e = \sum_i \left[\sum_{j=1}^3 K_j n_{ij} \left(\frac{P_i}{P_0} \right)^\alpha \right]$$

у коме су:

- K_j , вредности коефицијента за одговарајући тип осовине
 - $j=1$ за једноструке осовине
 - $j=2$ за двоструке осовине
 - $j=3$ за троструке осовине
 - n_{ij} , број осовина тешких теретних возила у пројектном периоду типа j и тежине P_j
 - P_0 , тежина референтне осовине
- Коефицијент агресивности KA , срачунава се изразом

$$KA = \frac{1}{N} \sum_i \left[\sum_{j=1}^3 K_j n_{ij} \left(\frac{P_i}{P_0} \right)^\alpha \right]$$

у коме су:

- $\sum_i \left[\sum_{j=1}^3 K_j n_{ij} \left(\frac{P_i}{P_0} \right)^\alpha \right] = N_e$, укупан број еквивалентних референтних осовина у пројектном периоду,
- N , број тешких теретних возила у целокупном пројектном периоду
- K_j , вредности коефицијента за одговарајући тип осовине
- $j=1$ за једноструке осовине
- $j=2$ за двоструке осовине
- $j=3$ за троструке осовине
- n_{ij} , број осовина тешких теретних возила у пројектном периоду типа j и тежине P_j
- P_0 , тежина референтне осовине

Практични поступак срачунавања користи, дакле, изразе за срачунавање вредности (N_e) и (KA) и користећи коефицијенте (α) и (K) из табеле 1, следећи, у свему, познате принципе прорачуна укупног броја тешких теретних возила у жељеном периоду експлоатације, зависно од годишње стопе раста. На формирану хистограм тежина осовина, који разликује просте од сложених осовина, у складу са датим изразима и одговарајућим вредностима експоната α (зависно од врсте коловозне конструкције) и коефицијента K (зависно од врсте осовина) срачунава се укупан збир агресивности свих осовина који представља и укупан број еквивалентних референтних осовина (N_e) потребан за димензионисање или за анализу претпостављене коловозне конструкције.

Обавезно срачунавање коефицијента агресивности KA требало би, као добру праксу, увести у све анализе коловозних конструкција, чиме би се добио, данас непостојећи увид у вредности овог параметра на нашим путевима. Такође и поред тога што нема ограничења у избору референтне, односно "стандардне" осовине упутно је, поред стандардне осовине дефинисане стандардом JUS U.C4.010 (81,6 kN) користити и максималну дозвољену тежину једноструке осовине у нашој земљи (100 kN), или још боље "европску осовину" (115 kN), како би резултати коефицијента агресивности нашег саобраћајног оптерећења били упоредиви са европским земљама.

Ценећи богатство информација које ова метода обезбеђује решавајући различите случајеве, дуги и

заморни прорачун може бити подржан једноставним компјутерским програмом.

4. ЗАКЉУЧАК

Резултати прве фазе истраживања у области коловозних конструкција која се спроводе у научноистраживачком пројекту "Истраживања у области саобраћајница", објављени током 1996. и 1997. године, показали су да се поступак срачунавања укупног еквивалентног саобраћајног оптерећења, дефинисан у стандарду JUS U.C4.010, због константне вредности експонента $\alpha = 4$ у изразу којим се дефинише еквивалентност утицаја тежина осовина, не може применити у теоријским анализама и димензионисању свих типова коловозних конструкција. Због тога што у поменутом стандарду нису дефинисане и нове врсте возила, конфигурације и тежине осовина одређене и "хармонизованим", новим европским нормама, његова примена је ограничена и у емпиријским методама димензионисања. Овај рад предлаже нову методу засновану на агресивности осовина и поштовању основних законитости механике коловозних конструкција. Значај примене предложене методе садржан је у тачном прорачуну укупног еквивалентног броја референтних осовина било ког конкретног саобраћајног оптерећења (N_e) и његовог коефицијента агресивности (KA). Тачност прорачуна је обезбеђена било за који тип коловозне конструкције и било коју конфигурацију и тежину осовина тешких теретних возила.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Радојковић, З.: Поузданост и могућности емпиријских и теоријских могућности прорачуна коловозних конструкција, монографија, Материјали и конструкције 1-2, Београд, 1994.
- [2] Радојковић, З.: Стање коловозних површина-ризико фактор саобраћајних незгода и вредности индикатора на путној мрежи Р. Србије, III југословенски симпозијум са међународним учешћем, Нови Сад, 1996.
- [3] JUS U.C4.010: Одређивање укупног еквивалентног саобраћајног оптерећења за димензионисање асфалтних коловозних конструкција, Београд, 1981.
- [4] Радојковић, З.: Агресивност осовина као основ прорачуна оптерећења коловозних конструкција, Материјали и конструкције, Београд, 1997 (у штампи).
- [5] Assises des chaussées, Preses Ponts et Chaussees, Paris, 1985.
- [6] Caussees en betond es ciment, Preses Ponts et chaussees, Paris, 1984.
- [7] Dimensionnement des chaussees, Preses des Ponts et chaussees, Paris, 1984.
- [8] Радојковић, З.: Системи управљања коловозима, Грађевинска књига, Београд, 1990.
- [9] Conception et dimensionnement des structures de chaussees, SETRA, L CPC, Paris 1994.
- [10] JUS U.E3.020: Технички услови за израду цемент бетонских коловоза, Београд, 1987.
- [11] Војнић, Ж.: Разрада методе димензионисања нових флексибилних колничких конструкција темељене на резултатима AASHO покуса, Магистарски рад, Загреб, 1993.
- [12] Драгосавац, В.: Нови прописи за теретна возила у Европи, Саветовање: Развој путева и саобраћаја у Србији, Друштво за путеве Србије, Нови Сад 1992.
- [13] Caroff, G.: Manuel de conception des chaussees d autoroutes, Scetaoroute, Paris, 1994.

Виско-еластичне карактеристике полимер-битумена на бази APP и SBS-каучука

Др Имре Пап, дипл. инж. – научни сарадник
Др Милорад Смиљанић, дипл. инж. – научни сарадник
Институт за путеве, д.д., Београд
Петар Родић, дипл. инж.
Михајло Делари, дипл. инж.
НИС – Рафинерија нафте, Нови Сад

Научни рад
УДК 665.775:678.742.01

РЕЗИМЕ

Најважније карактеристике полимер-битумена су трајност и стабилност структуре јер од постигнутог степена хомогености зависиће виско-еластична својства полимер-битумена у условима експлоатације. У циљу добијања хомогених и термостабилних мешавина са APP-пластомерима употребљен је битумен добијен прерадом парафинске нафте "Велебит". За умешавање са SBS-еластомером коришћен је битумен из нафтенско-ароматске нафте "Mol-Mix".

У опитима динамичког смицања на механичком спектрометру одређене су реолошке карактеристике полимер-битумена као што су: комплексни модул (G^*), модул сачуване енергије (E'), модул изгубљене енергије (E'') и фазни угао (δ) у опсегу температура од 30 до 130 °C и фреквенција од 0.1 до 100 rad/s. На основу добијених резултата обављена је оцена квалитета полимер-битумена на бази APP, APP-E и SBS-полимера са аспекта отпорности на трајне деформације и отпорности на замор у односу на критеријуме по SHRP-y (Strategic Highway Research Project).

битумена према појединим полимерима. Тако, полимери који имају мањи параметар растворљивости добро се растварају у битумену, код којих је ароматичност малтенске фракције ниска, док код полимера са већим параметром растворљивости управо је обрнута ситуација. Они су компатибилни са битуменом који има висок садржај ароматских уља [1,2].

Узимајући ово у обзир, за модификацију битумена из домаће парафинске нафте "Велебит", који има малу ароматичност малтенске фракције и вишак парафинских уља, употребљени су полимоноолефини типа APP (атактичкиполипропилен) и кополимери полимоноолефина типа APP-E (кополимер атактичког полипропилена и етилена). За добијање полимер-битумена на бази SBS-каучука (стирен-бутадиенстирен), који је данас најзначајнији полимер за модификацију битумена, употребљен је битумен добијен из нафтенске нафте "Mol-Mix".

1. УВОД

Модификовање битумена полимерима данас представља најбољи начин за побољшање карактеристика битумена, односно асфалта као што су: отпорност на вискозне деформације (колотрази), отпорност на појаву термичких пукотина, отпорност на замор под дејством саобраћајног отпорења и отпорност на старење. Доказ за то је чињеница да производња полимер-модификованог битумена у свету стално расте. Међутим, нису сви битумени погодни за добијање полимер-битумена, што зависи од степена компатибилности битуменске и полимерне компоненте, односно од њиховог хемијског састава и равнотеже хемијских конституената. Најважнији фактори који утичу на компатибилност код битумена су: ароматичност малтенске фракције и концентрација нискомолекуларних асфалтена, а код полимера: степен полимеризације, средња молска маса и вискозност. За модификацију битумена повољнији су линеарни полимери са мањом молском масом, односно мањим степеном полимеризације и који имају мању вискозност.

