



Пут и саобраћај

Бр. 2. 1999. • МАЈ-АВГУСТ • Год. XLV





ИНСТИТУТ ЗА ПУТЕВЕ Д.Д.

11000 Београд • П. факс 452 • Кумодрашка 257 • Тел. 011/466-522 • Саве Текелије 10 • Тел. 011/458-555
• Телекс: 11036 YUINSPUT • Факс: 011/466-886

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 | ☎ 3970-949 |
| ■ Директор економско-финансијских послова | ☎ 3974-238 |

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 1999 • Година XLV

Number 2

May-august 1999 • Year XLV

САДРЖАЈ

Мр Боривоје Алексић, дипл. инж. саобр.
Небојша Чубрило, дипл. инж. саобр.
УСЛОВИ ОДВИЈАЊА САОБРАЋАЈА НА
ПУТНОЈ МРЕЖИ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
НАКОН АГРЕСИЈЕ НАТО-а.....3

Проф. др Радомир Фолић, дипл. инж. грађ.
Мр Властимир Радоњанин, дипл. инж. грађ.
Мр Мирјана Малешев, дипл. инж. грађ.
ОШТЕЋЕЊА И РУШЕЊА МОСТОВА ПРЕКО
ДУНАВА У НОВОМ САДУ И КОД БЕШКЕ У
ПРОЛЕЋЕ 1999.....9

Небојша Радовић, дипл. инж. грађ.
ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ИСТРАЖИВАЊА
МОДЕЛА ПРОМЕНЕ СТАЊА КОЛОВОЗА НА
ПУТНОЈ МРЕЖИ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ.....21

Проф. др Милан Инић
ИНТЕЛИГЕНТНИ ТРАНСПОРТНИ СИСТЕМИ
И БЕЗБЕДНОСТ САОБРАЋАЈА.....31

Проф. др Александар Цветановић, дипл. грађ. инж.
Асист. мр Горан Младеновић, дипл. грађ. инж.
ПРЕВЕНТИВНО ОДРЖАВАЊЕ ПУТЕВА.....36

Др Петар Митровић, дипл. инж. грађ.
ПОТПОРНО-ОБЛОЖНИ ЗИДОВИ БЕЗ
ТЕМЕЉА, АНКЕРОВАНИ ЗА ТЕРЕН.....39

Проф. др Душан СВЕТЕЉ
SHRP - СТРАТЕШКИ ИСТРАЖИВАЧКИ
ПРОГРАМ ЗА ПУТЕВЕ - СА ПОСЕБНИМ
ОСВРТОМ НА МЕТОДЕ ИСПИТИВАЊА.....43

Benjamin G. Perez, AICP
ФИНАНСИРАЊЕ ИЗ ПРИВАТНИХ ИЗВОРА
И ПРОШИРЕЊЕ ЕВРОПСКЕ МРЕЖЕ
АУТОПУТЕВА.....51

КОНГРЕСИ, САВЕТОВАЊА,
СИМПОЗИЈУМИ.....59

IN MEMORIAM.....60

CONTENTS

Borivoje Aleksić, M.Sc., B.Sc. (Transp. Eng.)
Nebojša Čubrilo, B.Sc., (Transp. Eng.)
TRAFFIC CONDITIONS ON THE ROAD
NETWORK OF THE REPUBLIC OF SERBIA
AFTER NATO AGGRESSION.....3

Prof. Radomir Folić, Ph. D., C.E.
Vlastimir Radonjanin, M.Sc., C.E.
Mirjana Malešev, M.Sc., C.E.
DAMAGES AND DESTRUCTION OF
BRIDGES OVER DANUBE RIVER IN NOVI
SAD, AND NEAR BEŠKA SETTLEMENT IN
THE SPRING OF 1999.....9

Nebojša Radović, C.E.
EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF THE
MODEL REGARDING THE PAVEMENT
CONDITIONS ALTERATION ON THE ROAD
NETWORK OF THE REPUBLIC OF SERBIA.....21

Prof. Milan Inić, Ph. D.
INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS
AND TRAFFIC SAFETY.....31

Prof. Aleksandar Cvetanović, Ph.D., (C.E.)
Assistant Goran Mladenović, M.Sc., (C.E.)
PREVENTIVE ROAD MAINTENANCE.....36

Petar Mitrović, Ph.D., M.Sc., C.E.
RETAINING-VENEERED WALLS WITHOUT
FOOTING, ANCHORED TO THE TERRAIN.....39

Prof. Dušan SVETELJ, Ph. D.
SHRP - STRATEGIC HIGHWAY RESEARCH
PROGRAM - WITH PARTICULAR REVIEW
OF TESTING METHODS.....43



Издавачки савет:

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

Уредништво и редакција:

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

•

Главни и одговорни уредник:

Др Ђорђе Узелац, дипл. инж. грађ.
Тел. 011/651-193, факс: 011/653-060

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 фах 452, Кумодрашка 257, тел. 493-134

Годишња претплата за 1999. годину:

за радне организације 1400 динара; за остале претплатнике 120 динара; за иностранство 2000 динара. Претплата се плаћа унапред на жиро рачун Друштва за путеве Србије.

Појединачни примерци:

за радне организације 150 динара
за појединце у продаји 60 динара

Цене огласа:

по троброју на корицама 1500-3000 динара (спољашња и унутрашња страна); унутрашње стране у текстуалном делу 1/1 800 динара; 1/2 стране 600 динара; 1/4 стране 400 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 1400 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

Пут и саобраћај

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

Број 2 • Мај-август 1999 • Година XLV



"Од свега што човек у животном нагону води и гради, ништа није у мојим очима боље и вредније од мостова. Они су важнији од кућа, светлији од храмова, свачији и према сваком једнаки, корисни, водичићи увек смислено, на месту на коме се укршта највећи број људских потреба, истрајнији су од других грађевина и не служе ничему што је лоше или зло..."

Услови одвијања саобраћаја на путној мрежи Републике Србије након агресије НАТО-а

Мр Боровоје АЛЕКСИЋ, дипл. инж. саобр.
Институт за путеве, Београд

Небојша ЧУБРИЛО, дипл. инж. саобр.
Институт за путеве, Београд

ПРЕГЛЕДНИ РАД
УДК 656.11:625.711:355.012 НАТО

РЕЗИМЕ

У раду је дат преглед дејстава НАТО-а по путној мрежи Републике Србије. Наведени су, по путним правцима, путни потези на којима се догодила агресија, означена су на карти места агресије и приказани начини одвијања саобраћаја након престанка дејстава НАТО-а. НАТО је значајније дејствовао на 48 локација по путној и уличној мрежи Републике Србије. Последице дејстава по магистралној и регионалној путној мрежи, са саобраћајног аспекта, су отежани услови одвијања саобраћаја на 39 места дуж 20 путних правца. За 28 путних потеза у Републици Србији без Покрајине Косово и Метохија, код којих се саобраћај одвија обилазним путевима, наведен је начин одвијања саобраћаја и дате су дужине обилазних путних потеза. Такође је укључено на услове одвијања саобраћаја на Магистралној и Регионалној путној мрежи Републике Србије након агресије НАТО-а.

Traffic conditions on the road network of the Republic of Serbia after NATO aggression

Borivoje ALEKSIĆ, M.Sc., B.Sc. (Transp. Eng.)
Nebojša ČUBRILO, B.Sc., (Transp. Eng.)

REVIEW PAPER
UDC 656.11:625.711:355.012 NATO

SUMMARY

This paper is presenting the review of NATO air raids upon the road network of the Republic of Serbia. There is an indication of air raids on the map as per road routes, road stretches, and the ways how the traffic was carried out after the cessation of NATO air raids. Moreover, NATO acted upon 48 locations of roads and streets in the Republic of Serbia. The consequences of warring actions on main and regional road networks have been recorded, and on 39 spots along 20 road stretches traffic was made difficult. For 28 road stretches in the Republic of Serbia without Kosovo & Metohija Province, whereon the traffic was diverted, the modes of traffic performance and the lengths of diverting routes have been revealed in this paper. The traffic performance on main and regional road networks in the Republic of Serbia after NATO air raids has been indicated as well.

УВОД

НАТО пакт је дејствовао на 40 објеката дуж магистралне и регионалне путне мреже Републике Србије. Погођено је 35 мостова од чега 28 на магистралним путевима и 7 на регионалној путној мрежи. Такође, погођена су 3 надвожњака на магистралној путној мрежи, 1 надвожњак на регионалном путу Р 119 и 1 надвожњак у близини Хоргоша који повезује путеве М 22 и М 22.1. Осим тога, НАТО је дејствовао у више наврата и по коловозу магистралних и регионалних путева. Оштећења су била мањег интензитета и санирана су брзо након агресије.

Битно је истаћи и дејство НАТО-а по мостовима у Новом Саду, Владичином Хану, Трстенику и Крушевцу. Поред "Жежељевог" моста у Новом Саду на магистралном путу Нови Сад – Инђија – Београд (пут М 22.1), погођена су и преостала два моста преко Дунава на градској мрежи. У Владичином Хану, у центру града, погођен је мост на градској мрежи преко Јужне Мораве. Мета агресије у Трстенику био је стари челични мост преко Западне Мораве док је у Крушевцу погођен стари мост преко Расине.

Мете дејстава НАТО-а били су и мостови на локалној путној мрежи. Погођени су мост преко Топлице на путу Подина – Стара Божурња, стари челични мост преко Ибра у Биљановцу и мост преко Ибра у Брвенику.

Локације значајнијих дејстава НАТО-а по путној мрежи Републике Србије

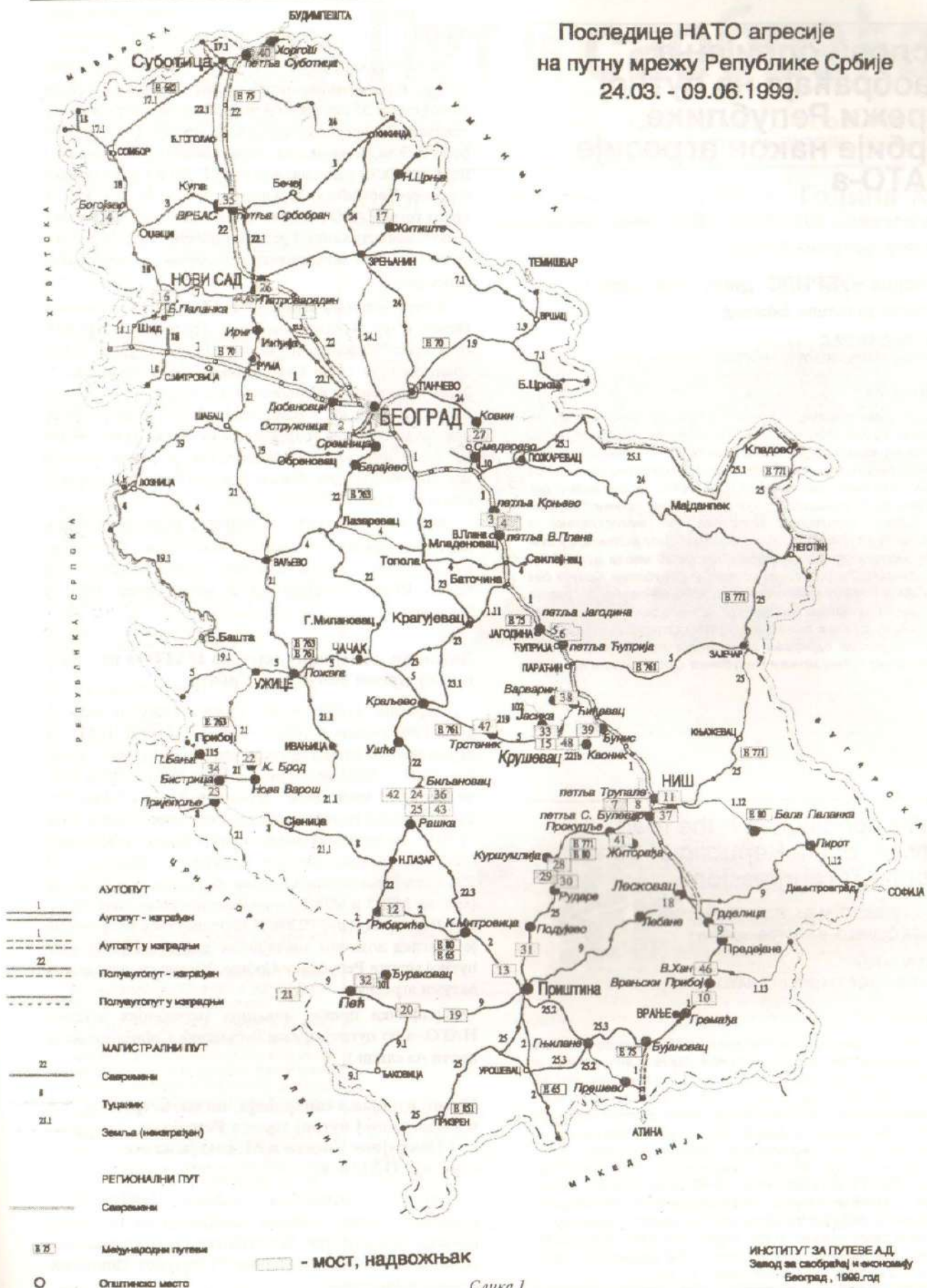
Агресија НАТО-а на нашу земљу почела је 24.03.1999. године и трајала је до 09.06.1999. НАТО је дејствовао по путној мрежи Републике Србије у периоду 01.04. – 30.05.1999. Прво дејство било је 01.04.1999. на челични мост преко Дунава у Новом Саду. Последње акције по путној мрежи Републике Србије биле су 30.05. на путним правцима према Косову и Метохији (мост у Лужанима на путу Подујево – Приштина (М 25), оштећења делова пута према Прешеву и Ђилиану (путеви М25.2 и М25.3)) и на мост преко Велике Мораве у Варварину (пут Р220). У наредној табели приказан је преглед локација значајнијих дејстава НАТО-а по путној мрежи Републике Србије. Уједно су наведени и датуми агресије.

Графички приказ локација значајнијих дејстава НАТО-а по путној мрежи Републике Србије дат је на карти на слици 1.

Начин одвијања саобраћаја на магистралној и регионалној путној мрежи Републике Србије без Покрајине Косово и Метохија након агресије НАТО-а.

Резултат значајнијих дејстава НАТО-а су измењени услови одвијања саобраћаја на 19 путних праваца, односно дуж 27 путних потеза магистралне и регионалне мреже Републике Србије без Покрајине Косово и Метохија.

Последице НАТО агресије на путну мрежу Републике Србије 24.03. - 09.06.1999.



Слика 1

Локације значајних дејстава НАТО-а по аутоној мрежи Републике Србије у периоду трајања агресије
24.03. – 09.06. 1999. године.

Број пута	Ознака места оштећења	Место и објекат оштећења	Датум агресије
Е 75 (М 22) Е 75 (М 1)	1	Бешка, мост преко Дунава	21.04.1999.
	2	Остружница, мост преко Саве, на обилазници Београда	29.04.1999.
	3	Велика Плана, мост преко Јасенице	11.05.1999. 18.05.1999.
	4	Велика Плана, надвожњак преко железничке пруге М. Крсна – В.Плана	18.05.1999.
	5	Јагодина, мост преко реке Лугомир	15.05.1999.
	6	Ђурија (Мијатовац), мост преко Велике Мораве	09.05.1999.
	7	Ниш, надвожњак преко железничке пруге Ниш – Скопље	11.05.1999. 18.05.1999.
	8	Ниш, мост преко Нишаве	28.05.1999.
	9	Грделица, мост преко Јужне Мораве и железничке пруге Ниш – Скопље	13.04.1999. 30.04.1999.
	10	Прибој Врањски, мост преко Јужне Мораве	12.05.1999.
Е 80 (М 1.12)	11	Ниш (Трупале), мост преко суве јаруге	18.05.1999.
	12	Рибариће, мост преко Врапчевске реке	05.04.1999.
	13	Приштина (Милешева), мост преко реке Лаб	28.04.1999.
М 3	14	Богојево, мост преко Дунава	06.04.1999.
М 5	15	Крушевац, мост преко Расине у граду	13.03.1999. 23.04.1999.
М 7	16	Бачка Паланка, мост преко Дунава	04.04.1999.
	17	Банатски Двор, мост преко Бегеја	20.05.1999.
М 9	18	Лесковац – чековички мост на Јабланици	28.05.1999. 29.05.1999.
	19	Лапушник, мост на путу Лапушник – Кијево (Бурђица)	12.05.1999.
	20	Клина, мост преко Белог Дрима	12.05.1999.
	21	Мурино, мост преко Лима на путу Мурино – Пећ	12.05.1999.
М 21	22	Кокин Брод, мост преко Увца	01.05.1999. 12.05.1999.
	23	Пријепље, мост преко Лима	04.05.1999.
М 22	24	Биљановац, мост преко Ибра	05.04.1999. 30.04.1999.
	25	Брвеник, мост преко Брвенице	28.04.1999.

Број пута	Ознака места оштећења	Место и објекат оштећења	Датум агресије
М 22.1	26	Нови Сад, "Жежељев" мост преко Дунава	06.04.1999. 21.04.1999. 23.04.1999. 28.04.1999.
М 24	27	Смедерево – Ковин, мост преко Дунава	16.04.1999.
М 25	28	Куршумлија, мост преко Топлице и железничке пруге Ниш – Приштина	06.04.1999. 15.04.1999. 18.04.1999.
	29	Куршумлија (Рударе), надвожњак преко железничке пруге Ниш – Приштина	06.04.1999. 18.04.1999. 19.04.1999. 30.04.1999.
	30	Куршумлија (Рударе), мост преко Косанице	13.04.1999. 16.04.1999. 19.04.1999.
	31	Лужане, мост на путу Приштина – Подујево	30.05.1999.
Р 101	32	Пећ (Ђураковац), мост на реци Исток	12.05.1999.
Р 102	33	Крушевац (Јасика), мост преко Западне Мораве	15.04.1999.
Р 115	34	Нова Варош (Бистрица), мост преко Бистрице	20.04.1999.
Р 118	35	Врбас, мост преко канала Бездан – Бечеј на путу Врбас – Фекетић	14.05.1999.
Р 119	36	Биљановац, надвожњак преко железничке пруге Краљево – Рашка	16.04.1999.
Р 214	37	Ниш, мост преко Нишаве у граду	09.05.1999.
Р 220	38	Варварин, мост преко Велике Мораве	30.05.1999.
Р 221	39	Ђунис, мост преко Јужне Мораве	23.04.1999.
Веза М 22 и М 22.1	40	Хоргош, надвожњак преко железничке пруге Хоргош – Суботица	12.05.1999.
Локални	41	мост преко Топлице на путу Подина – Стара Божурња	30.04.1999.
Локални	42	Биљановац, стари челични мост преко Ибра	30.04.1999.
Локални	43	Брвеник, мост преко Ибра	06.04.1999.
град	44	Нови Сад, мост "Слободе" преко Дунава	03.04.1999.
град	45	Нови Сад, челични мост преко Дунава	01.04.1999. 04.04.1999.
град	46	Владичин Хан, мост преко Јужне Мораве	12.05.1999. 18.05.1999.
град	47	Трстеник, челични мост преко Западне Мораве	01.05.1999.
град	48	Крушевац, стари мост преко Расине	23.04.1999.

Путни правац	Путни потез на коме се догодила агресија	Ознака места оштећења	Начин одвијања саобраћаја након агресије
Гр. Мађарске – Нови Сад – Београд – Ниш – гр. Македоније Е75 (М22, М1)	петља Нови Сад – Београд	1	петља Нови Сад – Тител – Перлез – Борча – Београд (петља "Мостар")
	Добановци – Остружница	2	пут није био у експлоатацији
	петља Крњево – петља Велика Плана	3, 4	за време агресије: – пут Р 214 после агресије: – Изграђена привремена девијација
	петља Јагодина – петља Ђуприја	5, 6	за време агресије: – пут Р 214 после агресије: – пут Р 214, – Понтонски мост
	петља Трупале – петља Северни булевар	7, 8	петља Трупале – пут М1.12 – петља Комрен – пролаз кроз град Ниш – петља Северни булевар
	Грделица – Предејане	9	пут Р 214
	Прибој Врањски – Грамађа	10	пут Р 239
	Укупан број оштећења	10	
Ниш – Пирот – Димитровград – гр. Бугарске Е80 (М1.12)	Петља Трупале – петља Комрен	11	Оштећење је на зауставној траци пута у смеру ка Београду. Саобраћај се одвија неометано возним тракама.
Граница Црне Горе – Рибариће – граница АПКМ (Подујево) М2	Рибариће – граница покрајине Косово и Метохија	12	Изграђена привремена девијација
Гр. Хрватске – Богојево – Кула – Врбас – Кикинда – гр. Румуније М 3	Гр. Хрватске – Богојево	14	Богојево – Српски Милетић – Сомбор – Бездан – Батина (граница Хрватске)
Краљево – Крушевац – Појате М5	Крушевац (улаз) – Крушевац (излаз)	15	Саобраћај се одвија изграђеном обилазницом Крушевца и алтернативним улицама у Крушевцу
Гр. Хрватске – Бачка Паланка – Нови Сад – Зрењанин – гр. Румуније, М 7	Граница Хрватске – Бачка Паланка	16	Бачка Паланка – Оджаџи – Нови Сад – Београд – Кузмин – граница Хрватске
	Житиште – Нова Црња	17	за време агресије: – Житиште – Бегејци – Банатско Карађорђево после агресије: – Житиште – Бегејци – Бан. Карађорђево – једном возном траком
	Укупан број оштећења	2	
Лесковац – Лебане – граница АПКМ (Приштица), М 9	Лесковац – Лебане	18	Локални пут, Некатегорисани пут
Ваљево – Пожега – Ужице – Нова Варош – гр. Црне Горе, М 21	Пожега – Нова Варош	22	за време агресије: – Пожега – Ивањица – Сјеница – Аљиновићи – Нова Варош после агресије: – Изграђена привремена девијација
	Пријеполје (улаз) – Пријеполје (излаз)	23	Алтернативне улице у Пријеполју
	Укупан број оштећења	2	
Краљево – Ранка – Рибариће – граница Црне Горе, М22	Ушће – Ранка	24	– стари челични мост у Биљановцу – некатегорисани пут
		25	– једна коловозна трака моста у Брвенику – изграђена привремена девијација
	Укупан број оштећења	2	

Нови Сад – Инђија – Београд, М 22.1	Нови Сад – Петроварадин – Рума	26	– Нови Сад – Тител – Перлез – Борча – Београд – Сремска Митровица – Рума – Нови Сад – Бешка – Инђија – Рума
Панчево – Ковин – Смедерево, М 24	Ковин – Смедерево – Раља	27	– Ечка – Борча – Београд – Раља – Панчево – Београд – Раља – Скела
Ниш – Прокуље – Куршумлија – гр. АПКМ (Подујево), М25	Куршумлија – Рударе	28	Р 222 (кроз Куршумлију) – локални пут (кроз Кастрат)
		29, 30	Некатегорисани пут
	Укупан број оштећења	3	
Крагујевац – Рековац – Крушевац, Р 102	Јасика – Крушевац	33	Скела
Бистрица – Прибој – Увац – гр. Републике Српске, Р 115	Бистрица – Прибојска Бања	34	за време агресије: – Бистрица – Нова Варош – Кокин Брод – Прибојска Бања после агресије: – Изграђена привремена девијација
Фекетић – Врбас – Савино село, Р 118	Фекетић – Врбас	35	Саобраћај се одвија алтернативним улицама у Врбасу
Крушевац – Александровац – Јошаничка Бања – Биљановац, Р 119	Јошаничка Бања – Биљановац	36	Саобраћај се одвија основном трасом пута смањеном брзином
Алексинач – Ниш – Дољевац, Р 214	Ниш (улаз) – Ниш (излаз)	37	Саобраћај се одвија алтернативним улицама у Нишу
Ћићевац – Варварин – Каленић, Р 220	Ћићевац – Варварин	38	Скела
Делиград – Ђупис – Каоник – Крушевац, Р 221, Р2216	Делиград – Ђупис – Каоник	39	Скела
Веза путева, М 22 и М 22.1	Веза путева М 22 и М 22.1	40	Саобраћај се одвија једном коловозном траком

Највеће штете претрпео је главни путни правац кроз Србију, Европски пут Е 75 који је уједно и коридор X мреже Европских путева. Дуж овог путног правца дејствовало је на 10 места при чему је погођено 8 мостова и 2 надвожњака преко железничке пруге.

На наредним странама наведен је, по путним потезима, начин одвијања саобраћаја на магистралној и регионалној путној мрежи Републике Србије без Покрајине Косово и Метохија након агресије НАТО–а.

За путне потезе код којих су измењени услови одвијања саобраћаја битно је располагати информацијама о дужини потеза пре агресије и дужини након агресије када се саобраћај одвија обилазним путевима. Такође је потребно сагледати величину саобраћајних токова пре агресије на нашу земљу.

У наредној табели приказани су подаци о дужини путних потеза пре и после агресије и подаци о величини саобраћајних токова на мрежи пре агресије. Подаци о величини саобраћајних токова преузети су из студије "План развоја путне мреже у Републици Србији за период 1997. – 2015."

Наведени подаци представљају део информација неопходних за анализе услова одвијања саобраћаја на мрежи пре и после агресије.

Услови одвијања саобраћаја након агресије су значајно поремећени у односу на стање пре агресије. Последице на саобраћајне токове су вишеструке:

– Вожња обилазним путевима са мањим капацитивним могућностима

– Мање брзине
– Дуже време путовања путника и робе
– Значајно погоршање безбедности учесника у саобраћају

– Лошије стање коловоза
– Интензивније пропадање алтернативних путева услед већег саобраћајног оптерећења од планираног
– Битне еколошке последице

Начин одвијања саобраћаја након агресије који је приказан у овом раду и подаци о мрежи пре и после агресије пружају могућност квантитативног сагледавања услова одвијања саобраћаја по путним потезима на којима је дејствовао НАТО. У периоду који је пред нама неопходно је извршити додатна саобраћајна истраживања на мрежи. Истраживањима је потребно прикупити информације на основу којих ће се спровести следеће анализе:

– Процена времена потребног за санацију свих штета на путној мрежи

– Анализа услова одвијања саобраћаја на путној мрежи за време док се оштећења не санирају

– Прорачун директних штета од оштећења објеката и путева

– Прорачун штета које су претрпљене у саобраћају за време трајања агресије

– Прорачун штета које су претрпљене у саобраћају после агресије

Добијени резултати треба да представљају аргументовану основу за формирање приоритета у санацији

Број пута	Путни потез	Услови одвијања саобраћаја		
		Пре агресије		После агресије
		ПГДС 1999. (воз/24х)	Дужина (км)	Дужина (км)
Е75 (М22) Е75 (М 1)	Петља Нови Сад – Београд	10000–15000	79.0	106.0
	Добановци – Остружница	Пут није био у експлоатацији		
	петља Крњево – петља Велика Плана		8(1.5) ⁽¹⁾	11.5 (1.6)
	петља Јагодина – петља Ђуприја	13500	12.8	16.4 (13.0)
	петља Трупале – петља Сев.Булевар	7500	3.4	17.8
	Грделица – Предејане	8500	2.2	3.4
	Прибој Врањски – Грамафа	8500	6.9	7.0
Е80 (М1.12)	петља Трупале – петља Компен	Оштећење је у зауставној траци. Саобраћај се одвија без застоја.		
М 2	Рибариће – граница АПКМ (Подујево)	2600	0.2	0.5
М 3	гр.Хрватске – Богојево	1000	45.0	95.0
М 5	Крушевац (улаз) – Крушевац (излаз)	Саобраћај се одвија изграђеном обилазницом Крушевца и алтернативним улицама у граду.		
М 7	граница Хрватске – Бачка Паланка	2500	60.0	164.0
	Жигиште – Нова Црња	3500	15.0	21.0
М 9	Лесковац – Лебане	4000	2.8	7.0
М 21	Пожега – Нова Варош	3500–8000	89.0(0.2)	138.0(0.4)
	Пријеполје (улаз) – Пријеполје (излаз)	Град	1.2	2.9
М 22	Ушће – Рашка	4800	Биљановац	
			2.7(0.2)	3.2 (0.4)
			Брвеник	
			0.15	0.20
М 22.1	Нови Сад – Петроварадин – Рума	5600–7700	41.0	68.0
М 24	Ковин – Смедерево – Раља	5700	53.0	81.0
М 25	Куршумлија – Рударе	3800	Обилазак Куршумлије	
			2.6	4.9
			пут Рударе – Куршумлија	
			4.2	4.2
Р 102	Јасика – Крушевац	1000	Понтонски мост	
Р 115	Бистрица – Прибојска Бања	1000	14 (0.1)	44 (0.1)
Р 118	Фекетић – Врбас	2200	1.3	3.2
Р 119	Јошаничка Бања – Биљановац	Саобраћаја се одвија успорено основном трасом пута.		
Р 214	Ниш (улаз) – Ниш (излаз)	Саобраћаја се одвија успорено основном трасом пута.		
Р 220	Ћићевац – Варварин	1000	Скела	
Р221, Р221б	Ђунис – Каоник	1000	Скела	
Веза путева М22 и М 22.1	Веза путева М 22 и М 22.1	Саобраћаја се одвија успорено основном трасом пута.		

¹⁾ 8(1.5) Дужина пре изградње привремене обилазнице (Дужина након изградње привремене обилазнице)

насталих штета. Такође, анализа штета у саобраћају насталих за време трајања агресије, као и анализа штета које трпе учесници у саобраћају услед оштећења путне мреже (како домаћи тако и иностранци), морају да

укажу на економску оправданост улагања средстава у путну мрежу ради њеног довођења у стање да може пропустити достигнуте и очекиване саобраћајне токове на Нивоу Услуге који је примерен значају пута.

Оштећења и рушења мостова преко Дунава у Новом Саду и код Бешке у пролеће 1999

Проф. др Радомир ФОЛИЋ, дипл. инж. грађ.
Мр Властимир РАДОЊАНИН, дипл. инж. грађ.
Мр Мирјана МАЛЕШЕВ, дипл. инж. грађ.

Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука,
Институт за архитектуру и грађевинарство,
Трг Доситеја Обрадовића 6, Нови Сад

ПРЕГЛЕДНИ РАД

УДК: 624.21:69.059.28:355.012 НАТО

РЕЗИМЕ

Велики број мостова у Србији је срушен или озбиљно оштећен НАТО пројектилма у пролеће 1999 године. Међу њима су сва три моста преко Дунава у Новом Саду и мост код Бешке, који је од изузетног значаја за саобраћај између северног и јужног дела Европе.

Мост код Бешке је једини претрпео оштећења која су била релативно лака за санацију, док је мост "Слобода" озбиљно оштећен. Међутим, пошто је део распонске конструкције и стубова остао неоштећен, мост се може санирати али су за то потребна велика улагања.

Распонска конструкција Варадинског моста је потпуно уништена, али су његови стубови незнатно оштећени и могу се искористити за будуће премостивање Дунава.

Жежељев мост је најдуже одолевао нападима пројектила. Описано је прво оштећење моста и интервенције које су након тога уследиле, да би се он оспособио за саобраћај.

У раду су дати основни технички подаци о конструкцији поменутих четири моста и њиховим саобраћајним карактеристикама. Такође су приказани и неки подаци о саобраћају који се одвијао преко ових мостова и о превозињу ценовода.

Damages and destruction of bridges over Danube river in Novi Sad, and near Beška settlement in the spring of 1999

Prof. Radomir FOLIĆ, Ph.D., C.E.
Vlastimir RADONJANIN, M.Sc., C.E.
Mirjana MALEŠEV, M.Sc., C.E.

REVIEW PAPER

UDC 624.21:69.059.28:355.012 NATO

SUMMARY

Many bridges in Serbia were seriously damaged or destroyed by NATO missiles in April 1999. Among them there are three bridges crossing the river Danube in Novi Sad, along with the bridge near Beška settlement, being the most important one for traffic between the northern and southern parts of Europe. The damage of the bridge near Beška settlement was easy to repair, while bridge "Sloboda" was damaged seriously. However, since the part of span structure and piers remained undamaged, this facility could be repaired easily, yet it requires large investments. The span structure of "Varadin" bridge is torn down totally, while piers are damaged slightly and could be repaired and utilized for future over crossing of Danube river. Zeželj's bridge resisted missile attacks for the longest period of time. The paper gives the description of the first damage done to the bridge and the course of actions that was undertaken afterwards to put it into function again. This paper presents basic technical data on the bridges and respective traffic characteristics. Moreover, it is revealing also certain traffic data over these bridges and pipeline over bridging.

"Од свега што човек у живојном нагону подиже и гради, ништа није у мојим очима боље и вредније од мостова. Они су важнији од кућа, светлији од храмова, свачији и према сваком једнаки, корисни, подигнути увек смислено, на месту на коме се укрштају највећи број људских потреба, истрајнији су од других грађевина и не служе ничему што је штатно или зло..."

Иво Андрић

1. УВОД

Прелази преко река су одувек били најважнији делови путева и највећи градитељски изазови. Да би задовољили природну тежњу за комуникацијом и повезивањем обала река, људи су најпре користили скеле, а затим су постављали понтоне и градили мостове. На делу Дунава кроз Србију, веома дуго су коришћене скеле, зато што се ради о широкој и дубокој реци, тешкој за премостивање. Интересантан је податак из 1961 године, да је на дужини од 362 км, колико износи ток Дунава кроз Србију, постојало 20 скелских прелаза [12]. За прелазак преко Дунава од краја 19 века почели су да се користе и мостови. До 1981 године на Дунаву кроз нашу земљу изграђени су следећи мостови [2] [15]:

- железнички мост "Нови Сад–Петроварадин" (1883, срушен 1941),

- друмски мост "Мост принца Томислава" (1928, срушен 1941),

- железнички мост "Богојево–Ердут" (1911, саниран 1946),

- друмски мост "Варадински мост" (1946),

- друмски и железнички мост "Београд–Панчево" (1959–1964),

- друмски и железнички мост "Жежељев мост" (1957–1961),

- мост за превозиње нафтних деривата и природног гаса "Смедерево" (1973–1974),

- друмски мост "Бездан–Батина" (1972–1974),

- друмски мост "Бешка" (1971–1975),

- друмски мост "Смедерево–Ковин" (1973–1976),

- друмски мост "Богојево–Ердут" (1977–1980),

- друмски мост "Слобода" (1976–1981) и

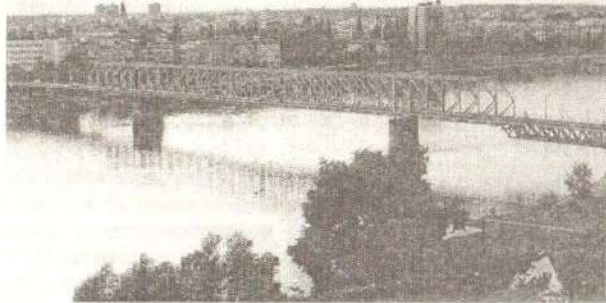
- друмски мост "Бачка Паланка–Илок" (1976–1981).

Паралелно са развојем путног и железничког саобраћаја преко Дунава, развијао се и водни саобраћај. Пловни пут Дунавом обезбеђен је кроз целу нашу земљу, а након повезивања у систем Рајна–Мајна–Дунав постао је један од најважнијих водених путева Европе.