Помоћу класичне теорије растворљивости, по којој се једињења која имају исте или сличне вредности Hildebrandt-овог параметра растворљивости међусобно растварају, могуће је одредити афинитет

2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

Истраживања реолошких карактеристика битумена и мешавина полимер-битумена на бази пластомера (APP и APP-E) и термопластичних еластомера (SBS) обављена је на следећим узорцима:

A – Битумен BIT 200 "Велебит" ($\text{pen}_{25\text{C}} = 194 \text{ dmm}$)

B – Битумен BIT "Mol-Mix" ($\text{pen}_{25\text{C}} = 160 \text{ dmm}$)

I – BIT 200 ("Велебит") + 5% APP ("Veba F66")

II – BIT 200 ("Велебит") + 5% APP-E ("Stamyrroid 43C")

III – BIT 200 ("Mol-Mix") + 3% SBS ("Kraton 1101")

IV – BIT 200 ("Mol-Mix") + 4% SBS ("Europren 6302")

Сви битумени BIT 200 произведени су у рафинерији нафте "Нови Сад".

2.1. Припрема мешавина полимер-битумена

Мешавине полимер-битумена припремљене су на универзалној лабораторијској мешалици "Tehtnica UM 250" (~ 500 o/min.) на температури од 160° до 180°C у времену од 2 сата. Контрола умешаности (хомогености) обављена је микроскопски.

2.2. Испитивање стандардних карактеристика

Основне карактеристике полимер-битумена као што су: пенетрација, тачка размекшања по РК, ин-

Табела 1 – Резултати испитивања стандардних карактеристика РМВ

Карактеристике	БИТ 200 ВЕЛЕБИТ +5% APP	БИТ 200 ВЕЛЕБИТ +5% APP-E	БИТ 200 MOL-MIX +3% SBS	БИТ 200 MOL-MIX +4% SBS
	I	II	III	IV
Пенетрација на 25°C (dmm)	90	83	89	84
Тачка размекшања по РК (°C)	54	56	63	68
Индекс пенетрације	+1.4	+1.6	+3.3	+4.0
Дуктилитет на 13°C (cm)	14	13	101	106
Тачка лома по Fraass-и (°C)	-15	-17	-20	-20
Релативна густина на 25°C/25°C	1.017	1.017	1.016	1.016
Повратна еластична деформација на 25°C (%)	-	-	80	89
Интервал пластичности (PK + FRAASS), (°C)	69	73	83	84
EVT-мешања, (°C) (165 mPa.s)	164	166	173	178
EVT-збијања, (°C) (275 mPa.s)	144	146	153	158
Тест хомогености Tuba-test (163°C/5 дана)	+	+	+	+

декс пенетрације, дуктилитет, тачка лома по Fraass-у и интервал пластичности испитане су према одговарајућим DIN-методама. Резултати испитивања приказани су у табели 1.

2.3. Одређивање виско-еластичних карактеристика

Испитивање реолошких својстава битумена и полимер-модификованих битумена обављено је на динамичком механичком спектрометру "Rheometrics RMS-605" у огледима смицања између две паралелне плоче. Фреквенција је варирана од 0.1 до 100 rad/s у температурном опсегу од 30° до 130°C. Одређени су следећи реолошки параметри и приказани у табели 2.

G^* – комплексни модул

G' – модул сачуване енергије ($G^* \times \sin \delta$)

G'' – модул изгубљене енергије ($G^*/\sin \delta$) на 60° C

$\tan \delta$ – тангенс угла помераја на 60° C и фреквенцији од 1 Hz

G'_T – коефицијент термичке осетљивости = $G'(30°C)/G'(60°C)$

G'_m – коефицијент модификације = $G'_m(\text{mod.})/G'_m(\text{nemod.})$

Вредности модула сачуване енергије (G') и коефицијент модификације G'_m на 60° C могу се користити као показатељи кохезивне енергије и еластичности на повишеној температури, која је добијена модификацијом са полимером, при чему већа вредност коефицијента указује на већи ефекат модификације. Резултати из табеле 2 показују да дода-

так SBS-полимера, у количини од 4%, боље модификује БИТ 200 него 3% SBS-еластомером. Такође, може се закључити да је модификација битумена еластомером типа SBS далеко успешнија у односу на додатак пластомера APP. У блок дијаграму на слици 1 приказани су коефицијенти модификације (G'_m) мешавина полимер-битумена.

Коефицијенти термичке осетљивости (G'_T), који представља мерило осетљивости реолошких карактеристика на промену температуре, показује да додатак полимера знатно побољшава карактеристике

КОЕФИЦИЈЕНТ МОДИФИКАЦИЈЕ (G'_m)

Слика 1. Коефицијенти модификације битумена и полимер-битумена

Табела 2 – Виско-еластичне карактеристике битумена и полимер-битумена

Број меш.	Узорак	G^* 60°C (Pa)	$\tan \delta$ 60°C, 1 Hz	G' 60°C (Pa)	G' 30°C (Pa)	G'_T (G'_{30}/G'_{60})	G' (60°C)
A	БИТ 200 ВЕЛЕБИТ	4.2×10^2	16.6	25.4	5.5×10^3	216.7	–
B	БИТ MOL-MIX	3.7×10^2	18.8	19.5	3.6×10^3	187.2	–
I	БИТ 200 ВЕЛЕБИТ + 5% APP	3.3×10^2	3.7	85.8	1.0×10^4	121.2	3.4
II	БИТ 200 ВЕЛЕБИТ + 5% APP-E	1.3×10^3	2.6	492	5.7×10^3	11.5	19.4
III	БИТ 200 MOL-MIX + 3% SBS	1.5×10^3	2.8	514	2.2×10^3	4.3	26.4
IV	БИТ 200 MOL-MIX + 4% SBS	3.1×10^3	1.6	1640	2.2×10^3	1.3	84.1

чистог битумена, нарочито уколико се дода SBS-полимер, у смислу смањења осетљивости на промену температуре. Веће вредности коефицијента термичке осетљивости на промену температуре. И овај показатељ потврђује да је додаток SBS-еластомера погоднији у односу на атактични полипропилен. Повећање садржаја SBS-полимера у битумену са 3% на 4% повећава се еластичност и смањује термичка осетљивост битумена и полимер-битуменских мешавина приказане су у облику блок дијаграма на слици 2.

Резултати механичке спектроскопске анализе приказани су у облику "Black дијаграма" (слике 3 и 4), односно као промене комплексног динамичког модула смицања (G^*) у зависности од фазног угла (δ). Предност оваквог начина приказивања реолошких карактеристика је сумирање резултата у једну збирну криву, чиме су елиминисани утицаји фреквенције и температуре [3, 4]. Нагиб криве у "Black дијаграму" представља карактеристику вискоеластичног понашања испитиваног материјала [5-7].

Комплексни динамички модул смицања дефинисан је као:

$$G^* = G e^{i\delta} = G' + i G'' = G \cos \delta + i G \sin \delta \quad (1)$$

Вредност фазног угла показује да ли еластични или вискозни карактер доминира, δ је нула за еластична тела и 90° за вискозне течности. Док је модул сачуване енергије G' директно пропорционалан сачуваној енергији у циклусу деформације, модул изгубљене енергије G'' је пропорционалан енергији, која се изгуби или претвори у топлоту у циклусу деформације [8].

На слици 3 "Black дијаграми" показују да је узорак (I) нехомоген, док узорак (II) показује већу хомогеност и квази-статичку еластичност при углу од 70° за скоро три декаде фреквенције.

При вишим температурама немодификовани битумени губе еластични карактер и понашају се као течности, а фазни угао достиже вредност 90° . Узорци битумена модификовани полимери задржавају облик криве карактеристичне за битумене, односно G^* константно опада са фазним углом δ , али је повећана вискоеластичност, као на пример код узорака III и IV (слика 4).

Реолошка мерења полимер-битумена показују да је за испитивану област изнад собне температуре модификација SBS-еластомером дала боље резултате у погледу температурне осетљивости, отпорности на колотраге и еластичности у односу на атактични полипропилен.