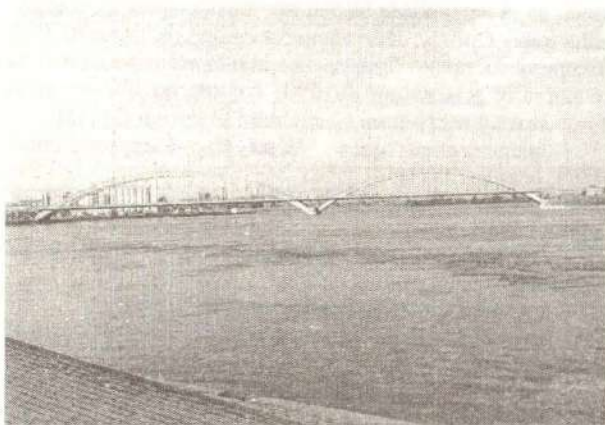
У периоду од 24.03 – 09.06.1999 године, током НАТО агресије на нашу земљу, на Дунаву су једино остали неоштећени друмско–железнички мост Београд–Панчево и мост код Смедерева, за превозиње нафтних деривата и природног гаса. Због значаја који су за живот грађана и за одвијање међународног путног и железничког саобраћаја имали новосадски мостови и мост код Бешке, ови порушени мостови су детаљније приказани.

Иако сваки мост за себе представља значајно градитељско дело, посебно преко тако широког тока реке као што је Дунав у нашим крајевима, мостови у Новом Саду и мост код Бешке, се издавају као остварења која се могу сврстати у сам врх европске и светске мостоградње.

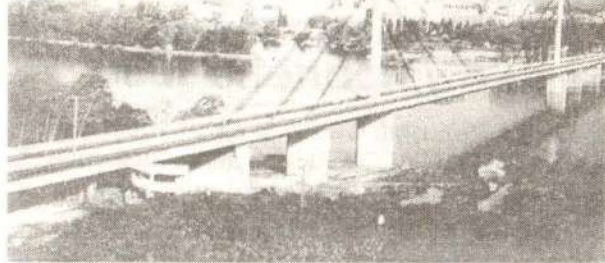
- Варадински мост (слика 1) саграђен је 1946 године као први челични мост у Европи после II светског рата, на доњем строју моста принца Томислава који



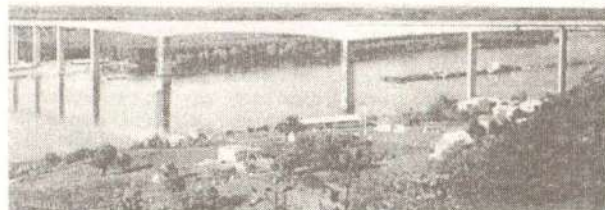
Слика 1. Варадински мост у Новом Саду



Слика 2. Жежељев мост у Новом Саду



Слика 3. Мост "Слобода" у Новом Саду

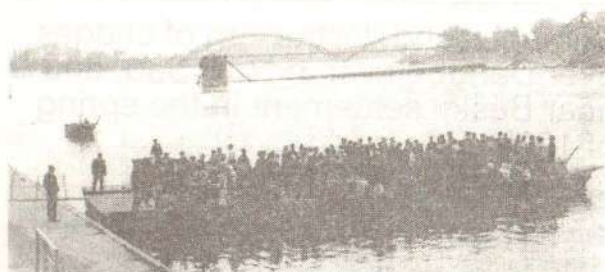


Слика 4. Мост преко Дунава код Бешке

је срушеном током II светског рата, за рекордно време од само 160 дана.

- Жежељев мост (слика 2), представљао је мост са изванредно осмишљеним пројектним решењем, комплексним фундарањем и начином грађења. Главна мостовска конструкција са два пара армиранобетонских лукова великих распона (211 и 166 м) представљала је рекорд тог времена.
- Мост "Слобода" (слика 3) је био једини мост на Дунаву који је у Југославији изграђен са пуним аутопутним профилем. Мост је естетски био изузетно добро уклопљен у околину – реку, обале и град. Модерна мостовска конструкција система – мост са косим кабловима (главног распона 351 м) представљала је рекордни распон тог времена за мостове овог система.
- Мост преко Дунава код Бешке (слика 4) представља достигнуће врхунског домета на конструкторском, пројектантском и извођачком подручју мостостројарства. Моста је дугачак 2250 м. Поред импозантних димензија конструкције, мост се издваја и по великом броју различитих метода грађења, укључујући и специфичности фундарања.

Нажалост, на преласку у 21 век, након НАТО агресије и рушења сва три новосадска моста прекинут је путни и железнички саобраћај, а једино средство за прелаз између Бачке и сремске стране поново су поставиле ске (слика 5). Рушењем ових мостова прекинута је



Слика 5. Дунав без мостова поново прелази скелом

и пловидба Дунавом, а након рушења моста код Бешке прекинут је и један од најважнијих путних праваца Европе Е-75.

2. САОБРАЋАЈ И ИНФРАСТРУКТУРА

Поред мостова, као дела копнених саобраћајница, пловни пут Дунавом је веома важан за повезивање северног и јужног дела Европе. Његов значај порастао је последњих година јер се нашао у пловном систему Рајна-Мајна-Дунав, као изузетно важне водене саобраћајнице седмог коридора Европе (Е-7). Он спаја Северно море (Ротердам) са Црним морем (Сулина) [16] и пуштен је у саобраћај 1995. године. Наиме, права пловидбе била су регулисана Дунавском конвенцијом подунавских земаља још 1948. године, а након отва-

Табела 1. Број возила на дан

Година	Жежељев мост	Варадински мост	Мост слободе	Укупно
1986	8173	12491	14654	35318
1987	9101	16126	16371	41598
1996	10949	11512	12529	35000
1998	12000	15000	16000	43000

рања пловног пута Рајна-Мајна-Дунав права пловидбе регулисана су посебним уговорима.

Иако је у нашој земљи ова врста саобраћаја била потиснута, процењује се да је укупни промет нашим делом Дунава био 20.000.000 тона, годишње [16].

Водни саобраћај Дунавом прекинут је одмах након рушења првог моста – Варадинског моста, чиме је нанета велика штета многим европским а нарочито подунавским земљама. Поред великих економских губитака, рушење мостова изазвало је и велике еколошке проблеме. Сва три новосадска моста су срушена тако да је њихова расподела конструкција пала у пловни део Дунава, па је веома тешко прогнозирати када ће овај вид саобраћаја бити поново успостављен.

Прекид друмског саобраћаја између бачке и сремске стране причињава велике штете становништву због отежаног одласка на посао, снабдевања и коришћења здравствених и других услуга. Према [10] процењени број прелазака возила, на дан, за сва три моста приказан је у Табели 1. Број возила је осциловао због ограничене количине горива и пада економске моћи становништва.

Пре рушења новосадских мостова, друмски теретни саобраћај обављан је једино преко Жежељевог моста, а остала два моста су преузимали индивидуални и највећи део јавног превоза.

Друмски мост код Бешке налази се на веома фреквентној – главној саобраћајници Е–75. Његовим делимичним рушењем прекинута је ова саобраћајница која спада у путеве највишег европског ранга и представља део система ТЕМ. Пружа се од крајњег севера Европе од места Нордкап на северу Норвешке до места Ситија на југу Грчке, што су најудаљеније тачке Европе у правцу север – југ (3.700 км ваздушне линије). Пут Е–75, сем што повезује северну, средњу и јужну Европу пролази и кроз девет земаља. У Југославији Е–75 се у Београду спаја са Европским путним правцем Е–70, тако иде све до Ниша, где се према Софији односно Истанбулу одваја путни правац Е–80, а Е–75 наставља према Скопљу, односно Атини.

Основни значај овог путног правца на територији СР Југославије је што валоризује транзитну функцију југословенског простора у ширем међународном коридору, а правац нарочито добија на значају након промена које су се у 1989. години десиле у земљама Источне Европе. Овим променама дошло је и до промене саобраћајне слике и промене саобраћајних токова на правцу између Западне Европе и Средњег и Блиског

Истока, тако да је овај првац најкраћи и по географском положају најповољнији [3].

Подаци о просечном дневном саобраћају возила по годинама, на путу Е–75 приказани су у Табели 2. Подаци су сачунали на основу информација добијених са аутоматског бројача саобраћаја бр. 215 "Ковиљ", који се налази на путу Е–75, деоница Нови Сад – Ковиљ [3].

Новосадски мостови имали су изузетан значај и у водоснабдевању, јер је водоводни систем града и околних насеља решен као јединствена функционална целина, па су изворишта, резервоари и прерада воде лоцирани на обе обале Дунава. Преко Жежељевог моста био је изграђен цевовод сирове воде $\varnothing 600$, преко Варадинског моста цевовод чисте воде $\varnothing 450$, а преко моста "Слобода" цевовод чисте воде $\varnothing 900$ мм. Поред тога, преко новосадских мостова су превођене и инсталације за електричну енергију, телекомуникације и гас. Такође, и мост код Бешке се осим за путни и пешачки саобраћај користио и за превођење гасног цевовода.

Рушењем новосадских мостова уништене су и водоводне инсталације, тако да још увек траје вишемесечни прекид снабдевања питком водом великог броја становника (око 40.000), што представља озбиљан egzистенцијални проблем.

Из овог кратког приказа види се изузетан значај срушених мостова, не само за несметано одвијање локалног саобраћаја, за нормално одвијање живота у насељима на обе стране Дунава, већ и за путну, железничку и везу водним путем између Северне и Јужне Европе.

3. МОСТ "СЛОБОДА" У НОВОМ САДУ

Мост "Слобода", укупне дужине 1312 м, налази се на Дкм 1257.60, и има шест саобраћајних трака. Мост је на десној обали повезан са удвојеним тунелом дужине 385 м. Кроз мост пролазе инсталације водовода, електроенергетски каблови и ТТ каблови.

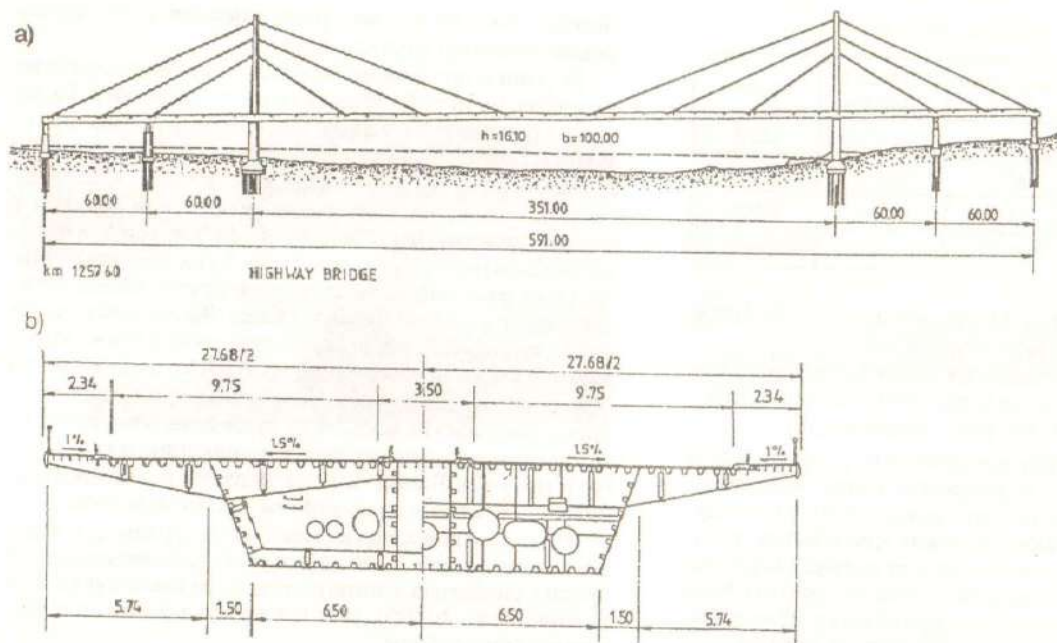
Овај мост спада у групу мостова са косим кабловима, који се као савремени мостовски системи примењују за средње и велике распоне. У овом систему изграђено је укупно 7 мостова на Дунаву. Главни распони свих мостова са косим кабловима на Дунаву се крећу од 150 – 351 м, при чему је највећи распон остварен управо на мосту у Новом Саду.

Мост је грађен од 1976. до 1981. године, ослања се на 23 стуба и састоји се из четири конструкцијске целине:

- Приобалне конструкције од претходно напрегнутог бетона на левој обали, дужине 301 м;
- Прилазне спрегнуте конструкције на левој обали, дужине 240 м;
- Главне челичне мостовске конструкције распона $2 \times 60 + 351 + 2 \times 60 = 591$ м (слика 6);
- Прилазне спрегнуте конструкције на десној обали, дужине 180 м, ширина моста је 27.68 м, од чега је ширина коловоза 2×9.75 м, а пешачке стазе су по 1.5 м са обе стране коловоза. У средишњем делу попречног пресека (3.5 м) је разделна трака у коју су смештени пилони и косе затеге. Подужни нагиб моста је 2%, а на прилазу ка тунелу 4%. Приобална конструкција, од

Табела 2. Просечан дневни број возила по годинама

	Просечан годишњи дневни саобраћај (возила/дан)									
Година	1989.	1990.	1991.	1992.	1993.	1994.	1995.	1996.	1997.	1998.
Возила/дан	7.034	7.506	8.704	8.676	5.672	6.457	7.039	8.738	9.774	10.119



Слика 6. а) Диспозиција главне конструкције Моста "Слобода" б) Попречни пресек

претходно напрегнутог бетона, подужно је раздвојена на два дела. На обе обале моста изведена су завојна степеништа за пешаке [5].

Главна челична конструкција састоји се од греда за укрупњење, пилона и затега (ужади). Грета главне конструкције је троугаоног сандучастог пресека, трапезног облика висине 3.8 м, а у главном распону је прихваћена са по три коса кабла (са оба пилона), који су постављени у средњој равни по "харфа" распореду на размазима 54+48+48 м (са обе стране симетрично). Главна конструкција је подељена на 43 монтажна поља дужине 9–18 м, тежине од 110 т до 200 т. Монтажа се обављала од крајњих стубова, са једне и друге стране, симетрично ка средини, помоћу "Дерик" дизалица, носивости 240 т, које су подизале монтажну пољу са пловила. За монтажу два поља са леве стране урађени су монтажну-демонтажни ослоњци, а главни отвор монтиран је конзолно – слободном монтажом, од једне до друге косе затега. Само је средњи сегмент главног отвора – "упасовани" елемент – монтиран пловном дизалицом. Последњи монтажни наставак завариван је при уједначеној температури конструкције.

Пилони моста, укупне тежине 610 т, висине 58.7 м од равни коловоза, постављени су у осни моста, изнад стубова главног отвора, а укљештени су у мостовску греду. Пилони су састављени од радионички припремљених елемената и монтирани аутодизалицама. Коси каблови се састоје од по 4 ужа са паралелним жицама 242–312 ф 7. За њихову монтажу коришћене су косе скеле, од челичних решетки са шинама, а за каблове над водом аутодизалица. Дужина ужади је била од 63.88–161.03 м, а њихова укупна тежина 445 т. Инјектирање каблова изведено је истовремено са обе стране, одоздо на горе по фазама, уз претходно наношење додатног терета који је симулирао корисно оптерећење.

Коловозна конструкција приобалног дела бетонирана је на челичној монтажној скели. Бетонирање је обављено у три фазе: доња плоча, ребра и горња плоча. За преднапрезање су употребљена ужад 36 ф 7 мм у систему ИМС. Прилазне спрегнуте конструкције су систе-

ма просте греде. Монтажа је обављена аутодизалицама, а бетонирање коловозне конструкције преко монтажних оплате ослоњене вретенастим дизалицама на челичну конструкцију.

Темељење стубова, изведено је на бушеним шиповима ф 120 и 150 мм, система Hoshstrasser–Weise, а темељ десног обалног стуба у отвореној јами уз заштиту прибојем од челичних талпи. За десни стуб у речном кориту шипови су рађени телескопски, због потребе проласка шипова кроз клизну равну (на 37 м од равни бушења), до дубине од 40 м.

Између главне и прилазних конструкција, због великог дилатационог хода конструкције, изведене су зглобне дилатације са дилатационим ходом ± 200 и ± 300 мм.

Испитивање конструкције, под пробним оптерећењем, дало је изванредно поклапање рачунских и мерених вредности деформација [6].

Главни аутор пројекта је академик Никола Хајдин са пројектантима проф. Г. Ненадићем и П. Желалићем. Извођач радова била је "Мостоградња" Београд, челичну конструкцију испоручио је "Ganz Mavag" из Будимпеште, а носећу ужад "Stahlton" AG из Цириха [8].

Током НАТО агресије погођени су најбиталијни делови моста, који су најбиталијнији за стабилност конструкције. Мост је срушен у суботу 3. априла 1999. године у 19.55 h. Први пројектил погодио је базу пилона на левој страни моста, а други пројектил је оштетио унутрашњу страну пилона на десној страни. Рушење пилона на левој страни довело је до кидања косих каблова, што је изазвало прелом и пад главне мостовске конструкције – поље распона 351 м (слика 7 и 8).

Пад ове конструкције довео је до великог хоризонталног померања – клизања мостовске конструкције и нагињања стубова у суседним пољима са леве стране моста. Померање стубова јасно се уочава на слици 7. Детаљ оштећења врха стуба и нарушене везе са челичном мостовском конструкцијом види се на слици 9.

Померање стубова довело је и до пада последњег поља прилазне спрегнуте конструкције на левој страни (слика 7 и 10).



Слика 7. Срушена конструкција моста са леве (новосадске) стране (срушено главно поље и пилон, нагињање стубова ка средини моста и срушено последње поље прилазне конструкције)



Слика 8. Срушена конструкција моста са десне (каменичке) стране (срушено поље прилазне конструкције, оштећен пилон и покидани каблови, срушено главно поље моста)



Слика 9. Детаљ оштећења врха стуба

Такође и на другој (десној) страни дошло је до урушавања последњег поља прилазне конструкције (слика 8 и 11).

На наредним сликама приказано је неколико детаља оштећења моста (слике 12, 13 и 14).

Процењена директна штета на мосту "Слобода", узимајући у обзир радове на санацији описаних оште-



Слика 10. Рушење последњег поља прилазне конструкције са леве стране



Слика 11. Рушење и прелом последњег поља прилазне конструкције са десне стране



Слика 12. Изглед срушеног пилона

ћења као и радове на вађењу срушених делова конструкције из Дунава, износи око 65 – 70% од укупне грађевинске вредности моста.

4. ЖЕЖЕЉЕВ МОСТ

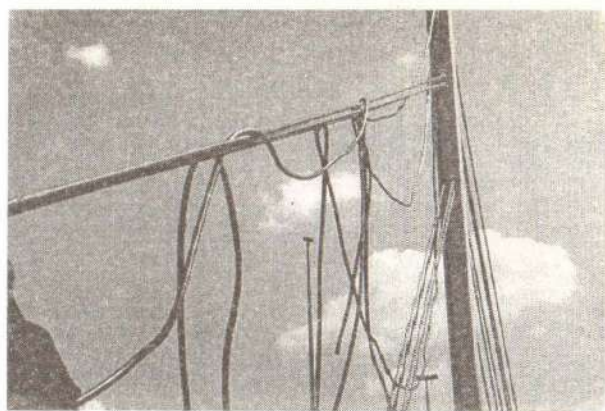
На Дунаву постоји укупно 11 мостова лучног система и сви су челични мостови осим Жежељевог – бетонског моста у Новом Саду и каменог у Регензбургу. Сви



Слика 13. Детаљ оштећења базе пилона са десне стране
моста

ови мостови се користе за друмски саобраћај осим моста у Новом Саду који је служио и за друмски и за железнички саобраћај. Мост се налази у израженој кривини Дунава, ширине 340 м, који је на том месту брз и дубок. За овај систем мост је великог распона.

Дужина моста је 466 м. Пловни део пута премошћен је луком распона 211 м, а преостали део реке луком распона 165.75 м, оба са стишеношћу 1/6.5 (слика 15а). Лукови су сандучастог попречног пресека и повезани су решеткастим ромбоидним спретом од монтажних претходно напрегнутих елемената Т пресека. Растојање

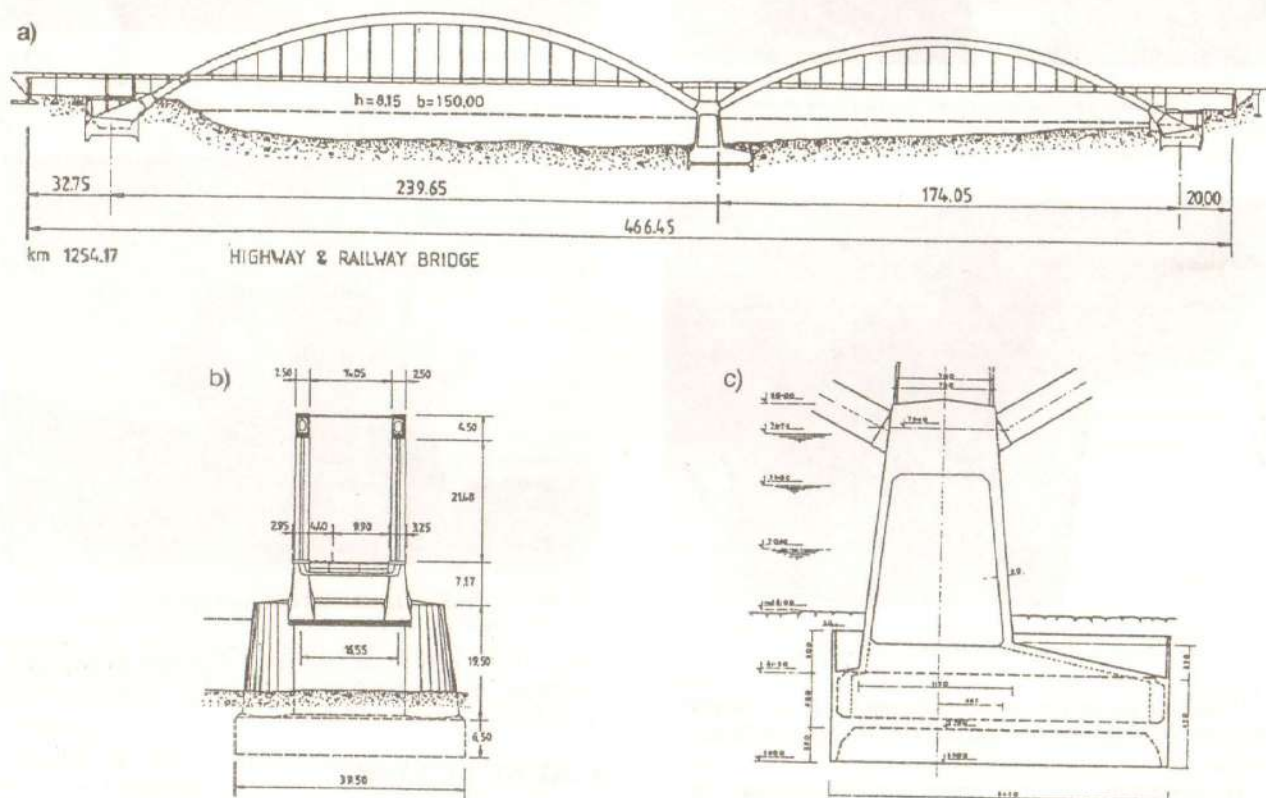


Слика 14. Деталь аокиданих и ошћених каблова

између лукова је 14.05 м (слика 15б), а укупна ширина попречног пресека моста је је 20.5 м.

Ширина железничког дела је 4.40 м, друмског дела 9.0 м, а пешачких стаза 3.15 м.

Коловозна плоча је армиранобетонска, армирана у два правца, ослоњена на четири подужна носача и на главне и секундарне попречне носаче. Главни попречни носачи су монтажни претходно напрегнути и постављени су на размаку од 8.7m у великом и 8.15m у малом отвору. Ови носачи су помоћу вешалки обешени на лукове, а у зони речног и обалних стубова су ослоњени на стубове и лукове (слика 15а). У срединама размака главних попречних носача постављени су се-



Слика 15. Диспозиција Жежељевог моста: а) продужни пресек, б) попречни пресек кроз теме већег лука, ц) попречни пресек кроз речици ситуб и кесон

кундарни попречни који такође повезују подужне носаче. Конструкцијски елементи су били преднапрезани кабловима система ИМС од $6 \varnothing 7$ мм и $6 \varnothing 5$ мм.

Лукови су укљештени у своје опорце, који су изграђени на земљишту слабе до средње носивости. Поред пошег квалитета тла, у циљу спречавања хоризонталног померања крајњих опораца под хоризонталним појасима од сопствене тежине моста (87.000 kN и 56.000 kN) [19], сва три опорца фундирана су на великим пнеуматским кесонима. Такође је извршено и сабијање песковитог земљишта иза стубова преднапрезањем земљишта хидрауличким јастуцима. Средњи – речни стуб, због различитих распона прима несиметричне појасе, па је због тога овај кесон асиметрично постављен у односу на осу стуба (слика 15ц). И кесон и стуб су сандучастог пресека, укрупњени унутрашњим зидом – ребром [18]. Темљеви крајњих стубова су постављени плитко на фином песку.

Приступне конструкције су сандучастог попречног пресека. На левој страни, ка Новом Саду, приступна конструкција је система континуалног носача са три поља $10.0 + 20.0 + 10.0$ м и са прелустом од 3.5 м, а на десној обали је проста греда, распона 26.0 м са конзолом од 2.72 м.

Да би се избегле сложене и скупе скеле на реци, грађење је организовано по фазама. Прво су саграђени велики темљеви, затим на њима лукови са спрегивима. После тога је уклоњена скела и ослобођено корито Дунава, а помоћу шлепова довозена је и монтирана, а затим и бетонирана коловозна конструкција.

Пошто је Дунав на том месту дубок и има велику брзину, било је неопходно подупирање скеле за бетонирање већег лука, привременим армиранобетонским стубовима темљеним на претходно напрегнутим шиповима. Поред тога, морало се обезбедити нормално одвијање речног саобраћаја са пловним пролазом од 100 м у средњем делу великог отвора, у току грађења. То је условило решење скеле са четири монтажна двоглобна лука, распона 108 м [7].

Пројекат је рађен у Институту за испитивање материјала СР Србије. Одговорни пројектант био је академик Бранко Жежељ са сарадницима И. Стојановићем, Б. Петровићем и Д. Ђертићем. Радове је извело ГП "Мостоградња", Београд [14].

Од почетка коришћења објекат је пажљиво праћен уз предузимање одговарајућих мера одржавања. Редовно је праћено понашања конструкције моста са регистрацијом свих појава које утичу на стабилност и трајност конструкције.

До 1986. године није било већих интервенција на конструкцији [4]. Тада је након детаљног прегледа процењено стање које је указивало на потребу санације неких елемената конструкције. Исте године урађен је пројекат санације (пројектант ИМС, Б. Војиновић), којим је предвиђено отклањање свих недостатака и оштећења. Пројектом санације предвиђени су следећи радови [4]:

- поправка сегрегираних места на бетонским површинама,
- ињектирање прелина на конструкцијским елементима,
- поправка унутрашњости стубова,
- заштита откривене или корозијом захваћене арматуре,
- заштита бетонских површина.

Да би се обезбедила потребна сигурност под гравитационим и хоризонталним оптерећењем појачани су елементи спрега против ветра. То је реализовано додавањем металних плоча, тј. претварањем бетонских елемената спрега у спрегнуте елементе. За реализацију ових радова примењена је специјална скела која се покретала дуж лукова.

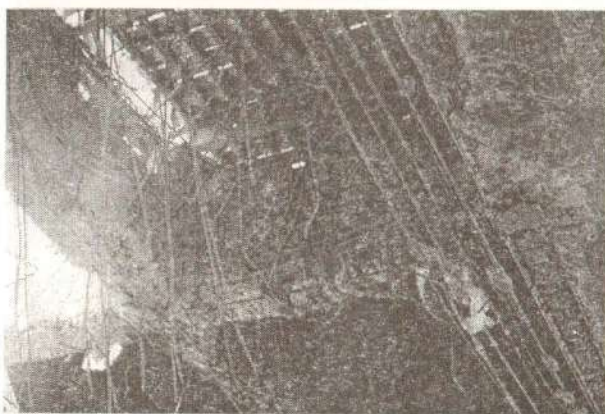
Поред тога, поправљена је и коловозна плоча, подужни и попречни носачи. Скела за извођење ових радова је у подужном правцу, покретана преко котрљајућих лежајева. Ограда, парапети и приступне конструкције су такође санирани и заштићени од даљег пропадања. Радови су завршени крајем 1989. године, а радови на реконструкцији железничког колосека 1993. године. Тиме су употребна вредност моста и његова сигурност битно побољшани.

Жежељев мост је надјуже одолевао НАТО пројектилима и срушен је тек у петом покушају. Први пут је погођен у понедељак, 5. априла у 22.20 h, други пут у среду, 21. априла о 02.30 h, трећи пут у четвртак, 22. априла у 15.10 h, затим у суботу, 24. априла у 03.15 h, да би био срушен 26. априла 1999. године у 01.20 h.

Прво ракетирање моста, 5. априла, озбиљно је оштетило коловозну конструкцију поља изнад темљева лука и приступне конструкције ка Петроварадину (слика 16). При томе су, поред коловозне плоче, били оштећени попречни носачи (слика 17) и два подужна носача



Слика 16. Оштећење коловозне конструкције после првог ракетирања



Слика 17. Изглед оштећене коловозне конструкције са доње стране



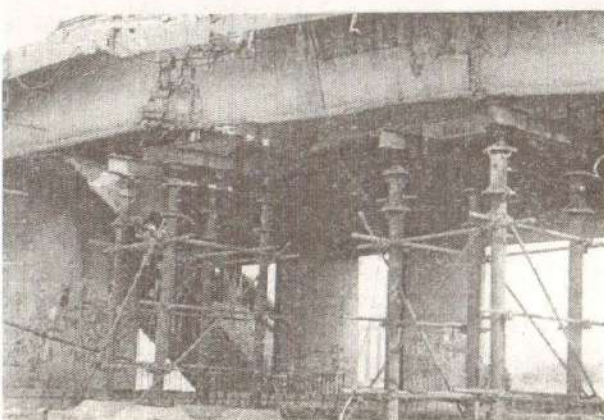
Слика 18. Оштећење крајњег подужног носача и део решеткиасте конструкције за санацију после првог ракетирања

на делу за друмски саобраћај. Нарочито је тешко био оштећен крајњи подужни носач, распона 20 м и пешачка стаза (слика 18).

У тим условима отежано се одвијао друмски саобраћај, наизменично, само у једном правцу. Одмах након ових озбиљних оштећења конструкција је са доње



Слика 19. Радови на подупирању и санацији оштећеног дела конструкције моста



Слика 20. Детаљ подупирања



Слика 21. Радови на санацији оштећене конструкције на делу речног стуба

стране подупрта металним стубовима и челичним носачима (I – профил) у циљу обезбеђења конструкције од пада (слика 19 и 20). Затим се приступило решавању проблема одвијања саобраћаја у оба правца. Пошто је трака од Петроварадина ка Новом Саду могла да прими саобраћај, за други правац је постављена монтажна решетка која се са обе стране остањала на неопштећену здраву конструкцију. На доњем појасу ове решеткиасте конструкције, која се види на слици 18, постављен је коловоз. Радови на привременом оспособљавању моста за саобраћај завршени су у веома кратком року. Након испитивања под пробним оптерећењем ове привремене конструкције мост је пуштен у саобраћај 14. априла.

Следећа ракетирања била су усмерена на средњи део моста, тј. најпре на коловозну конструкцију изнад средњег стуба, а затим и на везну греду стуба изнад кесона, дебљине 5м (слика 15ц). Већ после другог ракетирања коловозна конструкција је озбиљно оштећена (плоча, попречни и подужни носачи) на делу где је ослоњена на стубове који преносе оптерећење на лук. Иако под претњом сталних напада, приступило се санацији и овог дела оштећене конструкције (слика 21). Ни поновљеним ракетирањем овог дела конструкције, мост није срушен, захваљујући способности конструкције за редистрибуцију статичких утицаја, тј. њеној вишеструкој статичкој неодређености. Због тога је покушај рушења моста био безуспешан и у суботу 24 априла.

Мост је потпуно срушен тек у петом покушају, употребом изузетно разорних бомби. Конструкција моста је била погођена, укључивши и раније поготке, са укупно 17 пројектила. Мост је истовремено погођен у низводни део зида речног стуба (дебљине 80cm) и у ослоначке зоне низводних лукова на левој и десној обали. Губитак средњих ослонаца био је кобан па је дошло до претурања низводних лукова у воду, а они су повукли и узводне лукове, коловозну конструкцију и систем стубова за вешање и ослањање коловозне конструкције (слика 22).

5. ВАРАДИНСКИ МОСТ

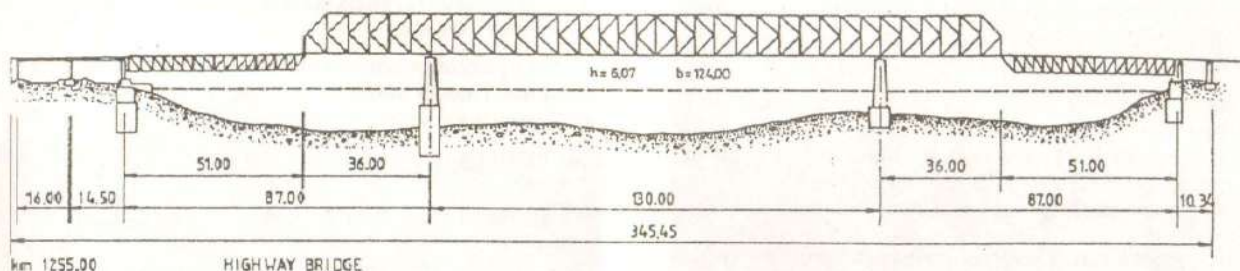
На Дунаву постоји укупно 37 челичних мостова са решеткастим гредним главним носачима. Један од њих је Варадински мост који спаја централни део Новог Сада са Петроварадином. Грађен је на очуваним стубовима Моста краљевиха Томислава, од маја 1945. до



Слика 22. Рушевине речног средњег стуба Жељезног моста

Укупна дужина моста била је 345 м, а ширина коловоза 5.5 м у чијој средини је до 1962. године пролазио железнички колосек. Са стране су се налазиле две пешачке стазе ширине по 1.2м. Првобитни коловоз, са две саобраћајне траке, био је направљен од дебелих да-сака, а асфалтиран је 1962. године. Висина моста изнад реке била је 7 метара (као и претходни Мост краљеви-ћа Томислава) [11]. Ова висина је ограничавала пловид-бу Дунавом, јер се по Дунавској конвенцији захтева слободна висина од 9.50 м и ширина од 150 м. Због тога је пројектована реконструкција овог моста, тј. поди-зање нивелете за 2.40 м, уз проширивање моста дода-вањем две конзоле са пешачким стазама ширине по 1.5 м [13]. Управо када су средства за реализацију ове ре-конструкције била обезбеђена, мост је потпуно срушен [10].

У рано јутро 01. априла 1999. године у 4.55 h са два пројектила срушен је Варадински мост. Први пројек-тил погодио је и пробио коловозну конструкцију у бли-



Слика 23. Диспозиција Варадинског моста



Слика 24. Рушевине Варадинског моста на месту речног стуба на петроварадинској страни



Слика 25. Изглед поломљене челичне конструкције са низводне стране

јануара 1946 године. Саграђен је, углавном од остатака старог железничког моста. Назван је Мост маршала Тита и све до 1962 године служио је и за друмски и за железнички саобраћај, а после тога само за друмски и пешачки саобраћај. Мост се налазио на Дкм 1255.00.

Решеткасти носачи моста су система герберове гре-де (распона: 87м + 130м + 87м). Основну носећу кон-струкцију чине решетке са паралелним појасевима и К испуном, изнад главног (средњег) распона од 130м са два преуста од по 36м. На доњи појас ове конструкције и обалне стубове ослањају се, својим горњим појасом, две решетке распона 51м (слика 23).

зине десног речног стуба. Други пројектил погодио је ослоначки део конструкције изнад левог речног стуба што је довело до прелома главних решеткастих носача на оба речна стуба, губитка стабилности распонске конструкције, тј. рушења комплетног моста (слика 24 и 25). Речни и обални стубови су углавном остали неоштећени.