3. ОЦЕНА КВАЛИТЕТА БИТУМЕНА И ПОЛИМЕР-БИТУМЕНА У ОДНОСУ НА SHRP-КРИТЕРИЈУМЕ

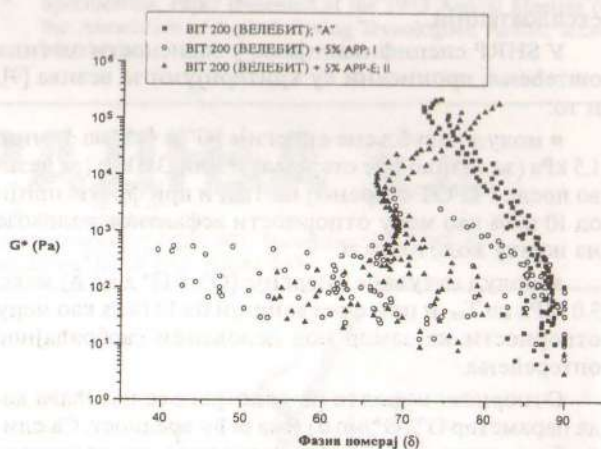
У оквиру пројекта SHRP (Strategic Highway Research Project) развијене су методе и спецификације за оцену квалитета везива, које су у корелацији са експлоатационим својствима асфалта као што су:

- отпорност на замор под деловањем саобраћајног оптерећења и
- отпорност на трајне деформације (колотрази),
- отпорност на појаву термичких пукотина у области ниских температура и

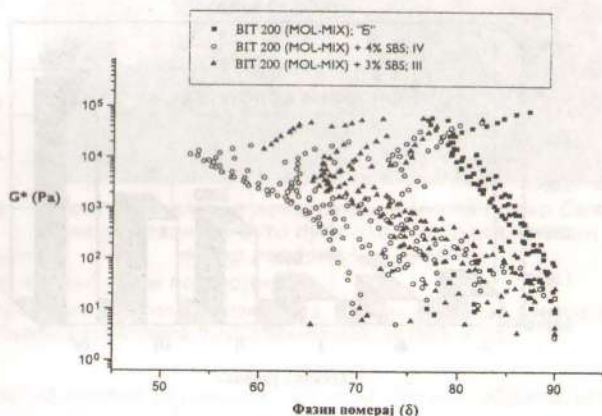
КОЕФИЦИЈЕНТ ТЕРМИЧКЕ ОСЕТЉИВОСТИ (G'_T)



Слика 2. Коефицијенти термичке осетљивости битумена и полимер-битумена



Слика 3. "Black дијаграми" битумена и узорака полимер-битумена I и II



Слика 4. "Black дијаграми" битумена и узорака полимер-битумена III и IV

- отпорност на старење у току процеса производње, уградње и експлоатације.

SHRP методе базирају се на динамичким мерењима помоћу којих се одређују реолошке карактеристике везива као што су: комплексни модул

смицања (G^*), модул сачуване енергије–модул еластичности (G'), модул изгубљене енергије (G'') – вискозни модул и фазни угао између напона и деформације (δ). Ови динамички параметри везива су у корелацији са експлоатационим карактеристикама асфалта, односно:

- модул изгубљене енергије G'' , изражен преко $G^*/\sin \delta$, представља меру отпорности асфалта на вискозне деформације (колотрази) и

- модул сачуване енергије G' , изражен преко релације $G^* \times \sin \delta$, одређује отпорност асфалта на замор под деловањем саобраћајног оптерећења.

На основу наведених динамичких параметара обавља се оцена квалитета везива при чему се, у оквиру SHRP спецификација, за различите врсте везива прописани исти критеријуми. Ово је могуће јер се реолошке карактеристике одређују на различитим температурама у зависности од максималних и минималних температура коловоза у експлоатацији.

У SHRP спецификацијама, у зависности од типа оштећења, прописани су критеријуми за везива [9], и то:

- модул изгубљене енергије ($G'' = G^*/\sin \delta$) мин. 1.5 kPa (за везиво пре старења) и мин. 3.0 kPa (за везиво после RTFOT старења) на T_{max} и при фреквенцији од 10 rad/s као меру отпорности асфалтног коловоза на појаву колотрага и

- модул сачуване енергије ($G' = G^* \times \sin \delta$) макс. 3.0 MPa на T_{sr} и при фреквенцији од 10 rad/s као меру отпорности на замор под деловањем саобраћајног оптерећења.

Отпорност асфалта на колотраге се повећава када параметар G'' ($G^*/\sin \delta$) има већу вредност. Са слике 5 се види да највећу отпорност на колотраге поседују мешавине битумена са SBS–еластомерима.



Слика 5. Модул изгубљене енергије битумена и полимер–битумена

Супротно, код отпорности асфалта на замор под деловањем саобраћајног оптерећења, параметар G' ($G^* \times \sin \delta$) треба да има мању вредност. Из блок дијаграма са слике 6 се види да додаток SBS–полимера у битумен повећава отпорност на појаву пукотина под деловањем саобраћајног оптерећења. Исти је утицај и додаток APP у битумен.

МОДУЛ САЧУВАНЕ ЕНЕРГИЈЕ - G' (20°C, 10 rad/s)



Слика 6. Модул сачуване енергије битумена и полимер–битумена

4. ЗАКЉУЧЦИ

На основу обављених испитивања могу се извести следећи закључци:

1. За добијање хомогених и термостабилних мешавина полимер–битумена, у случају модификације битумена из парафинске нафте "Велебит" најбоље је користити пластомере на бази APP и APP–Е. За битумен добијен из нафтенске нафте "Mol-Mix" највећи ефекти модификације постижу се са SBS–еластомерима.

2. Додатак полимера утиче на: смањење пенетрације битумена, повећање тачке размекшања по РК, снижења тачке лома по Graass–у, повећање интервала пластичности, повећање индекса пенетрације, повећање дуктилитета на 13° C, повећање вискозности, смањење вискозитетне осетљивости, повећање отпорности на старење и побољшање адхезије за камени агрегат. Ове појаве се јављају како код битумена са додатком пластомера, тако и код битумена са додатком еластомера, с тим што степен промене зависи како од врсте тако и од количине додатног полимера и од врсте полазног битумена. Веће промене се дешавају приликом умешавања еластомера и битумена него додавањем пластомера у битумен.

3. Основна разлика између пластомера и еластомера је у вредности дуктилитета и повратне еластичне деформације. Док полимер–битумени на бази еластомера имају значајну истегљивост и еластичност, дотле се полимер–битумени на бази пластомера одликују малом вредношћу дуктилитета и нееластичношћу. Такође, полимер–битумени на бази еластомера имају већи индекс пенетрације у односу на полимер–битумене на бази пластомера, што указује на већу отпорност на замор и пластичне деформације.

4. Реолошка мерења, у опитима динамичког смицања, показују да је за испитивану област изнад собне температуре модификација SBS–еластомером дала боље резултате у погледу температурне осетљивости, отпорности на колотраге и замор у односу на APP–пластомере. Код полимер–битумена са повећањем учешћа SBS–еластомера у мешавини повећава се и повратна еластична деформација

(слика 3), што утиче на повећање отпорности на замор, односно век трајања асфалтног коловоза. Код полимер-битумена са пластомерима (APP, APP-E), у односу на еластомере, имамо мању изражену еластичност, која постаје квази-статична при одређеном фазном углу (слика 4).

5. У односу на SHRP-спецификације, на основу вредности динамичких параметара као што су модул изгубљене енергије и модул сачуване енергије, види се да полимер-битумени на бази SBS, APP- и APP-E полимера испуњавају услове квалитета у односу на отпорност на појаву пластичних деформација и отпорност на замор.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] G. Zenke, Literaturauswertung: Verbesserung des Verformungs – widerstandes durch polymer-modifiziertes Bitumen, 1. Teil –Lieferung "Mikromorphologie polymer-modifiziertes Bitumen", 1978.
- [2] C. Lomy, F. Varisco, Bitumen Compatibility with Atactic Polypropylene, IV Eurobitume Symposium, Madrid, Proceedings, 1989, 270–274.
- [3] G. Ramond, M. Paster, B. Brule, III Eurobitume, La Haye, Proceedings, 1985, 51–54.
- [4] J. Donlagić, I. Pap, J. Jovanovic, Rheological Properties of Polymer Bitumen Blends: Black and Cole–Cole Diagram Presentation and Analysis, I Eurasphalt & Eurobitume Congress, Strasbourg, Proceedings, May 1996, E & E.5.155.
- [5] C. Lenoble, Rheology and Microstructure of Aged Polymer Modified Bitumens, Chemistry of Bitumen, Symposium, Rome, Proceedings, June 1991, Vol. II, 887.
- [6] G. Ramond, M. Paster, C. Such, Qualitative Investigation of Measures of the Complex Modulus, Importance of "Espace Black", The Rheology of Bituminous Binders, European Workshop, Brussels, April 1995.
- [7] Y. Jolivet, M. Malot, G. Ramond, M. Paster, Influence of Complex Rutting Behavior of Binder in Laboratories, The Rheology of Bituminous Binders, European Workshop, Brussels, April 1995.
- [8] D. J. Ferry, Viscoelastic properties of polymers, John Wiley & Sons Inc., New York 1970.
- [9] D. A. Anderson, T. W. Kennedy, Development of SHRP Binder Specification, Paper presented at the 1993 Annual Meeting of the Association of Asphalt Paving Technologists, Austin, Texas, March 1993.