6. МОСТ КОД БЕШКЕ

Овај мост има посебну вредност зато што се налази на главној европској саобраћајници Е-75, а уједно представља и изузетно градитељско остварење. На овом мосту примењена су смела и нова конструктерска решења и најсавременије методе грађења, тако да је

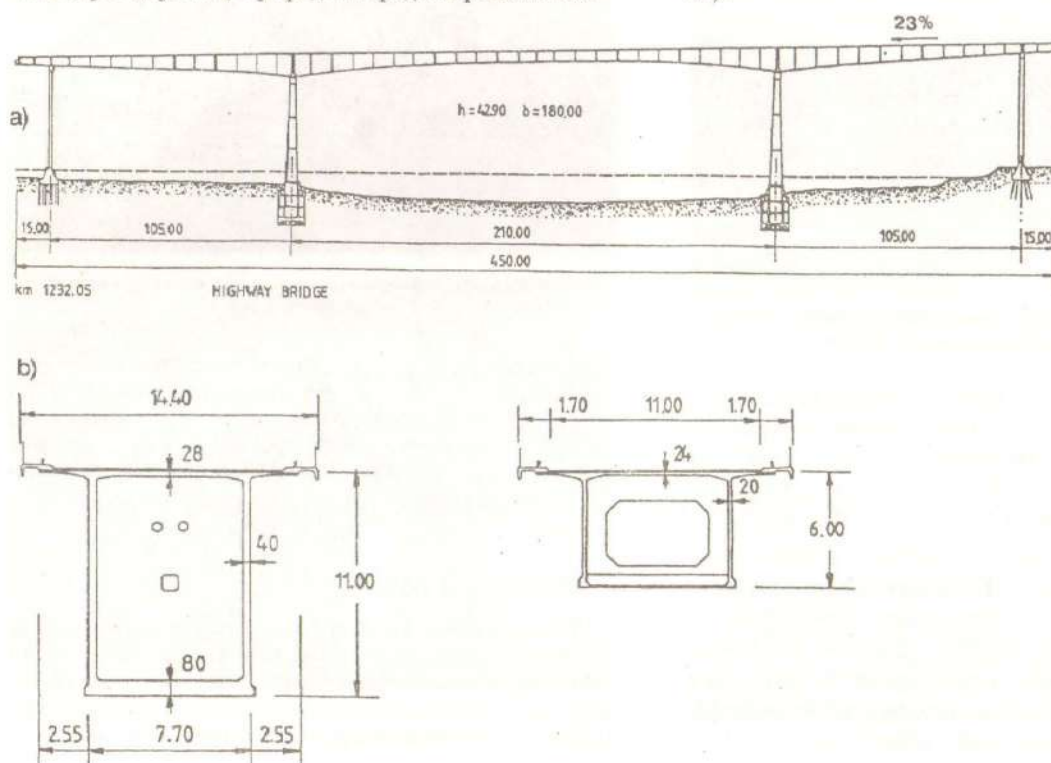


Слика 26. Рушевине армиране конструкције Варадинског моста на новосадској страни

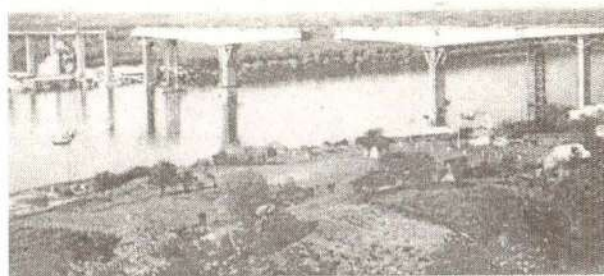
импозантна конструкција моста још једном потврдила високе домете наших конструктора и градитеља мостова.

Мост је грађен од 1971. до 1975. године и налази се на Дкм 1232+050 км. Укупна ширина моста је 14,4 м, има 3 саобраћајне траке укупне ширине 11 м и две пешачке стазе по 1,7 м. Укупна дужина моста је 2250 м, а нагиб у подужном правцу је 2,3%.

Део моста изнад реке је армиранобетонска континуална греда са три поља распона 105 + 210 + 105 м и две конзоле на оба краја по 15 м дугачке (слика 27а). Попречни пресек мостовске греде је сандучаст са променљивим димензијама (слика 27б), тј. дебљина вертикалног зида (ребара) се креће од 20 до 40 цм, док је доња плоча дебљине од 40 до 80 цм. Горња плоча сандучастог пресека носи саобраћајно оптерећење и има дебљину од 24 до 28 цм. Висина греде изнад средњих речних стубова је 11 м, а у средини средњег распона 6 м.



Слика 27. Диспозиција моста код Београда: а) подужни пресек, б) попречни пресек



Слика 28. Изглед дела мостовске конструкције током грађења

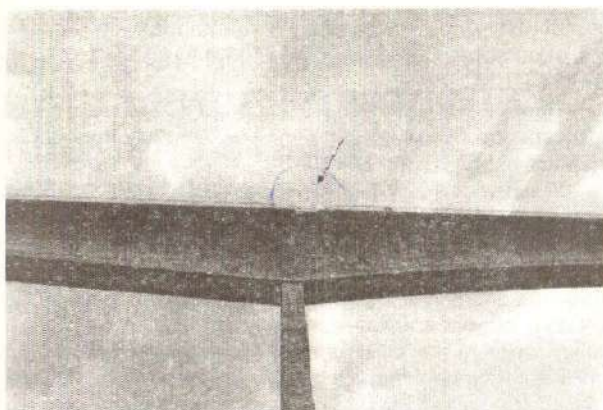
Дужина вијадукта са новосадске стране износи 157 м (35x45 м) и 225 м (5x45 м) из правца Београда. Главни носачи вијадукта, распона 45 м, изведени су од преднапрегнутог бетона.

За преднапрезање су употребљене различите врсте каблова. Главни каблови састоје се од 36 жица пречника 7 мм, са капацитетом почетне силе од 1800 кН.

Фундирање је извршено на кесонима и франки шпитељовима.

Два средња речна стуба, висине 40 м су сандучастог попречног пресека, променљивих димензија по висини. Ови стубови бетонирани су у ламелама од по 4 м помоћу преносне оплате и хидрауличких дизалица. Остали стубови, сандучастог попречног пресека константних димензија и висине од 12 до 45 м, бетонирани су помоћу клизне оплате.

Највећи део конструкције моста (око 70%) изведен је конзолном методом [17], са симетричним и паралелним напредовањем од средњих речних стубова (слика 28).



Слика 29. Оштећена ограда моста



Слика 30. Срушено поље прилазне мостовске конструкције

Први део (дужине 18 м) бетонiran је на лицу места. Након достизања дужине конзоле од 69 м, преостали део од 36м и конзола од 15 м избетонирани су на покретној челичној скелу. Када су два крајња речна поља завршена, настављено је конзолно бетонирање средњег поља. Последњи део конструкције средњег поља, дужине 24 м, избетонiran је са челичне скеле.

За монтажу главних носача вијадукта од преднапрегнутог бетона, распона 45м, примењена је покретна челична решетка према пројектном решењу италијанске фирме "Aspem". Да би скратили дужину транспорта монтажних носача, четврто поље прилазне конструкције са новосадске стране изведено је бетонирањем на лицу места на челичној скелу. Ово поље димензија 12.8х22.5м послужило је као платформа за производњу монтажних преднапрегнутих носача, што је оригинално решење [17].

За пробно оптерећење моста употребљено је 8 теретних камиона са приколицама, укупне тежине 450т. Током пробног оптерећења мерени су угиби конструкције.

Аутор конструкције био је проф. Б. Жежељ, а пројектант проф. др М. Мурављов, ИМС – Београд. Главни извођач радова била је "Мостоградња" – Београд [19].

Мост је први пут погођен 31.03.1999. године у 5,25. При томе је само оштећена ограда моста (слика 29), иако је прави циљ био десни речни стуб у пољу највећег распона.



Слика 31. Детаљ прелома коловозне плоче на споју



Слика 32. Детаљ срушене и оштећене коловозне конструкције

У следећем нападу, 21.04.1999. године у 3,00, срушено је прво поље (друго поље пројектоване конструкције) на прилазној конструкцији из правца Новог Сада. На следећим сликама приказан је срушени део конструкције.

7. ЗАКЉУЧАК

Током напада НАТО алијансе на нашу земљу порушен је велики број објеката. Посебно је страдала инфраструктура, укључујући путеве и друмске и железничке мостове. Нецивилизацијски чин рушења



Слика 33. Изглед срушеног поља прилазне конструкције из правца Београда

мостова, који су одувек служили првенствено спајању и зближавању људи, оставио је грађане наше земље, на прагу 21 века, без основних предуслова за нормалну и слободну комуникацију и живот.

У Новом Саду, након рушења три изузетна моста, једина спона за грађане са обе обале Дунава, постали су већ заборављени чамци и скеле. Свакодневно око 30 до 40 хиљада људи, укључујући и децу и болеснике, стоји на обалама Дунава чекајући скеле и чамце, да би стигли до школа, болница, радних места ...

Срушене мостовске конструкције у Новом Саду су за дуги период прекинуле пловидбу Дунавом и зауставиле транспорт робе на једној од најважнијих водених саобраћајница Европе.

Рушењем Жежељевог моста прекинута је железничка веза северног и јужног дела Европе, а рушењем моста код Бешке и главна путна саобраћајница Е-75.

Прве грубе процене директне штете на мостовима, укључивши и штете на инсталацијама, изражене у односу на цену грађења, су следеће [20]:

– Мост "Слобода"	65%
– Жежељев мост	90%
– Варадински мост	85% и
– Мост код Бешке	5%

Процена индиректне штете на мостовима, која обухвата само штету од прекида саобраћаја, за просечан дан у години, износи за све мостове по 2.169.662 ДЕМ / дану.

Штете услед продуженог времена путовања путника, због порушених мостова, износе за све мостове по 13.824 ДЕМ / дану.

Процењена штета, настала услед прекида железничког саобраћаја због рушења Жежељевог моста износи 10.962 ДЕМ / дану.

У међувремену, за само четрдесетак дана, саниран је мост код Бешке и поново је од 19.07.1999 године успостављен саобраћај путним правцем Е-75.

Постављањем понтонског моста (на баржама) у близини порушеног Варадинског моста у Новом Саду очекује се успостављање пешачког и друмског саобраћаја, чиме ће се комуникација становништва између сремске и бачке стране Дунава делимично побољшати.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Мостови Новог Сада. Ед. З. Колунџија. "Прометеј", Нови Сад, 1999, п. 115+15
- [2] Bridges on the Danube, Catalogue-Ed. M. Ivany, Second Intern. Conf. Bridges over the Danube, Bucharest, 1995.
- [3] Чизмић, И. и Чубрило, Д.: Завод за путеве, мостове и саобраћај Војводине, усмена комуникација, 1999.
- [4] Folić, R.: Some Problems of Maintenance and Repair of Prestressed Concrete Bridges – two Examples of Bridges over the Danube River, International Conference "Bridges on the Danube", Vienna – Bratislava – Budapest 1992., II/149–158
- [5] Гојковић, Љ., Петковић, С., Перин, У.: Изградња моста Слободе преко Дунава у Новом Саду, Интерна публикација Мостови преко Дунава у Југославији, "Мостостројство", Београд
- [6] Hajdin N.: Roadway Bridge over Danube in Novi Sad, International Conference "Bridges on the Danube", Vienna – Bratislava – Budapest 1992., pp. II/283–292.
- [7] Јовичић, ж.: Друмско-железнички мост у Новом Саду. Извођење радова, Интерна публикација Мостови преко Дунава у Југославији, "Мостостројство", Београд
- [8] Мост Слободе, Публикација поводом завршетка радова на мосту. Заводи "Урбис", Нови Сад, 1981.
- [9] Стипанић, Б.: Мостови на Дунаву, Савремена грађевинска пракса '94, Зборник радова
- [10] Станић, Ј.: Новосадски мостови. Завод за изградњу грађевина Нови Сад, април, 1999. г.
- [11] Палић, М.: Осам новосадских мостова – мостови на Дунаву између Новог Сада и Петроварадина. "Кркови", Ср. Карловци, 1997.
- [12] Тедић, Н.: Саобраћајни значај скела на Дунаву, Тиси и Сави. Матица српска, Зборник за природне науке, св. 35/1968.
- [13] Tripalo, B.: Reconstruction of the Old City Bridge over the Danube River in Novi Sad. The second conference "Bridges over the Danube", September 1995. Romania, pp. 84–90.
- [14] Тројановић, М.: "Савремени мостови од армираног и преднапрегнутог бетона", Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1974.
- [15] Стипанић, Б.: Мостови на Дунаву, Савремена грађевинска пракса '94, Зборник радова
- [16] Стојковић, С., Бенак, Ј., Стојковић, Б.: Пловни пут Рајна-Мајна-Дунав у сенци агресије на СРЈ. Рукопис припремљен за Зборник радова Грађевинског факултета Суботица (1999).
- [17] Шрам, С.: О извођењу моста на Дунаву код Бешке, у књ. Савремена технологија грађења, Изд. центар ЗИК, Београд 1976. стр. 448–460.
- [18] Žeželj, B., Petrović, B.: A Concrete Bridge over the River Danube at Novi Sad, International Conference "Bridges on the Danube", Vienna – Bratislava – Budapest 1992., pp. I/247–252
- [19] Žeželj, B., Muravljov, M., Brenjo, N.: The Bridge over the Danube at Beška, International Conference "Bridges on the Danube", Vienna – Bratislava – Budapest 1992., pp. II/323–332
- [20] Елаборат о процени штете и санације мостова преко Дунава у Новом Саду и моста код Бешке. Факултет техничких наука у Новом Саду, мај/јун 1999.

Експериментална истраживања модела промене стања коловоза на путној мрежи Републике Србије

Небојша РАДОВИЋ, дипл. инж. грађ.

Институт ИМС д.д., Београд

ПРЕГЛЕДНИ (СТРУЧНИ) РАД

УДК 625.08.001.57:620.169.1

РЕЗИМЕ

Испитивања на узорцима путне мреже се састоје у избору репрезентативних деоница путева по параметрима структуре коловозних конструкција, њиховој старости и по карактеристикама саобраћајног оптерећења. Испитивања се могу поставити и тако да дају одговор о променама само једне врсте конструкција у функцији њихове старости. Такав поступак има значајне предности над свим поменутим, али је и ризик расипања резултата највећи. У раду се разматра избор опитних деоница на путној мрежи Републике Србије на којима ће се вршити периодична осматрања у циљу прикупљања података за потребе истраживања законитости промене стања коловоза.

Experimental investigations of the model regarding the pavement conditions alteration on the road network of the Republic of Serbia

Nebojša RADOVIĆ, C.E.

REVIEW (PROFESSIONAL) PAPER

UDC 625.08.001.57:620.169.1

SUMMARY

The investigations on the road network samples are composed by the choice of representative road sections as per parameters encompassing the pavement structures, their age, and traffic volume features. These investigations may be set in such a way so to give an answer regarding the alterations of only one single type of structure in the function of their age. Such a procedure has relevant advantages in comparison with all mentioned ones, yet the risk is the greatest if one takes into account the dispersion of results. The paper is revealing the selection of test-sections on the road network of the Republic of Serbia whereon periodic observations will be undertaken meant for data gathering in order to investigate regular changes of pavement conditions.

1. МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИМ КОЛОВОЗНИМ КОНСТРУКЦИЈАМА

Начин и поступци формулисања модела промена стања у системима за управљање, зависе од самих циљева система и од врсте модела који се желе дефинисати. У фази формирања система за управљање, основни приступ формулацији модела претпоставља анализу постојећих модела и утврђивање могућности њихове директне примене, а потом и дефинисање властитих модела, најчешће интерпретацијом резултата експерименталних истраживања.

Досадашња искуства показују да је путна мрежа у експлоатацији често служила као експериментални полигон за истраживања коловозних конструкција. При томе су коришћена два основна приступа:

- истраживања на појединим деоницама путева, и
- истраживања на узорцима путне мреже.

Први поступак претпоставља избор одређених, репрезентативних деоница путева на путној мрежи, чије се стање појединих индикатора, почев од завршетка изградње, систематски прати. Погодност ових поступака садржана је у евидентирању свих реалних утицајних фактора на промене стања индикатора, као што су саобраћај, клима, старост, одржавање итд., а неповољност се огледа у веома дугачком временском периоду потребном за доношење закључака о испитивању и дефинисању модела промене стања коловоза.

Испитивања на узорцима путне мреже се састоје у избору репрезентативних деоница путева по параметрима структуре коловозних конструкција, њиховој старости и по карактеристикама саобраћајног оптерећења.

За разлику од истраживања на узорцима путне мреже, истраживања на експерименталним коловозним конструкцијама се састоје у праћењу промене стања коловозних конструкција изграђених на специјалним полигонима или великим, обично кружним пистама, под утицајем датих климатских околности са потпуно контролисаним, симулираним, саобраћајним оптерећењем. У скраћењу времена испитивања налазе се и све непогодности коришћења ових поступака, јер се тим временским скраћењем губи из контроле утицај реалног времена као битног фактора за развој процеса промене посматраног индикатора. Такође је проблем познавање времена релаксације између два сукцесивна оптерећења које се у експериментима са убрзаним саобраћајем не може остварити. Ова испитивања су поред још неких недостатака (само једна врста саобраћајног оптерећења, итд.) још и веома скупа.

2. ИЗБОР ОПИТНИХ ДЕОНИЦА НА ПУТНОЈ МРЕЖИ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

Опитне деонице репрезентују путну мрежу Републике Србије по типу коловозне конструкције, карактеристикама материјала који учествују у саставу коловозне конструкције, просечном и акумулираном саобраћајном оптерећењу као и климатским карактеристикама појединих зона Републике Србије.

Опитне деонице су изабране због вршења периодичних прегледа – обсервација који ће се перманентно обављати два пута годишње, наредних десет година. На основу резултата испитивања обављених у првих пет година, проистећи ће прелиминарни предлог модела

пропадања коловоза. То представља минимални статистички узорак за анализу добијених резултата. (период од пет година у току којег ће се два пута годишње вршити обсервације на изабраним опитним деоницама). Период од наредних пет година је предвиђен за верификацију предложених модела за промену појединачних типова оштећења коловоза уз настављање периодичног праћења промене стања коловоза.

На магистралној путној мрежи Републике Србије извршен је избор 24 опитне деонице које задовољавају предходно утврђене критеријуме. Основу за предходан избор опитних деоница сачињавале су метеоролошке карте Републичког Хидрометеорошког завода Републике Србије (карте просечних месечних падавина и дубине продирања мрза) и постојеће базе података о путевима и саобраћају, као и видео-архива путне мреже републике Србије (Министарство саобраћаја и веза – Републичка дирекција за путеве, Институт ИМС, Институт за путеве). На тих 24 опитних деоница извршиће се теренска испитивања у складу са утврђеним програмом испитивања.

По завршетку теренских испитивања извршиће се елиминација деоница које не испуњавају постављене захтеве и тада ће се доћи до коначног броја опитних деоница. На коначном броју опитних деоница спроводиће

се периодична испитивања два пута годишње (у пролеће и јесен), по тачно утврђеном плану и методологији испитивања.

Прикупљени подаци ће се складиштити у посебно формирану базу података о испитивањима коловоза (БППК – База Податка о Пропадању Коловоза) на опитним деоницама која ће омогућити статистичку анализу података у одређеним временским пресецима.

За избор опитних деоница је неопходно располагање са поузданим подацима. Стога је пре избора опитних деоница било потребно дефинисати параметре и критеријуме за идентификацију опитних деоница на основу којих је формирана матрица опитних деоница.

2.1. Параметри за избор опитних деоница

Имајући у виду тешкоће које се очекују у идентификацији одговарајућих опитних деоница, изабрани су параметри (Табела 1) који се лако могу идентификовати на терену и за које се могу прикупити потребни подаци.

На основу предходно дефинисаних параметара за избор опитних деоница дефинисан је минималан број опитних деоница (Табела 2):

На слици број 1 је приказана синтезна карта путева саобраћајног оптерећења у 1990-ој години и просечних годишњих падавина. Уз помоћ ове синтезне карте

Табела 1. Параметри за избор опитних деоница

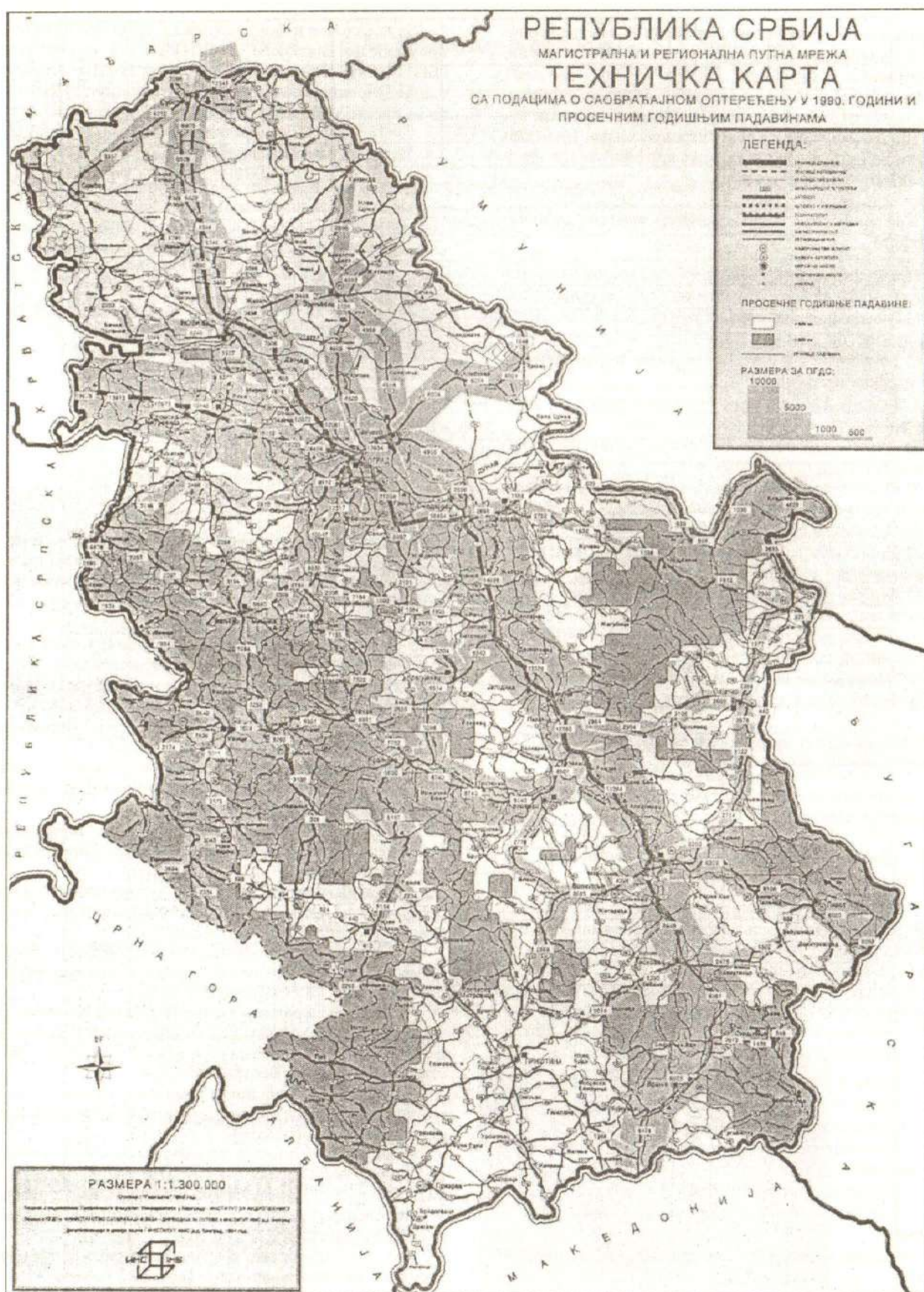
1.	ТИП КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ	Оригинална коловозна конструкција	АБ преко БНС
		Појачање коловозне конструкције	АБ преко ПС АБ преко АБ АБ преко БНС БНС преко БНС
2.	САОБРАЋАЈНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ	Средње	ПДПС < 1500 воз/дан
		Тешко	ПДПС > 1500 воз/дан
3.	ПРОСЕЧНЕ ГОДИШЊЕ ПАДАВИНЕ	Мале (сува клима)	ППП < 800 мм/год
		Велике (влажна клима)	ППП > 800 мм/год
4.	СТАЊЕ КОЛОВОЗА	Добро	< 10% захваћене површине
		Средње/лоше	> 10% захваћене површине
5.	ДУБИНА ПРОДИРАЊА МРЗА	Мала	< 50 цм
		Велика	> 50 цм
6.	СТАРОСТ КОЛОВОЗА	Млад	< 5 година
		Стар	> 5 година
7.	НИВО ОДРЖАВАЊА КОЛОВОЗА	Редовно	Редовно одржавање коловоза сваке године
		Појачано	Редовно одржавање сваке године + појачано одржавање коловоза
		Није присутно	

Табела 2. Број опитних деоница по захтеваним параметрима

САОБРАЋАЈ ¹	Средњи/Тешки			
ПРОСЕЧНА ДУБИНА СМРЗАВАЊА ТЛА ²	Мала/Велика			
ПРОСЕЧНЕ ГОДИШЊЕ ПАДАВИНЕ	< 800 мм/год		> 800 мм/год	
СТАЊЕ КОЛОВОЗА	Добро	Средње/Лоше	Добро	Средње/Лоше
Оригинална коловозна конструкција	2	2	2	2
Појачање коловоза до 5 година старости	2	2	2	2
Појачање коловоза старије од 5 година	2	2	2	2
УКУПНО (Σ=24)	6	6	6	6

¹С обзиром да се опитне деонице налазе на магистралним и регионалним путевима Републике Србије, (ПДПС > 1000 воз/дан), саобраћај се не дели у две подгрупе

²С обзиром да је просечна дубина смрзавања тла у Републици Србији углавном већа од 50 цм и овај параметар се не раздваја у две подгрупе



Слика 1. Синтезна техничка карта магистралних и регионалних путева, саобраћајног оптерећења (1990. година) и просечних годишњих падавина

извршен је избор захтеваног броја од 24 опитне деонице, да би се формирали подаци по свим захтеваним параметрима.

Прецизност локација опитних деоница је одређена прегледом видео-архиве магистралне и регионалне путне мреже Републике Србије у складу са референтним системом уз поштовање задатих критеријума за идентификацију опитних деоница.

2.2. Критеријуми за идентификацију опитних деоница на терену

Приликом идентификације опитне деонице на терену поштовани су следећи критеријуми:

- 1) Опитне деонице морају бити на магистралном путу у дужини од 1 км
- 2) На опитним деоницама мора бити флексибилна коловозна конструкција.
- 3) Опитна деоница мора бити на правцу како у хоризонталној тако и у вертикалној равни.
- 4) Опитна деоница не сме бити у близини раскрсница или других приступних путева
- 5) Опитне деонице не смеју бити лоциране у градским и приградским подручјима
- 6) Избегавају се опитне деонице у усеку.
- 7) Неопходно је располагати са историјским подацима о опитној деоници
- 8) Опитне деонице морају бити униформне у подужном и попречном смислу
- 9) Опитне деонице су изабране са различитим саобраћајним оптерећењем.
- 10) Пожељно је да опитне деонице буду у равничарском терену са максималним нагибом до 4%.

3.3. Подаци који су прикупљени за предходну идентификацију опитних деоница

За предходан избор опитних деоница прикупљени су следећи подаци:

3.3.1. Подаци о стању коловоза на опитној деоници

На основу визуелног прегледа оцењени су тип и распрострањеност оштећења на површини коловоза као што су пукотине, поправке, ударне рупе, дубина коловоза, денивелације итд.

За предходан избор опитних деоница ови подаци су преузети из постојеће Базе Података о Путевима.

3.3.2. Историјски подаци о опитној деоници

- година изградње и спецификације,
- година појачања коловоза и спецификације,
- година последње обнове хабајућег слоја
- стање коловоза пре појачања коловоза или обнове хабајућег слоја,
- геолошке податке о терену,
- податке о бројању саобраћаја у последњих 5 година,
- податке о месечним падавинама у последње 3-4 године,
- примењене техничке мере одржавања на опитној деоници, квантитативно и квалитативно у складу са стандардима и нормама за одржавање.

За предходан избор опитних деоница ови подаци су преузети из постојеће Базе Података о Путевима (БПП), Базе Података о Саобраћају (БПС), документације Дирекције за путеве, СП "Србијапут", Института за путеве и Института ИМС из Београда.

3.4. Матрица опитних деоница

На основу предходно утврђених параметара, критеријума и прикупљених података, извршен је избор 24 опитне деонице на путној мрежи Републике Србије. За сваку деоницу су прикупљени и систематизовани подаци на основу постојећих подлога и спроведених анкета са предузећима за путеве.

За сваку опитну деоницу су прикупљени подаци по следећим класама података (Слика 2):

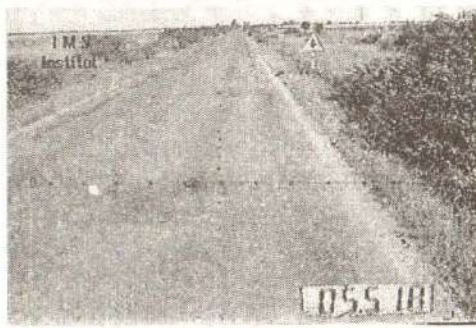
1. РЕФЕРЕНТНИ ПОДАЦИ
2. МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАЦИ
3. КОЛОВОЗНА КОНСТРУКЦИЈА
4. САОБРАЋАЈ
5. СТАЊЕ КОЛОВОЗА
6. ИСТОРИЈАТ
7. ВИДЕО-АРХИВА

Подлоге за предходан избор опитних деоница биле су:

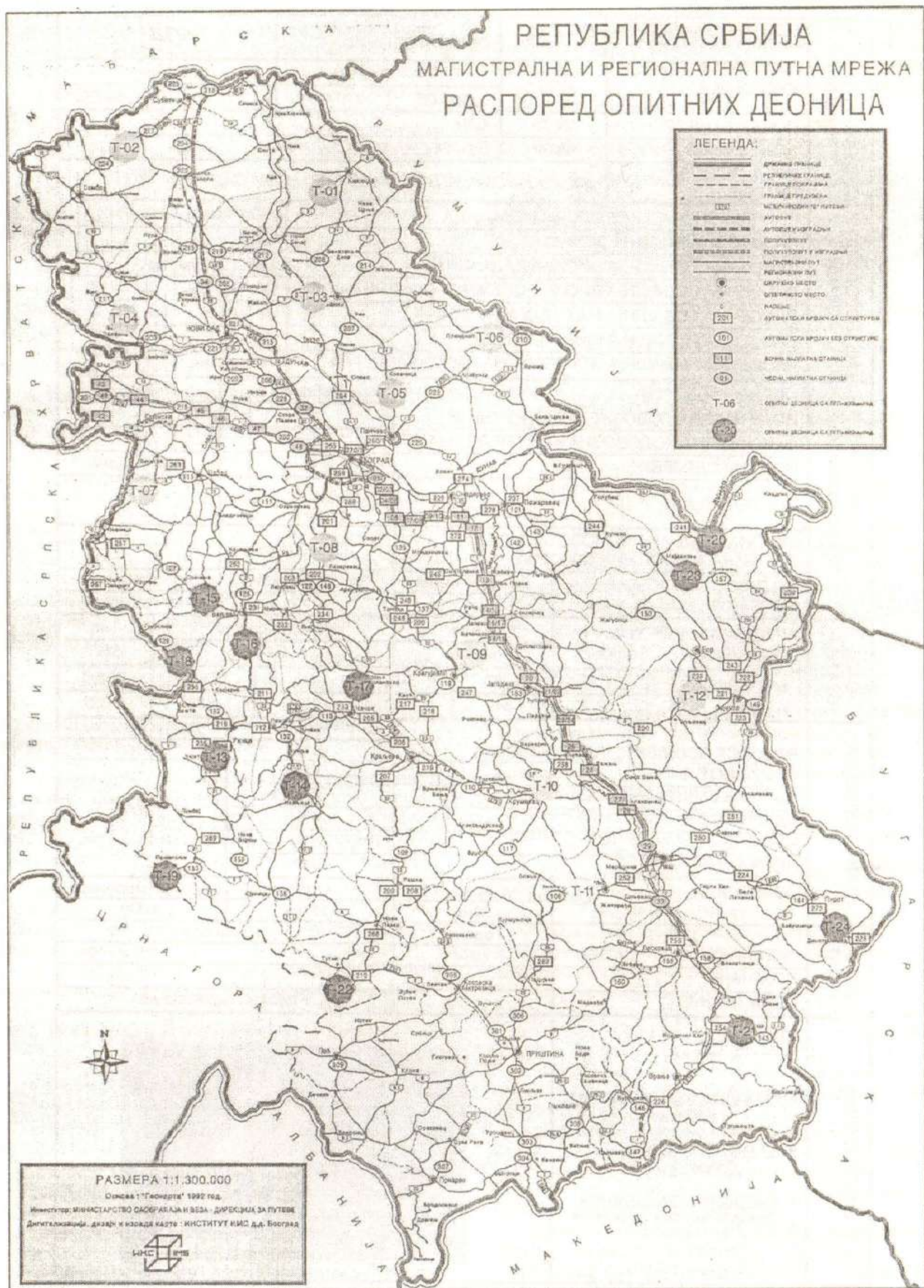
- Подаци о просечним месечним падавинама на подручју Р. Србије за 30-годишњи период (Републички хидрометеоролошки завод Р. Србије и Грађевински факултет у Београду – одсек за хидроконструкције)
- Подаци о дубинама продирања мраза за период 1982-1992 (Републички хидрометеоролошки завод Републике Србије и Институт ИМС из Београда).
- Подаци о надморској висини и саставу коловозне конструкције (Институт за путеве из Београда).
- Видео-снимак путне мреже Р. Србије (Дирекција за путеве и Институт ИМС из Београда).
- Подаци о референтном систему за магистралну и регионалну путну мрежу Р. Србије (Дирекција за путеве и Институт ИМС из Београда).
- Подаци о бројању саобраћаја на територији Р. Србије у периоду од 1990-1998 године (Дирекција за путеве и Институт ИМС из Београда).
- Подаци о типу и распореду аутоматских бројача саобраћаја на путној мрежи Р. Србије (Дирекција за путеве и Институт ИМС из Београда).
- Подаци о распореду хидрометеоролошких станица на подручју Р. Србије (Републички Хидрометеоролошки Завод и СП. "Србијапут").
- Подаци о мерењима равности површине коловоза и дефлексијама коловоза на путној мрежи Р. Србије у периоду 1991-1997 година (Дирекција за путеве и Институт за путеве из Београда).
- Подаци о општењности површине коловоза у периоду од 1991-1997 године (Дирекција за путеве и Институт ИМС из Београда).
- Подаци о одржавању коловоза на мрежи Републике Србије у периоду од 1990-1998 (Дирекција за путеве, СП "Србијапут", Предузећа за путеве, Извештаји надзорних органа односно обрачунске ситуације – Институт ИМС и Институт за путеве).

На основу предходно поменутих подлога формиран је списак кандидата за опитне деонице (Табела 3).

На слици број 3 је приказан распоред опитних деоница на путној мрежи Републике Србије са покривањима.