МОСТОГРАДЊА
ОСНОВАНО
5. фебруара 1945.

МОСТОГРАДЊА Д.Д.

ГРАЂЕВИНСКО ПРЕДУЗЕЋЕ, 11000 БЕОГРАД, Влајковићева 19а
Тел. централа: 011/3232-310, 3232-319, генерални директор 3232-401, Телефакс: 011/3241-320
Телекс: YU МОСТ 12366, Телеграми: "Мостоградња" БЕОГРАД, п.фах 643

"МОСТОГРАДЊА" је југословенско грађевинско предузеће специјализовано за изградњу мостова и инжењерских конструкција.

"МОСТОГРАДЊА" пројектује и гради мостове и комплетне инжењерске објекте, или изводи само део радова из своје специјалности у склопу већих објеката по својим пројектима или пројектима инвеститора. Наводимо најважније делатности:

- Фундирање свих врста у рекама, језерима и морима, укључујући и фундирање на бушеним шиповима великог пречника и фундирање помоћу кесона од бетона или челика.
- Изградња свих типова и врста мостова, разних намена, система и материјала.
- Израда и монтажа челичних конструкција за индустрију, ПТТ саобраћај, радио и телевизију, електропривреду и рударство.
- Израда и монтажа свих врста лежишта од челика и електромотора.
- Израда и монтажа свих типова дилатација за мостове и друге инжењерске објекте и то од челика и еластомера.
- Израда челичних резервоара за различите намене запремине од 50 м³ до 60.000 м³, посебно за течна горива са цевоводима и прикључним постројењима.
- Изградња хидротехничких објеката: водовода, канализације, пристаништа, топлодалеководна, црпних станица – бунара по систему "Рени" и бунара са хоризонталним дренажним системима, водоторњевима, устава и др.
- Пројектовање свих врста инжењерских конструкција.

Поседује грађевинску механизацију, велике аутодизалице, моћне пловне дизалице и техничке пловне објекте, што пружа могућност ангажовања на различитим и сложеним инжењерским објектима.

Успешна реализација и дугогодишње искуство у пројектовању и грађењу различитих објеката у земљи и иностранству омогућили су "МОСТОГРАДЊИ" да постане највеће предузеће за изградњу великих мостова и инжењерских конструкција у овом делу Европе.

"МОСТОГРАДЊА" је основана 5. фебруара 1945. године и током свог постојања је извела велики број мостова и инжењерских конструкција у свим деловима бивше Југославије као и у иностранству. Изведено је преко 1500 мостова, укупне дужине преко 120 км.

Међу мостовима треба посебно истаћи друмски мост Копно – острво Крк са луком распона од 390 м, који је светски рекордер, мостове са косим затегама преко Дунава у Новом Саду и Саве у Београду и Сремској Митровици.



Монтажа челичне конструкције моста преко Саве на обилазници ауто пута око Београда, главни отвор распона $L = 198,0$ м.

Припремне активности на реализацији пројекта аутопутева савезног значаја на територији Републике Црне Горе на принципу давања концесија

Јован Липовац, дипл. грађ. инж.
"Црнагорапут" а.д., Подгорица

Стручни рад
УДК 625.711.3.001.16:338.47(497.16)

РЕЗИМЕ

Приказане су активности на реализацији пројекта аутопутева савезног значаја у Црној Гори, који су делови европске путне мреже Е-80 и Е-763

1. УВОДНЕ НАПОМЕНЕ

Постојање развијене саобраћајне мреже неопходан је услов привредног развоја Републике Црне Горе. Изградња савремених саобраћајница које би омогућиле бржи транспорт људи и добара, и допринеле новим миграцијама становништва представља приоритетни задатак у постојећим планским документима. С обзиром да реализација тако великих пројеката захтева огромна финансијска и материјална средства које Република Црна Гора не може у потпуности да обезбеди, неопходно је учешће иностраног капитала који би преко кредита или концесија учествовао у изградњи.

Оријентација Владе Црне Горе је на давању концесија партнерима за изградњу путева. Погодност овог начина финансирања је у томе што страни партнер добија могућност коришћења пута и путног појаса одређени број година, а након истека тог рока изграђени путеви остају у власништву даваоцу концесија, односно Републици Црној Гори (јавно добро у државној својини).

Саобраћајнице укључене у Пројект присутне су у Просторном плану Републике Црне Горе још од краја шездесетих година (Пројект Јужни Јадран) до најновијег Просторног плана из 1997. године који је пред усвајањем (прилог: Просторни план Црне Горе – концепт дугорочног развоја саобраћаја).

2. САОБРАЋАЈНИЦЕ УКЉУЧЕНЕ У ПРОЈЕКТ

У пројект су укључене следеће саобраћајнице:

1. Аутопут Е-763 на правцу Београд – Подгорица – Бар, који се надовезује на деоницу у Републици Србији у месту Бољари, на Пештеру, а затим преко Берана, Андријевице, Матешева (са краком до Колашина, са елементима магистралног пута, дужине 10 км) и Подгорице – тунелом Созина излази на Јадранско море, односно у Бар.

Дужина аутопута на територији Црне Горе је око 190 км. Кључни објекти су тунел Созина (дужине 5,0 – 5,5 км) и тунел Трешњевик (2,3 км).

Аутопут би имао два коловоза ширине по 7 м, две зауставне и једну разделну траку са одговарајућим елементима попречног профила.

У првој фази коришћења аутопута зауставна трака би служила као трака за спора возила на успонима већим од 4%.

2. Аутопут Е-80 на правцу Ниш–Пех–Подгорица–Бар, на територији Црне Горе код села Бјелуха, а затим се тунелом испод Чакора спушта на Мурино и даље ка Андријевици. Од Андријевице до Бара овај путни правац се поклапа са правцем аутопута Београд–Подгорица–Бар. Дужина кроз Републику Црну Гору је 32 км. Кључни објект је тунел Чакор, дужине око 3,9 км. Основни технички елементи су скоро исти као код претходног правца.

3. Пут резервисан за моторни саобраћај дуж Јадранске обале. С обзором да је постојећа магистрала претворена у градску саобраћајницу, предвиђена је изградња нове, од Херцег Новог (Дебели бријег) до Улциња (Сукобин), која би обилазила градска подручја, била на вишим котама и прихватала локални транзит са постојеће магистрале.

Дужина пројектованог пута је око 90 километара, а имао би карактеристике магистралног пута са ширином коловоза 7 м (две саобраћајне траке по три и по метра) и остале одговарајуће пратеће елементе. Кључни објект био би мост (тунел) Вериге у подручју Бококоторског залива, а прикључци и укрштања са постојећим саобраћајницама били би изведени у два нивоа.

Сви елементи наведених саобраћајница морају бити усаглашени са Просторним планом Републике Црне Горе, са техничким нормама и стандардима, водећи рачуна о морфолошким специфичностима Црне Горе.

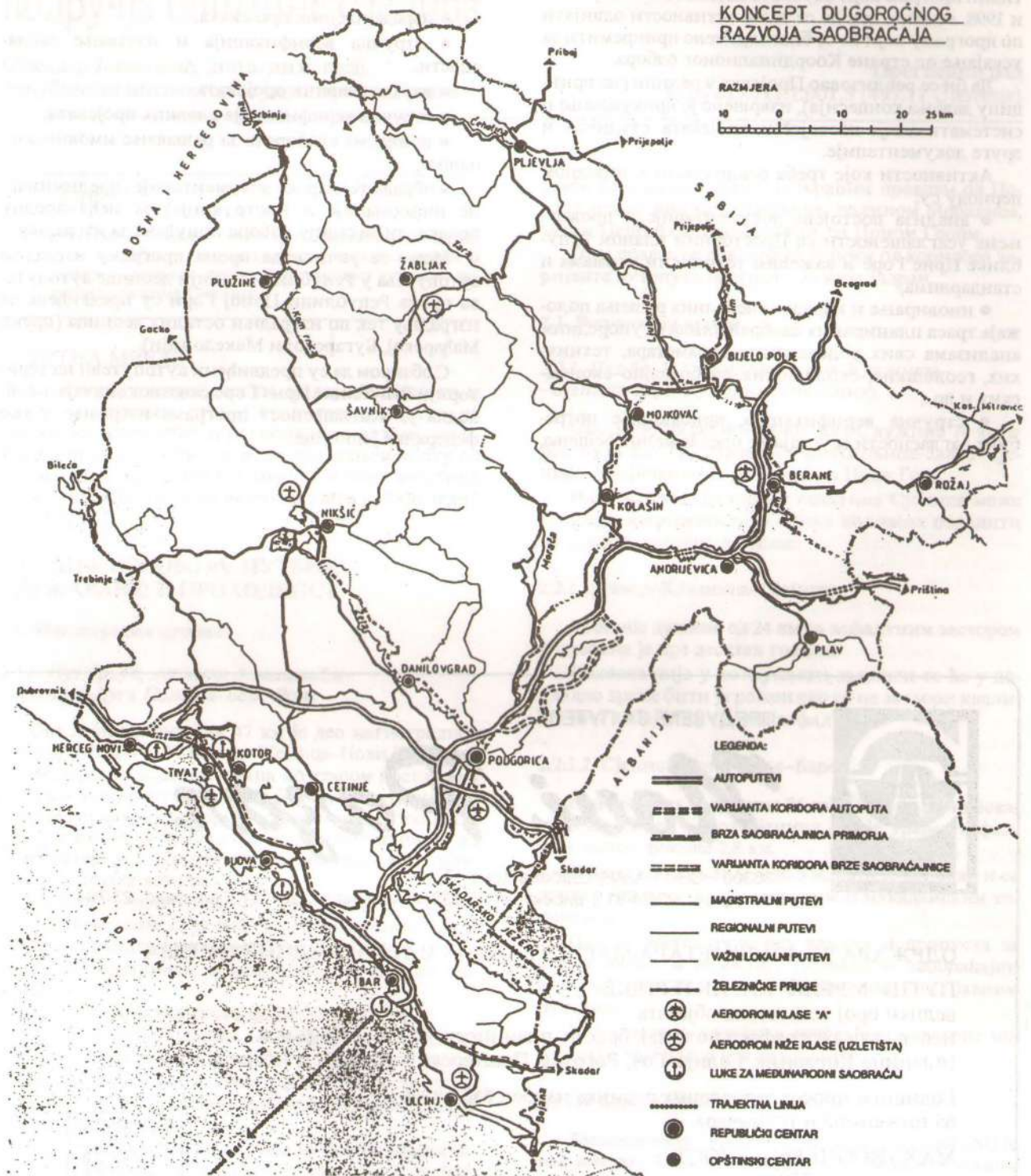
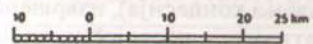
3. ОСНОВНЕ ПРИПРЕМНЕ АКТИВНОСТИ

Увиђајући потребу образовања органа који би координирао припремне активности, Влада Црне Горе је на седници од 13. фебруара 1997. године донела Одлуку о образовању Координационог одбора за подстицање, праћење и координирање активности на припремама за изградњу аутопутева (у првој фази полуаутопутева) на територији Републике Црне Горе. Поред тога, Уредбом о измени и допуни Уредбе о начину образовања цена деривата нафте ("Сл. лист РЦГ", бр. 4, од 24.02.1997), донесеној такође на већ поменутој седници Владе, створена је матери-

PROSTORNI PLAN CRNE GORE

KONCEPT DUGOROČNOG RAZVOJA SAOBRAĆAJA

RAZMJERA



Просторни план Црне Горе

јална основа за обављање припремних активности на реализацији Пројекта у целини.

У склопу ових делатности припремљен је Оперативни програм који обухвата активности у току 1997. и 1998. године, док ће се даље активности одвијати по програму који ће се благовремено припремити за усвајање од стране Координационог одбора.

Да би се реализовао Пројекат у целини (на принципу давања концесија), извршено је прикупљање и систематизација постојећих пројеката, студијске и друге документације.

Активности које треба реализовати у наредном периоду су:

- анализа постојеће документације и провера њене усаглашености са Просторним планом Републике Црне Горе и важећим техничким нормама и стандардима,

- иновирање и израда генералних решења положаја траса планираних саобраћајница са упоредним анализама свих релевантних параметара, техничких, геолошких, еколошких, саобраћајно-економских и др.,

- стручна верификација, прибављање потребних сагласности и усвајање предложених решења,

- дефинисање приоритета при реализацији Пројекта по правцима и деоницама,

- припрема геодетских подлога за коридоре планираних саобраћајница у размери 1:5000 и 1:1000,

- израда идејних пројеката,

- стручна верификација и издавање сагласности,

- израда главних пројеката,

- стручна верификација главних пројеката,

- припрема елабората за решавање имовинских односа,

- обрада тендерске документације (прелиминарне информације и инструкције) за међународну предквалификацију избора понуђача за изградњу.

Може се уочити да према програму изградње аутопутева у Републици Србији деонице аутопутева према Републици Црној Гори су предвиђене за изградњу тек по изградњи осталих деоница (према Мађарској, Бугарској и Македонији).

С обзиром да су предвиђени аутопутеви на територији Републике Црне Горе савезног значаја, неопходна је усаглашеност програма изградње у обе федералне јединице.



ПРЕДУЗЕЋЕ ЗА ПУТЕВЕ

Novi Pazar

36300 НОВИ ПАЗАР, Шабана Коче 17,

телефон: 020/24-911, директор: 25-692; комерцијала: 23-721; Телефакс: 23-794

ОДРЖАВА 946 КИЛОМЕТРА МАГИСТРАЛНИХ И РЕГИОНАЛНИХ ПУТЕВА

ПУТНУ МРЕЖУ КАРАКТЕРИШЕ:

велики број вештачких објеката

неповољан географски положај, брдско-планински, од 208–1700 м н.м.

(планине Копаник, Голија, Гоч, Рогозна, Пештерска висораван и Ибарска клисура)

Годишњи просек запослених радника износи 656 од чега

65 инжењера и техничара.

МАХАНООПРЕМЉЕНОСТ:

ископна моћ 1350 m³/h

утоварна моћ 1260 m³/h

превозна моћ 1250 t

три асфалтне базе 140 t/h

дробилишна постројења 130 m³/h



Стање магистралних и регионалних путева подручја општине Сјеница

Божидар Јовановић, дипл. инж. грађ.
Републички инспектор за јавне путеве, Ужице

Прегледни рад
УДК 625.711.1.001.3 (497.11 Сјеница)

РЕЗИМЕ

Приказано је опште стање путне мреже, њена структура, изграђеност, врста коловоза, квалитет, текуће и зимско одржавање путева и проходност путева на подручју општине Сјеница.

1. ПУТНА МРЕЖА

По степену изграђености, модернизованости и општем садашњем стању квалитета коловоза на мрежи магистралних и регионалних путева, територија општине Сјеница је на последњем месту од 10 општина златиборског округа и свих општина Републике Србије (уже подручје) што је очигледно из табеле 1.

2. СТАЊЕ КОЛОВОЗА, ПУТЕВА, ОДРЖАВАЊЕ И ПРОХОДНОСТ

2.1. Магистрални путеви:

2.1.1. Пут број 8, деоница Аљиновићи–Сјеница–Дуга Пољана–Беле Воде

Ова деоница дужине 47 км је део магистралног пута број 8: Фоча–Пљевља–Сјеница–Нови Пазар.

Деоница је модернизована по старом постојећем путу као привремено решење без одговарајућих елемената геометрије у хоризонталном и вертикалном смислу као и са коловозом недовољне ширине од око 5 метара и слабо носивом коловозном конструкцијом за тешка возила.

Коловозна конструкција је у одмаклом стадијуму експлоатације те је местимично деформисана и проломљена што је изразито на потезима:

- Од Подстрмаца, поред Дуге Пољане, до Пометеника,
- Од Штаваљског поља до моста на Вапи,
- Од Сјенице (Одвојак за Јавор), поред Увца, до Говеђака.

Поред радова на текућем одржавању, овде су неопходне санације коловозне конструкције и ојачање коловозног застора.

Због лошег стања елемената пута и коловоза, саобраћај се отежано одвија за ову категорију саобраћајница.

2.1.2. Пут бр. 21.1. Ступска Чесма–Штаваљ–Бољаре–Црна Гора

Ово је категорисана али неизграђена (непросечена) деоница магистралног пута дужине 41 км која

треба да повеже Србију, најкраћим правцем од Пожеге преко Ариља и Ивањице, долином Моравице, затим Пештерском висоравни, са Црном Гором.

Овај правац се поклапа са једним од коридора варијанте аутопута Београд – Јужни Јадран.