РЕФЕРЕНТНИ ПОДАЦИ	ОЗНАКА ПУТА		M-18		ОПИТНА ДЕОНИЦА		04	
	ID ДЕОНИЦЕ		2081		Почетак (км)		Крај (км)	
					20.100	149+759	21.100	150+759
	ПОЧЕТНИ ЧВОР		2070		БАЧ			
	ЗАВРШНИ ЧВОР		2037		БАЧКА ПАЛАНКА 1 (БАЧ)			
ПРЕДУЗЕЋЕ ЗА ПУТЕВЕ		Д.Д. "ВОЈВОДИНАПУТ-БАЧКАПУТ" НОВИ САД						
МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАЦИ	ГЕОГРАФСКО-МЕТЕОРОЛОШКА СТАНИЦА						НОВИ САД	
	НАДМОРСКА ВИСИНА ДЕОНИЦЕ						75м	
	ПРОСЕЧНА ГОДИШЊА ВИСИНА ПАДАВИНА						650 + 700мм/год	
	ПРОСЕЧНА ГОДИШЊА ВИСИНА СНЕЖНОГ ПОКРИВАЧА						20 + 40 цм	
	ПРОСЕЧНА ГОДИШЊА МАХ.ТЕМПЕРАТУРА						22 + 24 °C	
	ПРОСЕЧНА ГОДИШЊА МИН. ТЕМПЕРАТУРА						0 + -2 °C	
	ПРОСЕЧНА ГОДИШЊА МАХ. ДУБИНА СМРЗАВАЊА ТЛА						70 + 90цм	
КОЛОВОЗНА КОНСТРУКЦИЈА	ПОЈАЧАЊЕ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ				Дебљина		Тип	
					-		-	
	ОРИГИНАЛНА КОЛОВОЗНА КОНСТРУКЦИЈА				30мм		АБ	
	НОСЕЋИ СЛОЈЕВИ				300 мм		Грануларни	
	ПОСТЕЉИЦА		СВР		3%		CL	
			ЗБИЈЕНОСТ		95%			
	УКУПНА ДЕБЉИНА КОЛОВОЗА/ УКУПНА ДЕБЉИНА АСФАЛТНИХ СЛОЈЕВА				30мм/330мм			
НОСИВОСТ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ (Benkelman)		Датум мерења		Реп. Дефлексија		SNC		
		-		-		1.688		
САО-БРАЋАЈ	АУТОМАТСКИ БРОЈАЧ САОБРАЋАЈА		ID Број		Назив бројача		Тип	
			0211		БАЧ		SBH	
	БРОЈ ВОЗИЛА У 1990-ОЈ ГОД.	ПА	БУС	ЛТ	СТ	ТТ+АВ	ПГДС	
	1072	50	246	336	433	2233		
СТАЊЕ КОЛОВОЗА	РАВНОСТ ПОВРШИНЕ КОЛОВОЗА (IRI)				Мера		Датум мерења	
					4.060		1994г.	
	СВЕ ПУКОТИНЕ				9%		1994г.	
	ШИРОКЕ ПУКОТИНЕ (> 3мм)				7%			
	УДАРНЕ РУПЕ				4%			
	ЧУПАЊЕ				5%			
	ПОПРАВКЕ				3%			
	КОЛОТРАЗИ		Сред. вредност		Стан. Одступање		Датум мерења	
30мм			20мм		1990			
ИСТО-РИЈАТ	ГРАЂЕЊЕ		Година		Активност			
			1964					
	ПОЈАЧАЊЕ		-					
	ОДРЖАВАЊЕ		-		Редовно одржавање			
ВИДЕО-АРХИВА	НАПОМЕНА:							
	• <u>Просечне год. падавине:</u> < 800 мм/год.							
	• <u>Стање коловоза:</u> Добро (< 10 %)							
		• <u>Коловозна конструкција:</u> Оригинална без појачања						

Слика 2. Инвентарски лист за општинске деонице



Слика 3. Распоред оштинских деоница на југу јужној мрежи Републике Србије

Табела 3. Саписак кандидата за опитне деонице

Реп. бр.	Ознака Пута	Идентификацион и код деонице	Почетак деонице	Крај деонице	Стационажа почетка деонице	Стационажа краја деонице	ID – број опитне деонице
1	M-3	2039	23.040	24.040	533+974	534+974	T-01
2	M-17.1	2076	16.700	17.700	108+920	109+920	T-02
3	M-3	2054	20.100	21.100	149+759	150+759	T-03
4	M-18	2081	4.700	5.700	81+915	82+915	T-04
5	M-24	2139	11.600	12.600	190+706	191+706	T-05
6	M-7.1	2066	11.200	12.200	78+221	79+221	T-06
7	M-19	0169	13.200	14.200	102+668	103+668	T-07
8	M-22	0228	4.150	5.150	236.876	237+976	T-08
9	M-1.11	0048	8.400	9.400	8+985	9+985	T-09
10	M-5	0119	9.300	10.300	717.074	718+074	T-10
11	M-25	0321	1.600	2.600	267+876	268+876	T-11
12	M-5	1403	4.000	5.000	821+000	822+000	T-12
13	M-21	0197	0.270	1.270	236+519	237+519	T-13
14	M-21.1	0211	7.350	8.350	51.090	52.090	T-14
15	M-4	0075	1.560	2.560	575+418	576+418	T-15
16	M-21	0190	13.500	14.500	171.599	172+599	T-16
17	M-22	0241	11.400	12.400	338+399	339+399	T-17
18	M-19.1	0174	10.250	11.250	55.879	56.879	T-18
19	M-8	0133	3.000	4.000	3+000	4+000	T-19
20	M-25.1	0325	1.540	2.540	50+310	51+310	T-20
21	M-1.13	0062	1.400	2.400	30+156	31+156	T-21
22	M-2	0065	4+040	5+040	1176+102	1177+102	T-22
23	M-24	0285	15.200	16.200	387+520	388+520	T-23
24	M-1.12	0056	6.400	85+751	7.400	86+751	T-24

3.5. Детаљни подаци које треба прикупити на терену за финалну идентификацију опитних деоница

За финалну идентификацију деоница потребно на претходно одабраним опитним деоницама прикупити следеће додатне податке о стању површине коловоза, неравности површине коловоза, дефлексијама коловоза и саставу коловозне конструкције.

На основу узетих узорак из сондажних јама треба утврдити и прикупити следеће податке:

- Битуменски слојеви: Дебљину битуменских слојева, квалитативну процену збијености слоја и адхезију са доњим слојем. Лабораторијским испитивањем утврдити проценат битумена и гранулометријски састав мешавине.
- Грануларни ГНС: Дебљина слоја, квалитативна и квантитативна оцена збијености, квалитет уграђеног материјала, квалитет и квантитет материјала за испуну (филер)
- Грануларни ДНС: Дебљина слојева, квалитативна оцена материјала и збијеност слоја

• Постељница:

Лабораторијским испитивањима треба утврдити:

- гранулометријски састав,
- Атербергове границе консистенције (граница течења, граница пластичности)
- збијеност по Проктор-у и оптимални садржај влажности,
- CBR (теренски и лабораторијски)

• Насип:

Запреминска тежина у природном стању и природна влажност материјала уграђеног у насип.

Сва испитивања треба спровести по важећим југословенским стандардима, расположивом опремом у Републици Србији и развијеној методологији.

На основу предходно наведених детаљних додатних испитивања на предходно изабраним деоницама формираће се коначан број опитних деоница на којима ће се вршити периодична испитивања коловозне конструкције.

4. ПЛАН И ПРОГРАМ ПРАЋЕЊА ПРОМЕНЕ СТАЊА КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈА НА ОПИТНИМ ДЕОНИЦАМА

Периодично праћење стања коловоза се планира са полугодишњим мерењима у току априла/маја и октобра/новембра сваке године у укупном периоду од пет година. Периодична осматрања (мерења) ће обухватити следеће прикупљање следећих података:

- 1) Оштећења површине коловоза
- 2) Равност површине коловоза
- 3) Дефлексија коловоза под оптерећењем мерено Бенкелман-овом гредом (JUS U.E8.016 и JUS U.E8.018)
- 4) Отпорност на клизање површине коловоза (JUS U.C.4.018)
- 5) Промене у попречном профилу коловоза (колотрази) (JUS U.E.4.014.)
- 6) Влажност материјала у постелици (JUS U.B1.010 и 012)
- 7) Дубина продирања мрза у коловозну конструкцију (JUS U.B9.010 и JUS U.B9.012)
- 8) Бројање саобраћаја по структури возила
- 9) Мерење осовинског оптерећења

4.1. Оштећења површине коловоза

Свака опитна деоница се дели у 50 м дугачке сегменте. Површине коловоза захваћене одређеним типом оштећења свака засебно у оквиру једног сегмента маркирају са кредом у виду правоугаоних површина и мере се мерном траком. У случају појединачних подужних или попречних пукотина, површина се срачунава као ефективна дужина помножена са 0.5 м.

Дубина колотрага се мери на свим позицијама мерења дефлексија која су трајно маркирана са жутом линијом уз помоћ летве и мерног стубића, на трагу левог и десног точка на свакој саобраћајној траци.

У обрасцима за прикупљање података о оштећењима површине коловоза се поред дужине и ширине сваке површине захваћене одређеним типом оштећења, уносе и подаци о интезитету и учесталости оштећења.

Оштећења коловоза се јављају у различитим облицима попут разарања коловоза, деформације коловоза, пукотина или дезинтеграције површине коловоза. Сваки од ових облика оштећења коловоза се може појавити на један од неколико различитих карактеристичних начина, који се називају типови оштећења коловоза.

Различити типови оштећења коловоза се за потребе прикупљања података о оштећењима коловоза на опитним деоницама класификују у две основне групе оштећења коловоза:

- Оштећења површине коловозне конструкције
- Конструктивна оштећења коловозне конструкције

Оштећења површине коловозне конструкције представљају оштећења у површинским слојевима коловозне конструкције и настају углавном услед грешака у грађењу коловозне конструкције или услед недовољног квалитета материјала уграђених у горње слојеве коловозне конструкције. У ову групу оштећења коловоза спадају пукотине (које настају услед замора материјала у коловозном застору), деформације коло-

воза (колотрази и набори без појаве пукотина, углавном само пластична деформација коловозног застора и остали дефекти површине коловоза (чупање, клизање, испливање битумена на површину коловоза).

Конструктивна оштећења коловозне конструкције представљају оштећења која указују на поремећај са конструктуре, односно на угрожену носивост коловозне конструкције. Она настају као друга фаза развоја површинских оштећења коловоза услед повећања саобраћајног оптерећења и деловањем климатских фактора као и услед непредузимања правовремених мера за санацију коловоза. Ова оштећења се често тумаче са мерењем дефлексија, да би се извео правилан закључак у погледу угрожене или недовољне носивости коловозне конструкције. У ову групу оштећења спадају пукотине јачег интезитета, праћене денивелацијом коловоза, деформације коловоза јачег интезитета, остали дефекти површине коловоза јачег интезитета и поремећај подужног и/или попречног профила коловоза.

Поред ове две групе оштећења коловоза, често се разматрају поправке коловоза које указују на санирања лоша места коловозне конструкције. За потребе прикупљања података о оштећењима површине коловоза на опитним деоницама се евидентирају поправке само у случају добрих поправки коловоза, иначе се третирају као карактеристична оштећења према једној од наведених класификација оштећења коловоза.

Карактеристични типови и описи појединих оштећења коловоза се дефинишу са упутством (каталогом оштећења) за класификацију и оцену појединих оштећења коловоза.

4.2. Неравност површине коловоза

Овај индикатор односи се на подужну равност површине коловоза. Мериће се параметар "Индекс неравности" (cm/km), са уређајем "Bump Integrator", по трагу левог и десног точка на свакој саобраћајној траци.

Мерење и обрада података вршиће се по упутству произвођача уређаја, са одређеном учестаношћу (два пута годишње) током периода опсервације података.

4.3. Дефлексија коловоза

Мерење носивости коловозне конструкције ће се вршити помоћу Benkelman-ове греде.

Мерење дефлексија Benkelman-овом гредом ће се вршити на основу важећих југословенских стандарда JUS E.8.016. и JUS U.E8.018

Избор места на којем ће се вршити испитивање зависи од стања коловозне конструкције, њене ширине и нагиба (подужног и попречног) пута. С обзиром да се највећа напрезања у коловозном застору јављају ближе спољној ивици коловоза, и то углавном на 0.60 до 0.80 м од ивице, испитивања треба вршити на поменутим одстојањима од ивице коловоза (пожељно на 0.80м).

4.4. Отпорност на клизање површине коловоза

Мериће се следећи параметри:

- Отпорност на клизање на мокрој површини коловоза;

- Дубина макротекстуре.

Уређај SKID RESISTANCE TESTER (у даљем тексту SRT клатно) се употребљава за мерење отпорности

на клизање наквашене површине хабајућег слоја асфалтних или бетонских коловоза.

Отпорност на клизање мериће се SRT клатном по трагу точка на свакој возној траци и исказиваће се SRT вредношћу у свему према важећем југословенском стандарду JUS U.C.4.018.

Мерни одсеци и тачке испитивања се одређују зависно до циља испитивања, првенствено на местима где се захтева повећана отпорност на клизање, или на "црним тачкама" (у кривинама, испред, раскрсница, семафора итд.).

Средња дубине макро текстуре "DT" (мм) мериће се методом пескарења, на свим местима на којима се мери отпор клизању, а у свему према важећем југословенском стандарду JUS U.C.4.018.

Мерења ће се вршити са одређеном учестаношћу (два пута годишње) на истим местима (који ће бити трајно маркирани на терену) током периода опсервације података.

4.5. Промене у попречном профилу коловоза

Неправилности у попречном профилу коловоза се мере помоћу равне летве дужине 4 м и са мерним клином. Са доње стране летве је челична плоча да би се избегло било које савијање. Мерења се спроводе на основу важећег југословенског стандарда JUS U.E.4.014.

Летва се поставља на трајно маркираној тачки мерења профила (клин или болцна) која се налази у банкини. Летва се полаже према централном делу коловоза и врши се мерење растојања од летве до површине коловоза на сваких 10 cm. Мерења се на тај начин обављају на сваком профилу на растојању од 25 м.

4.6. Влажност материјала у постељици

Влажност материјала у постељици треба одређивати два пута годишње у складу са важећим југословенским стандардима JUS U.B1.010 и JUS U.B1.012. Препоручује да се узорци узимају на профилу где је вршен ископ сондажних јама.

4.7. Дубина продирања мрза

Дубину продирања мрза у коловозну конструкцију треба перманентно пратити према важећем југословенском стандарду (JUS U.B9.010 и JUS U.B9.012) уз помоћ "Wybo" сонди за мерење дубине продирања мрза.

4.8. Бројање саобраћаја са структуром возила

Опитне деонице су бирани у складу са могућностима да буду у близини постојећих аутоматских бројача саобраћаја који су постављени на путној мрежи Републике Србије. Тамо где аутоматски бројач није у близини опитне деонице, вршиће се интерполација података или спроводити ручно бројање саобраћаја по структури возила. Ручно бројање саобраћаја се спроводи по случајном узорку мерењем током репрезентативних седам дана у пролеће и седам дана у јесен.

4.9. Мерење осовинског оптерећења

На опитним деоницама треба спровести мерење осовинског оптерећења. За ову врсту мерења најпого-

дније је употребити портабл плоче за мерење оптерећења испод точка возила. Опрема се састоји од мерне платформе димензија 50 cm x 70 cm са капацитетом мерења до 10,000 kg.

Мерење осовинског оптерећења се спроводи по случајном узорку мерењем током репрезентативних седам дана у пролеће и седам дана у јесен.

5. ЗАКЉУЧАК

На основу сагледаних техничко-експлоатационих карактеристика путне мреже, локалних климатских услова (пре свега у погледу просечних годишњих кишних падавина и дубине продирања мрза у земљиште), расположивих података о типу и саставу коловозне конструкције извршен је предходан избор од 24 опитне деонице и дат план и програм испитивања са циљем да се кроз вишегодишње осматрање формирају законитости промене стања коловоза.

Прикупљени подаци са опитних деоница и складиштени у одговарајућу базу података послужиле као основа за формирање модела промене стања коловоза на путној мрежи Републике Србије. При томе стално треба имати у виду ограничења која за собом вуку модели пропадања коловоза.

Основни разлог за спомињање ограничења модела промене стања је искушење да када се једном формирају, почну да се употребљавају и изван њихове првобитне намене за коју су формиран.

Велика се пажња мора посветити систематском и методолошком дефинисаном поступку прикупљања података у циљу верификације и правилне интерпретације модела, што је и основна тема овог рада.

Емпиријски модели се у овом погледу морају употребљавати веома пажљиво. Сем ако је облик једначине изабран тако да задовољи све предходне физичке и математичке граничне услове, мало вероватно је да ће једначина бити добро екстраполована изван опсега података од којих је модел развијен.

У овом погледу, механистички и механистичко-емпиријски модели имају предност у односу на емпиријске моделе.

Они су у могућности да касније добро екстраполају податке који се користе за њихову калибрацију и чињеница је да генерално захтевају мање података за своје формирање него што то захтевају емпиријски модели.

Помоћу емпиријских модела није лако управљати променама у току времена сем уколико нема довољно података у учесталим интервалима који би омогућили исправну интерпретацију промена које се дешавају у току времена. (на пример промена модела у слојевима коловозне конструкције у току различитих сезона).

Сва ова ограничења се морају обазриво разматрати у току формирања модела промена стања коловоза.

Модели промене стања коловоза се могу најбоље развијати уз доследно придржавање научног приступа у конструисању модела. Принципи статистике (експериментални дизајн) и механике коловоза треба да буду увек коришћени као стубови на које се ослања структура и форма модела промене стања коловоза. Избор ових модела не сме бити направљен произвољно, ослањајући се само на статистичке мере; они имају сувише важну функцију за то. Грешке или прои-

звольности у избору модела коштају новаца и стога треба одговорно прићи избору модела. На основу модела промене стања коловоза, врши се расподела трошкова из чијих елемената саобраћајни токови треба да без проблема носе сав терет.

Уз то, по питању расподеле трошкова, на основу лоше конструисаних модела, немогуће је одредити оптималну коловозну конструкцију и избор оптималне стратегије одржавања и рехабилитације, са друге стране, добро формирану моделу промене стања, развијени у сагласности са научним приступом, пружиће значајну подршку путној привреди и њеној економији, омогућиће бољу техничку ефикасност и правичност.