2.2. Регионални путеви

2.2.1. Пут бр. 117, деоница: Јавор–Кладница–Сјеница–Баре–Куманица (на Лиму)

Ова деоница регионалног пута, дужине 74 км је део пута бр. 117. Чачак–Гуча–Ивањица–Јавор–Сјеница–Крајновиће–Баре–граница Црне Горе.

Њен део на територији општине Сјеница може се према изграђености и стању коловоза поделити на следеће посебне деонице:

2.2.1.1. Јавор–Кладница–Сјеница

Деонице дужине од 24 км са асфалтним застором изграђена је пре десетак година.

Коловоз није у потпуности завршен те ће у догледно време бити угрожен ако се не затвори квалитетним хабајућим слојем асфалта.

2.2.1.2. Сјеница–Тријебиње–Баре

Ова деоница је дужине 36 км. Није модернизована осим на делу кроз Сјеницу где је урађен асфалтни застор дужине 2,8 км.

Ширина коловоза је 4 до 5 м, који је излокан и са доста рупа на делу са земљаним и макадамским коловозом.

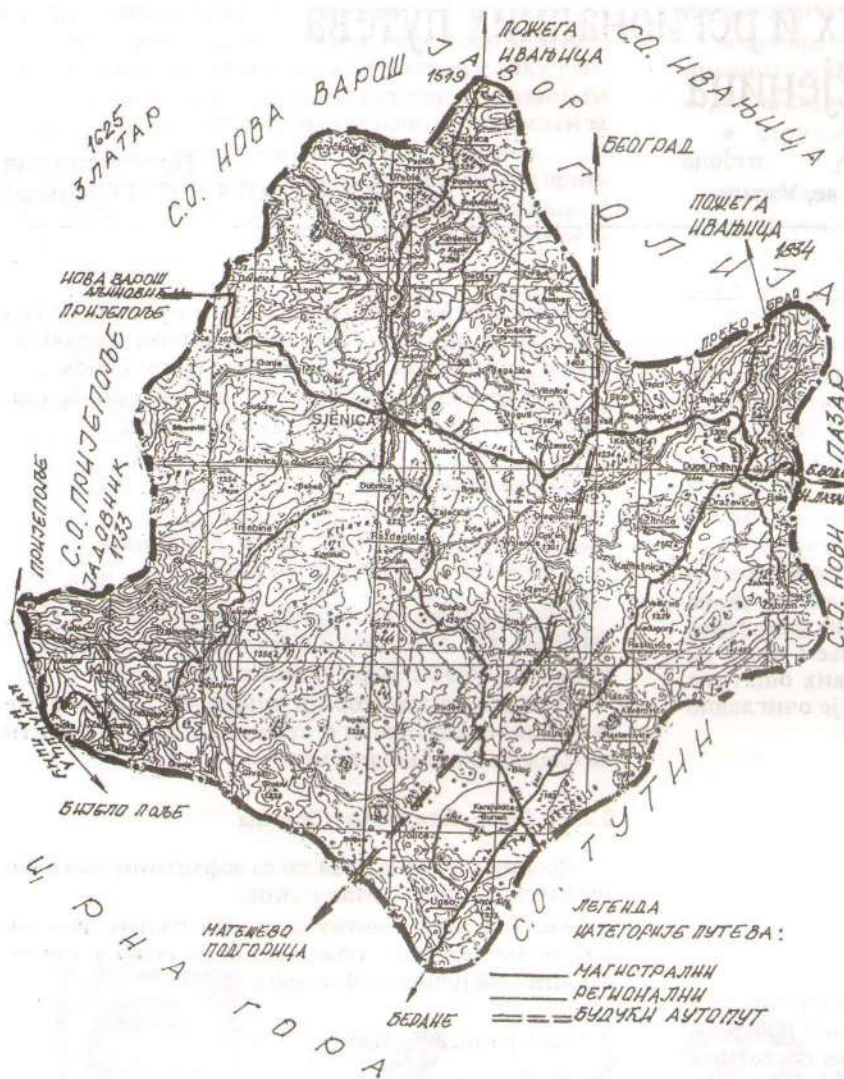
Пут је местимично без канала и пропуста за одводњавање, а недостају неопходни саобраћајни знакови опасности и обавештења на јавним путевима.

За несметано одвијање саобраћаја наведене недостатке треба што пре отклонити.

2.2.1.3. Баре–Куманица (на Лиму)

Деоница пута дужине 14 км за јавни саобраћај је непроходна. Задњих година је у изградњи, земљани радови су делом изведени, а на последњих неколико километара просечена је грађевинска стаза и изводе се објекти на траси пута.

У 1996. години радови су финансирани из посебних средстава Републике Србије и извођени под контролом и надзором Дирекције за путеве из Београда.



Слика 1. Путна мрежа на територији општине Сјеница

Очекује се наставак радова и успостављање безбедне проходности деонице пута у 1997. години.

2.2.2. Пут бр. 231, деоница: Сјеница-Раждагиња-Буђево-Карајукића Бунари-Лескова

На овом путном правцу дужине 43,7 км модернизован је коловоз асфалтним тепихом на 8 км, нерасечен на дужини од 4 км, а преостали део је углавном са земљаним коловозом који је непроходан у кишном периоду.

Пут се повремено поправља насипањем камене дробине, те местимично делује као да је тузанички.

Коловоз пута је ширине 4 до 5 м, а местимично без земљишног (путног) појаса.

Потребно је поправити неравнине и деформације на путу, насути рупе и излокане делове, изградити путне одводне канале и неопходан број пропуста

ради одвођења воде са пута и оспособити га за безбедно одвијање саобраћаја.

Недостају неопходни саобраћајни знакови опасности и обавештавања на јавним путевима.

За несметано одвијање саобраћаја наведене недостатке треба што пре отклонити.

2.2.3. Пут бр. 272, деоница: Преко Брдо (Голија)-Дуга Пољана-Расно-Угао-Црна Гора

Ова деоница дужине 43,5 км је део регионалног пута Ивањица-Голија-Дуга Пољана-Расно-Угао-Црна Гора.

Деоница пута на територији општине Сјеница према изграђености и стању коловоза може се поделити на следеће посебне деонице:

2.2.3.1. Преко Брдо (Голија)-Дуга Пољана

На делу од Преког Брда до Дуге Пољане дужине 9,5 км, подручје прекрасне планине Голије, пут је са земљаним коловозом, поправља се каменим дробиним, без канала и пропуста за одводњавање те је излокан и непроходан у кишном и зимском периоду, поред осталог и због великих успона на целој дужини и недовољног обима радова на одржавању деонице пута.

2.2.3.2. Дуга Пољана-Расно-Тузиње

Део пута од Дуге Пољане, преко Расна, до Тузиња простире се стабилним каменитим теренима али са неравном и излоканом подлогом те је тешко проходан за возила јавног саобраћаја.

На почетку деонице пута од Дуге Пољане ка Расном уређен је асфалтни застор на дужини од 3 км. Ова деоница пута је местимично без канала и пропуста за одводњавање, поред осталог и због непостојања земљишног-путног појаса.

2.2.3.3. Тузиње-Карајукића Бунари-Угао-Црна Гора

Од Тузиња до Карајукића Бунара и даље до Угла, пут је са земљаним коловозом у равном терену, тешко проходан у кишном периоду.

Потребно је извршити насипање земљаног коловоза најближом локалном каменом дробиним и поваљати ваљком.

Табела 1 – Преглед путне мреже по врстама коловоза

Подручје	укупно		асфалтни		туцанички		земљани		непросечени путеви	
	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%
Сјеница – магистрални путеви	88,0	100,0	47,0	53,4	3,0	3,4	0,0	0,0	38,0	43,2
– рег.ионални путеви	161,0	100,0	35,0	21,7	74,0	46,0	48,0	29,8	4,0	2,5
Укупно	249,0	100,0	82,0	32,9	77,0	30,9	48,0	19,3	42,0	16,9
Златиборски округ укупно	1243,0	100,0	938,0	75,5	168,0	13,5	70,0	5,6	67,0	5,4
Република Србија укупно (уже подручје)	11750,0	100,0	9736,0	82,9	1224,0	10,4	520,0	4,4	270,0	2,3

И на овој деоници недостају канали и пропусти за одводњавање и заштиту путева. Коловоз пута је ширине 4 до 5 м и без земљишног путног појаса.

На целој деоници рег. пута бр. 272 од Преког Брда, преко Дуге Пољане, до Угла недостају неопходни основни саобраћајни знакови опасности и обавештење на јавним путевима.

За несметано одвијање саобраћаја на целој дужини саобраћајнице све наведене недостатке треба што пре отклонити.

3. ЗИМСКО ОДРЖАВАЊЕ ПУТЕВА

Подручје територије општине Сјеница простире се доминантним платоом прекарне од благо до знатно заталасане Пештерске висоравни, на надморској висини између 1000 и 1500 метара, која је позната по дугим хладним зимама, са много снега, ветра и снежних намета.

Задњих неколико година, због нереално ниског ограничења средстава на зимском одржавању путева и овде ниско ранжираних приоритета одржавања путева, јављају се озбиљни проблеми проходности путева и безбедности саобраћаја на њима у зимском периоду.

Асфалтне деонице путева: Аљиновићи–Сјеница–Дуга Пољана–Беле Воде и Сјеница–Кладница–Јавор, сврстане су у други приоритет одржавања, где је избачена употреба соли.

Овде на овим просторима на великим висинама, са знатним успонима и падовима нивелете коловоза, са ниским температурама и честим пољедицама на коловозима, асфалтни путеви су често непроходни током зимског периода без редовне употребе соли и безбедност возила угрожена.

Напомена: (Додатна количина соли за путеве до неопходне минималне од око 50 до 60% од 30.000 т набављених последње зиме, није финансијски не-премостива сума за Путну привреду Србије, али је став Дирекције за путеве по том питању тако искључив чак да не уважавају ни апеле и вапаје корисника путева, привреде и осталих због којих постоје путеви, Дирекција за путеве и ресорно Министарство).

По овом питању није ни Министарство саобраћаја и веза – сектор за путеве и друмски саобраћај било на нивоу својих компетенција.

Регионални путеви са туцаником или макадамским и земљаним коловозима, којих овде има преко 75%, сврстани су у трећи приоритет одржавања, што значи да се не посипају већ се само чишћењем снега, омогућује проходност након извршеног чишћења путева првог и другог приоритета, међутим на Пештеру то није тако, данима је саобраћај у прекиду, што је неприхвативо. Ови путеви, иако лоши, једина су веза са светом толиког просторства од 1.060 км² са преко 100 насеља и преко 35.000 становника, којима путеви заиста значе егзистенцију односно опстанак и живот.

Не могу се сложити са чињеницом да се због ситне штедне поједини путеви трећег приоритета по недељу и више дана не отварају за јавни саобраћај или се отварају само по неколико пута током зиме.

Републички инспектор за јавне путеве настојаће да се наведени недостаци на путевима сукцесивно отклањају и оспособе за несметано одвијање саобраћаја.

Путарски поздрав Пештеру и Пештерцима:
VIA – VITA! = Пут је живот!

SUMMARY

USING THE PERSONAL COMPUTER IS EASIER THEN USING A TYPEWRITER

Dušan Ignjatić, B.Sc., C.Eng., M.Sc., Ph.D.,
Highway Institute, Belgrade

An attempt is made to show that every literate person, no matter what age of profession is, can immediately use the popular personal computers PC 386, PC 486 and newer one, even without any computer training course, but on condition that MS DOS 6.x and MS Windows 3.1x are properly installed, as well as the MS Word for Windows, Version 6.0 / (6a-6c), the most frequently used program for text processing today. Part of the article can be applied to old Word for Windows, Version 2.0, as well as to the Version 7.0 and to the newest MS Word 97. The fact is under-lined, that the comfort of PC using depends on the quality, performances and the price of PC hardware. For the used without English language knowledge, all important computer words are given in two languages; therefore the article becomes too long, so the continuation in the next Journal issue is necessary.

THE CHANGES OF BASIC INDICATORS FOR THE CAPACITY AND LEVEL OF SERVICE AS REGARDS MOTORWAY BASIC SECTIONS WITHIN THE FRAMEWORK OF "H.C.M." FROM THE YEAR 1965 TILL 1994

Prof. Ljubiša Kuzović, Ph.D., B.Sc.
Transport Engineering Faculty, Belgrade

The changes of capacity value of the traffic lane with ideal features, as well as the changes of reference values and the role concerning the level of service indicators for basic motorway section which had been carried out within the framework of "H.C.M." from 1965 till 1994 have been expounded in this article.

Critical analysis has set focus onto the changes of reference values and the role of speed as indicator in defining the level of service. In addition to the analysis on the changes of basic indicators for the capacity and level of service which had been carried out within "H.C.M." since 1965 till 1994, the values of indicators thereof have been also exposed, along with their roles which have been implemented in Yugoslavia in the past.

At the end, the author's attitude has been presented as regards the primary role of speed in defining the level of service of basic motorway sections, as well as the position on reference values of speed for certain levels of service being based on linear dependence of speed from the flow size.

CONTRIBUTION TO THE ANALYSIS OF BASIC PARAMETERS OF TRAFFIC FLOW ON DUAL-LANE ROAD WITH IDEAL GEOMETRY, AT THE PASSENGER CAR FLOW EQUAL TO PRACTICAL ROAD CAPACITY, IN THE FUNCTION OF UNEVENNESS OF THE PASSENGER CAR FLOW AS PER DIRECTIONS

Prof. Ljubiša Kuzović, Ph.D., B.Sc.
Transport Engineering Faculty, Belgrade

The article is analyzing the regularity of changes of basic traffic flow parameters (flow, speed, density) on the basic section of dual-lane road with ideal geometry, at the passenger car flow equal to practical capacity, in the function of unevenness of the passenger car flow as per driving directions. Critical review has been made as to how this issue has been elaborated in H.C.M. publications, being the leader in road capacity problematic. At the end, dimensions for all three basic parameters of traffic flow (flow, speed, density) have been defined at the capacity of basic section of dual-lane road of ideal geometry and passenger car flow, yet in the function of flow unevenness as per directions.

RURAL ROADS RECONSTRUCTION FROM THE TRAFFIC SAFETY POINT OF VIEW

Novica Stevanović, B.Sc., Civ. Eng.

Due to traffic accidents a large number of the killed and the injured together with the significant material damages as one of more severe social problems of modern civilization differently affecting all countries requires comprehensive analysis and the highest level of studying the causes of accidents and security measures in traffic within the complex sybernetic system of driver-vehicle-environment.

The objective of the present study is the reconstruction of rural roads which would result in higher level of safety driving all being based on initial presumption that there is a certain correlation between the road elements and the frequency and severity of accidents. The

basic aspects of safety driving, the precise aims and criteria as well as methods and procedures in the designing process of roads reconstruction are shown in this place.

Special attention is paid to the Preliminary Design of reconstruction including stated and more detailed elaboration of: traffic and technical analysis of accidents, analysis of present circumstances (geometrical and dynamical road analysis), relevant road defaults, required level of (in)security, alternative levels and the optimum level of reconstruction of considered section within it.

The justification of obtained reconstruction measures which will result in the reduction of the number of accidents is defined in the "Before and After" Analysis.

PRINCIPLES OF PAVEMENT QUALITY MANAGEMENT AT NETWORK LEVEL

Vera Mijušković, Ci. Ph. D., Goran Mladenović, Ci. M. Sc.
Vojislav Todorović, Ci.

Network optimization systems allow treatment of a great number of alternative strategies without a significant effort. Their transparency helps to understand some basic laws and properties of the time/effects function, but their accuracy is not satisfactory for a precise, section oriented improvement programming. Ranking systems, based on aggregated effects of project level optimizations, use an enhanced data input and their output is not always compatible with the effects obtained by network optimization systems. An overview of the analysis methods used in the contemporary pavement management systems as well as the possibilities to define the aims and strategies considered in these systems are presented in a paper. An example of network optimization systems based on nonhomogeneous Markov chains is also shown.

NEW COMPUTATION METHOD ON AGGRESSIVENESS AND EQUIVALENT TRAFFIC VOLUME OF PAVEMENTS

Prof. Zoran Radojković, Ph.D., M.Sc., B.Sc. (C.E.)
Faculty of Technical Sciences, Novi Sad

As a result of the first investigation stage in the field of pavements which are carried out within the framework of scientific-research project "Investigations in the field of transport facilities", the new, accurate computation method is being proposed as regards the total number of equivalent reference center lines N_e , and the aggressiveness coefficient KA for any specific traffic volume meant for analysis and dimensioning of all types of pavements. Furthermore, the proposal is made concerning general computation methodology of traffic volume aggressiveness coefficient on the road network in F.R. Yugoslavia.

THE VISCO-ELASTIC PROPERTIES OF MODIFIED BITUMEN BASED ON APP- AND SBS-POLYMERS

Imre Pap, B.Sc., Ph.D., Milorad Smiljanić, B.Sc., Ph.D.
Petar Rodić, B.Sc., Mihajlo Delari, B.Sc.

The most important properties of polymer-bitumen are durability and stability of structure because due to the attained rate of homogeneity the visco-elastic properties of polymer-bitumens will depend under operating conditions. Aimed at attaining homogeneous and thermo-stable mixes with APP additives the bitumen was obtained through the processing of paraffin naphtha "Velebit". The bitumen from naphthene-aromatic naphtha "Mol-Mix" was used for mixing with SBS-elastomer.

Within dynamic shearing tests on mechanic spectrometer the rheological characteristics of polymer-bitumen have been defined such as: complex modulus (G^*), storage modulus (E'), loss modulus (E'') and phase angle (δ) within temperature ranges from 30 to 130°C and with frequency of 0.1 up to 100 rad/s. Based on the results thus attained the quality appraisal of polymer-bitumens has been made on the basis of APP, APP-E and SBS-polymers as regards the resistance to permanent deformations and resistance to fatigue in relation to criteria of SHRP (Strategic Highway Research Project).

MAIN AND REGIONAL ROADS CONDITIONS IN THE AREA OF SJENICA MUNICIPALITY

Božidar Jovanović, B.Sc. (C.E.)
Republic inspector for public roads, Užice

The paper is expounding the general conditions of road network, its structure, stage of completion, pavement type, quality, routine and winter maintenance of roads and transit possibility in the area of Sjenica municipality.



**Мирко Живковић,
виши техничар**

Инжењери и техничари Црне Горе, а посебно чланови Друштва путева, 13. априла 1997. године, испратили су у 83-ој години живота на вјечни починак свог колегу Мирка Живковића, вишег техничара. Његов животни пут није био испуњен са много дјечјих радости и младалачке безбрижности. Напротив, био је тежак и трновит, као и већине оних из познате плејаде послеријатног техничког кадра, који су на својим плећима успјешно понијели тежак и одговоран посао обнове земље.

Беспуће у Пљеваљском срезу – његовом завичају рано га је определилило једном тешком али лијепо и хуманом позиву. Послије завршеног шестог разреда гимназије уписао се 1931. године на Вишу геодетску школу у Београду, коју завршава 1933. године.

Немирног духа, жељан знања и даљег усавршавања, иако у тешким животним условима, 1937. године уписује се на Технички факултет – саобраћајни смјер Универзитета у Прагу, као редован студент. Студије је, нажалост, морао прекинути 1939. године због фашистичке окупације Чехословачке, а капитулација Југославије 1941. године, затекла га је као резервног инжењеријског поручника.

Задојен слободарским напредним идејама, 1943. године ступа у јединице НОВ Југославије гдје обавља многе одговорне дужности, посебно из области саобраћајне струке. Након демобилисања, марта 1946. године, у чину капетана I класе, с обзиром да је Црна Гора у то вријеме била врло дефицитарна, не само инжењерским, него уопште техничким кадрам, почиње свестрану и плодну активност. У послу, од 1946. до одласка у пензију 1979. године, од Среског одбора у Пљевљима, Министарству индустрије на Цетињу, Секретаријату за саобраћај и Секретаријату за привреду Извршног вијећа Црне Горе, обављао многе врло одговорне дужности, свуда је био изузетно цијењен као стручан и одговоран радник.

Уваженом колеги Мирку Живковићу, као човјеку који је стекао

широк круг познаника и пријатеља међу грађевинарима и путарима Југославије, припада почасно мјесто, јер је увијек, са њему својственом педантношћу и са много одрицања, учествовао и дао значајан допринос, такође свакодневном побољшању путне мреже у Црној Гори. Зато није случајно да је међу првима проглашен за заслужног члана Друштва за путеве Југославије и Друштва за путеве Црне Горе, јер је и ту нашао времена да се са пуно ентузијазма укључи у афирмисање ових друштвено-стручних организација, као и за ангажовање у другим друштвено-стручним организацијама, АМС Југославије и Црне Горе, Савезу возача, Народне технике, Савјета за безбједност саобраћаја, СУБНОР-а и др. до своје мјесне заједнице и Савјета потрошача.

За свој свестран, ангажован и успјешан рад одликован је бројним одликовањима, међу којима Орден заслуга за народ II реда, Орден рада II реда, Орден за храброст и др. уз бројне плакете и повеље.

Због изузетних људских, моралних и стручних врлина, остаће у сјећању бројних пријатеља и колега, посебно нас који смо имали част и задовољство да са њима сарађујемо и радимо.

Љубомир Бољевић, дипл. инж.

ТЕКНОХ

D.O.O.

ТЕКНОХ д.о.о.

11070 БЕОГРАД • Омладинских бригада 86

Тел. 011/222-58-18 • Факс: 011/222-59-62

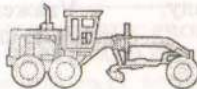
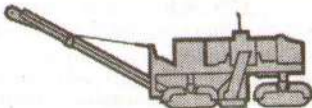
Ваш CATERPILLAR дилер

Увек са вама у градњи

- путева
- железница
- аеродрома
- хидроцентрала
- тунела
- високоградња

Са потпуно новим и најширим асортиманом машина
и потпуном подршком **CATERPILLAR** производа.

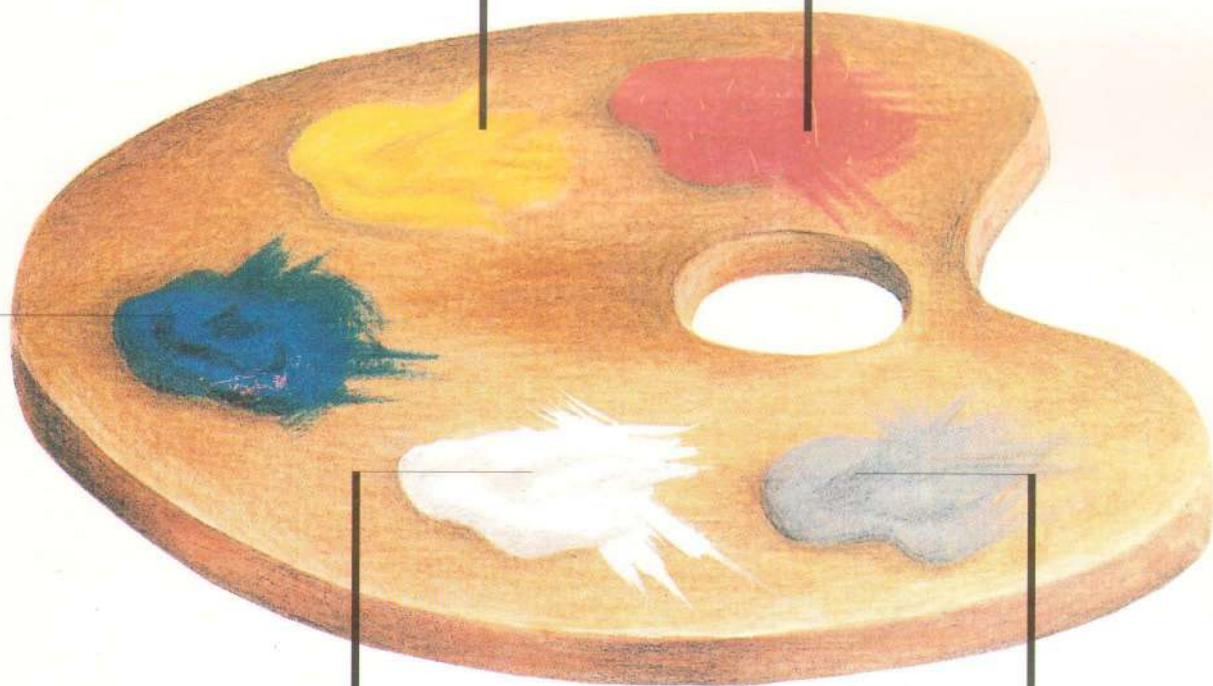
Обезбеђен сервис и резервни делови.

	Хидраулични багери		Дампери
	Универзалне машине за ископ и утовар		Грејдери
	Утоваривачи точкаши		Вибрациони ваљци
	Утоваривачи гусеничари		Ваљци са гуменим точковима
	Булдожери		Финишери
	Скрејпери		Глодалице за асвалт

Duga

Premazna sredstva
za industriju saobraćajnih
sredstava, mašingradnju
i metaloprerađivačku
delatnost

Sintetski polimeri
za industrijsku preradu



Dekoratívna
premazna
sredstva

Premazna sredstva
za proizvodnju finalnih
proizvoda od drveta
i rezanu grada

Premazna sredstva
različitih namena

**MI NE PRODAJEMO PROIZVODE
MI NUDIMO SISTEME ZAŠTITE**



Jugoslavija, 11000 Beograd, Viline vode 6, tel: 381 11-753255. fax: 381 11-766147, 764064, telex: YU 11128