На крају, развој модела промене стања коловоза треба да буде континуална активност, са циљем непрестаног побољшавања особина модела и што бољег коришћења расположивих података.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Цветановић А., Коловозне конструкције, Научна књига, Београд 1992
- [2] Цветановић А., Одржавање путева, Наука, ГФ Београд 1994.
- [3] Цветановић А., Опабрана поглавља из коловозних конструкција, Скрипте са последипломских студија 1995/6, ГФ Београд 1996.
- [4] Цветановић А., Младеновић Г., "Предвиђање стања путне мреже", Стање путне мреже у Југославији, Копаоник 12-14 новембар 1998.
- [5] Dore, Konrad and Roy, "A Deterioration Model for Pavements in Frost Conditions", Pavement Maintenance Workshop, Toronto, Ontario, Canada, January 1998
- [6] Gulyas A., "Surface Distress Assessment", Roads No 301, January 1999. World Road Association, 1999.
- [7] Хидро-метеоролошки завод Републике Србије, Атлас климе Југославије, Београд 1975.
- [8] Институт за путеве, д.д. Београд, Студија саобраћајне и економско-развојне основе за избор приоритета улагања у развој мреже магистралних и регионалних путева и објеката на њима на територији Србије (ван АП) у периоду 1991-1995 и 1991-2000 године, Београд 1990.
- [9] Институт за путеве, д.д. Београд, Пројекат оптималне технологије и организације редовног одржавања путева и путних објеката на магистралним и регионалним путевима у Републици Србији, Београд 1997.
- [10] Јоксич З., Носивост флексибилних коловозних конструкција, Институт за испитивање материјала Републике Србије, Београд, 1973.
- [11] Катанић Ј., Анђус В., Малетин М., Пројектовање путева, Грађевинска књига, Београд, 1983.
- [12] Laboratoire central des ponts et chaussées - LCPC. Vizir - Methode assistee par ordinateur pour l'estimation des besoins en entretien d'un reseau routier.
- [13] Lytton R., "Concepts of Pavement Performance Prediction and Modeling", Second Nord American Pavement Management Conference, Toronto, Ontario, Canada, 2-4 November 1988.
- [14] Министарство саобраћаја и веза - Дирекција за путеве Бројање саобраћаја на путевима Републике Србије у 1990 години, Београд, 1991.
- [15] Министарство саобраћаја и веза - Дирекција за путеве Бројање саобраћаја на путевима Републике Србије у 1991 години, Београд, 1992.
- [16] Министарство саобраћаја и веза - Дирекција за путеве Бројање саобраћаја на путевима Републике Србије у 1997 години, Београд, 1999.
- [17] Ministry of transportation and communications, Ontario, Pavement Condition Index (PCI) for Flexible Pavements, Ontario, Canada, 1988.
- [18] Ministry of transportation and communications, Ontario, Manual for Condition Rating of Flexible Pavements, Ontario, Canada, 1975.
- [19] OECD, Pavement Management Systems, Paris, 1987.
- [20] OECD, Suivi Des Routes Pour La Gestion De L'entretien vol.1, manuel pour les pays en developpement, Paris, 1990.
- [21] OECD, Catalogue de degradations pour les pays en developpement, vol. 2, Paris, 1990.
- [22] Радојковић З., Системи управљања коловозима, Грађевинска књига, Београд 1990.
- [23] Радовић Н., Узелац Ђ., "Формирање модела за предвиђање промене стања коловоза на путној мрежи Републике Србије", Пут и Саобраћај бр.2, Април-јун, Београд 1998.
- [24] Radović N., Uzelac Đ., Lukić A., Analyses of Pavement Surface Distresses with "Road Vision software, Proceedings Computer in the Practice of Building and Civil Engineering Worldwide ECCE Symposium, European Council of Civil Engineers, Lahti, Finland, septembar 1997.
- [25] Report of the proceedings of the Congress, XXth World road congress, Montreal, 3-9 september 1995
- [26] Савез друштва за путеве Југославије, Развој путне мреже и саобраћаја на путевима Југославије, билтени 1-4 Београд, 1988.-1991.
- [27] Second nord American Pavement Management Conference, Toronto, Ontario, Canada, 2-4 November 1988
- [28] Shanin M., Sinha K., "A Dynamic Programming Approach to Optimization For Pavement Management Systems", Second Nord American Pavement Management Conference, Toronto, Ontario, Canada, 2-4 November 1988.
- [29] Transportation research board Washington, Transportation Research Record No. 1344, Pavement Management and Performance, 1992.
- [30] Узелац Ђ., "Развој оптималног система за формирање базе података о мрежи путева", Докторска дисертација, Грађевински факултет, Београд 1993.
- [31] Узелац Ђ., Радовић Н., "Аквизиција података о стању коловоза за потребе система управљања путном мрежом", Пут и Саобраћај бр. 5-8, Београд, 1992.
- [32] World Bank, The Highway Design and Maintenance model III, Volume 1. Description of the HDM-III Model, Washington, 1989
- [33] World Bank, The Highway Design and Maintenance model III, Road Deterioration and Maintenance Effects, Washington, 1989.

Интелигентни транспортни системи и безбедност саобраћаја

Проф. др Милан ИНИЋ

Факултет техничких наука, Нови Сад

ПРЕГЛЕДНИ (СТРУЧНИ) РАД

РЕЗИМЕ

У раду је обрађен утицај савремених технологија управљања и контроле саобраћаја познатих као Интелигентни транспортни системи (ITS – Intelligent Transportation Systems) на безбедност саобраћаја. Ове савремене технологије на чијим се пројектима, експериментима, примени и вредновању резултата у свету ради стварају услове за безбедније одвијање саобраћаја јер: смањују број одлука које човек доноси, спречавају одређене пропусте – грешке, коригују – исправљају неадекватно понашање, спречавају и најављују кварове на возилу, обезбеђују већи број поузданих информација, смањују број радњи и размишљање и стварају друге услове за доношење квалитетнијих одлука.

1. УВОДНЕ НАПОМЕНЕ

У структури фактора од којих зависи безбедност саобраћаја технички фактори (возило, пут и инсталисана опрема) заузимају значајно место. Развој и примена савремених технологија управљања и контроле саобраћаја опште познате као Интелигент Транспортацион Систем (ITS) ствара нове могућности за рационално, економично и безбедно одвијање саобраћаја. ITS обухвата велики број технологија, укључујући и процесе везане за проток информација, комуникација, управљања, контроле и електронике. Укључује напредне технологије сензора, компјутера, детектора, радио-оптичких комуникација, роботике и друге футуристичке компоненте. У питању су озбиљни и дугорочни пројекти који ће изменити физиономију досадашњег учешћа у саобраћају и условити потребу за формирање нове возачке свести.

ITS–Intelligent Transportation System (првобитно IVHS – Intelligent Vehicle Highway System) је хардвер за високу аутоматизацију система информисања и навигације који, поред статичких даје и динамичке информације и обезбеђује висок ниво безбедности и координирано кретање возила. Архитектура, пројекти, експерименти, примена и вредновање резултата ових система су у току. Поред осталог, ови "Системи будућности" омогућавају:

- Побољшање безбедности саобраћаја;
- Ефикасније коришћење транспортних ресурса;
- Повећање капацитета и пропусне моћи пута кроз управљање и регулисање саобраћаја, уместо кроз проширење пута (могућности ширења путева су ограничене и много скупле);
- Продуктивније (ефикасније) коришћење путева;
- Управљање путовањима и саобраћајем;
- Унапређење навигационих перформанси;
- Хармонизацију саобраћајног тока;
- Контролу и смањење, гужви, загушења и губитака (у времену и новцу) због застоја;
- Смањење времена путовања, трошкова превоза и др;
- Већи фонд релевантних информација о околини;
- Побољшање услова саобраћаја
- Смањење потрошње горива и загађивања околике;
- Унапређење служби са хитне интервенције;
- Формирање здравије и економичније средине у саобраћају и др.

Истраживања у области ових савремених технологија окренута су, пре свега, према ефикасности саобраћаја и комфору вожње, али у великој мери се одражавају и на безбедност саобраћаја. Ове савремене технологије стварају услове за безбедније одвијање саобраћаја јер:

- Смањују број саобраћајних незгода и њихових последица;
- Идентификују опасне ситуације и омогућавају избегавање инцидента;
- Смањују захтеве које саобраћај поставља пред возаче;
- Смањују број одлука које човек доноси;

Intelligent transportation systems and traffic safety

Prof. Milan INIĆ, Ph. D.

Faculty of Engineering, Novi Sad

REVIEW (PROFESSIONAL) PAPER

SUMMARY

In this paper is considered the influence of contemporary technologies of traffic management and control known as Intelligent Transportation Systems to traffic safety. These up to date technologies on which projects, experiments, application and result evaluation in world and in our country are done, make conditions for safer traffic because they: decrease number of human decisions, prevent certain omissions – mistakes, set right inadequate behavior, prevent and predict malfunctions on vehicle, provide more information, decrease number of movements and thinking and generate other conditions for better decision making.

- Смањују број алтернатива које човек треба обрадити пре доношења одлуке (што смањује време реаговања);
- Темпо доношења одлука (возачких задатака) је усклађенији са ограниченим могућностима човека за обраду и одговор;
- Упрошћавају или аутоматизују возачке задатке;
- Обезбеђују већи фонд поузданих информација;
- Повећавају могућности посматрања-уочавања појава;
- Смањују опредељење возача;
- Стварају пријатељскије окружење;
- Спречавају одређене субјективне пропусте;
- Коригују и исправљају поједине грешке човека;
- Унапређују продуктивност возача;
- Смањују стресове код возача;
- Спречавају и најављују кварове на возилима и др.

а) Колективни управљачки системи, не захтевају додатну опрему у возилу него на основу опреме на путу (детектори, сателитска комуникациона опрема, ТВ камере, сензори, фарови, компјутери, и др.), достављају податке у регионални контролни центар, где се обрађују и саопштавају учесницима у саобраћају и надлежним институцијама преко променљивих саобраћајних знакова (матричне, електромеханичке или друге технологије), радио станица, аутоматске безбедносне опреме и на друге начине. На овај једносмерни начин учесницима у саобраћају дају се информације о опасностима на путу, метеоролошким условима, саобраћајном оптерећењу, застојима, саобраћајним незгодама, радовима на путу, стању коловоза, факторима из околине и другим условима.

б) Индивидуални управљачки системи, захтевају додатно опремање возила јер обезбеђују двосмерну комуникацију систем-корисник. За то се користе технологије засноване на радиосигналу, инфрацрвеним таласима, ласеру, целулоидној телефонији и др. То, поред осталог, омогућава контролу приступа одређеним деловима саобраћајног система, оптимизацију пута до жељеног одређишта, навигациони систем за планирање пута и др. Поред осталог, у току су испитивања више врста путних водича (ауто-водича), односно система вођења (Route Guidance System) од папирних мапа, преко електронских мапа до гласовних водича са електронским мапама, њихових карактеристика, као и њихов утицај на учинак возача. Са укључивањем додатних података повећаће се број информација које ће возач добијати (пројекат тоталне информације). Ради се о претходници онога што долази са електроником.

2. ПОЉЕ ПРИМЕНЕ

ITS је резултат напретка информационих и комуникационих технологија у саобраћају и транспорту. Ради се о средствима за унапређење безбедности саобраћаја: дигиталним мапама, комуникацијом инфраструктура возило, возило возило, информативном базом података, смарт картицама, разном опремом, софтерима, обрадом података и другим елементима. Типичне примере налазимо у следећим подручјима:

- CTSCS – Centralized Traffic Signal Control Systems – Централизовани системи управљања знаковима.

Усавршавања почела 1970-тих година. Из центра се контролишу контролери знакови, детектори, ТВ камере, роадсиде радиос и друга опрема на одређеном подручју.

- IMS – Incident Management Systems – Системи управљања инцидентима. Брзо и ефикасно идентификује и одговара на инциденте што је кључан фактор редукције закашњења у превозу и безбедности саобраћаја.
- CAS – Collision Avoidance Systems – Системи за избегавање колизија. Системи који откривају опасне услове, дају упозорења и аутоматски коригују активност возача, односно изводе маневар избегавања (нпр. кочење). Између осталог ту спадају системи за: упозорења на дистанцу; упозорења равности коловоза; регулисања брзине; регулисања децелерације (ауто-стоп) и др.
- ICCS – Intelligent Cruise Control Systems – Интелигентни системи управљања крстарењем (кружним). Систем погодан да се на њему примени AVG – Automatic Vehicle Guidance који ће бити доступан у ближој будућности.
- Mayday Systems – Системи сигнала опасности (помоћи). У случају саобраћајне незгоде одговарајући уређај у возилу (путем радио сигнала, сателита и др.) шаље поруку у контролни центар одређујући локацију на којој се возило налази. Развија се више врста ових система (Colorado Mayday, OnStar, RESCU и др.).
- AHS – Automated Highway Systems – Аутоматизовани системи аутопутева. Циљ смањење оптерећења возача кроз аутоматизацију вођења, повећање безбедности и транспортне ефикасности. Концепт повећања аутоматизације – интелигентности возила и пута и нивоа размене између њих. Повећање могућности контроле возила од стране возача.

3. ОСНОВНЕ КАТЕГОРИЈЕ ТЕХНОЛОШКИХ ПОДРУЧЈА ITS

3.1. ATMS – Advanced Traffic Management System – Унапређени системи управљања саобраћајем. Интегрише надгледање, детекцију возила, комуникације, управљачке и контролне функције. Централна компонента ATMS-а је Управљачки центар (TMC – Traffic Management Center). TMC-а прима долазеће информације из различитих извора (сензори, детектори, видео камере, патролна возила, полиција, дирекције за путеве и др.). Ове информације се сређују и обрађују у циљу идентификације локације, врсте и карактеристика проблема на путу (гужве, застоји, незгоде и др.) и изналажења оптималног решења за настале промене у контроли саобраћаја. На крају TMC прослеђује излазне информације заинтересованим субјектима (возачима и одговарајућим институцијама).

3.2. ATIS – Advanced Traveler Information Systems – Унапређени систем информисања путника. Укључује различите системе који обезбеђују превремене поуздане информације у возилу које возачу омогућавају навигацију, кретање изабраним путним правцима, упозорења на опасност и др. У оквиру њега постоје четири

функционална подсистема, као In-Vehicle Information Systems – IVIS:

- Системи навигације и усмеравања у возилу (In-Vehicle Routing and Navigation Systems – IRANS). IRANS обезбеђује на мапама или другим дисплејима у возилу информације о саобраћајном оптерећењу, застојима и омогућава избор најбољег путног правца за кретање. Ово омогућава и безбеднију возњу јер се возач усресређује на примарне возачке задатке.
- Системи информисања о услугама – сервисима за возаче у возилима (In-Vehicle Motorist Services Information Systems – IMSIS). Обезбеђује возачима приступ информацијама о услугама (сервиси, медицинске услуге и сл.), што доприноси повећању безбедности и комфора у току путовања.
- Системи информисања у возилу о значајним знацима на путевима (In-Vehicle Signing Information Systems – ISIS). ISIS би требао да допринесе решавању проблема дефицита у информисању, јер треба да повећа обим и квалитет информације које се дају саобраћајним знаковима.
- Системи за давање безбедних савета и упозорења у возилу (In-Vehicle Safety Advisory Warning Systems – IVSAWS). Омогућава путем радија давање безбедних упозорења при кретању, упозорава на незгоде и друге ванредне ситуације на путу које возач са текуће позиције не може да уочи.

3.3. AVCS – Advanced Vehicle Control Systems – Унапређени системи контроле возила. Требало би да унесе значајне промене у компоненте возачких задатака јер помажу возачима у контролисању возила и могу повећати капацитет перцепције возача. AVCS се састоји од три подсистема:

- Системи за повећање уочљивости (SES – Sensory Enhancement Systems). Повећавају капацитет уочљивости и опажања изнад нормалних линија у условима смањене видљивости (ноћ, магла и сл.).
- Системи за откривање и избегавање препрека (ODAS – Obstacle Detection and Avoidance Systems). ODAS се састоји од два међусобно зависна подсистема. Системи откривања препрека упозоравају возаче када је трајекторија њиховог возила усмерена на опасност (објект или друго возило). Системи за избегавање преузимају контролу над возилом и изводе маневар избегавања штетне последице када одговор човека није довољан за избегавање колизије.
- Системи аутоматске контроле (ACS – Automated Control Systems). Ови системи треба да унапреде технологију аутоматске контроле на возилима која у неким облицима постоји и данас (аутоматско убрзавање и кочење у зависности од раздаљине возила испред).

3.4. CVO – Commercial Vehicle Operations – Операције са комерцијалним возилима. ITS технологије у овом подручју обухватају карактеристике возачке популације, пројекат возила, комерцијални аспект, природу операција са камионима и др. Систем навигације и вођења путевима морају се прилагодити специјалним условима путовања ових возила са аспекта аутоматске идентификације возила, његове конфигурације, тежине, габарита и врсте терета који се превози (дисплеј преко

кога ће возач добијати већи број информација, систем за упозорење ако се прекорачи дозвољена тежина терета, кретање терета у товарном сандуку и др.).

3.5. APTS – Advanced Public Transportation Systems – Унапређени јавни транспортни системи. APTS повећавају ефикасност, атрактивност и економичност јавног превоза, укључујући и управљање саобраћајем и обезбеђење квалитетнијег система информисања.

3.6. ARTS – Advanced Rural Transportation Systems – Унапређени систем транспорта на руралним подручјима. ARTS (ван градски путеви), обухватају системе који се односе на специфичне потребе ванградског саобраћаја, укључујући систем информација и лоцирање возила.

4. РАЗВОЈ И ПРИМЕНА ITS У ЕВРОПИ

Све ово условило је и широку међународну сарадњу у Европи на овом плану. Међународна димензија (интеграција, рационализација) ефикаснијег и безбеднијег одвијања саобраћаја огледа се и кроз истраживачке програме у које су укључене многе земље. Од значајнијих програма наводимо:

4.1. AIMSE – Advanced Integrated Motorway System for Europe. Између осталог, овај програм предвиђа да се до 2010. године врше улагања од 25–30 милијарди екија годишње, тј. 0,40–0,45% BDP (брuto друштвеног производа). Са њиме ће се унапредити цела економија чланица Европске Уније. Унапређење безбедности саобраћаја обезбедиће се, између осталог, и применом информатичке технологије. Очекује се и допуна овог програма (AIMSE II).

4.2. DRIVE I (1989 – 1991) and DRIVE II (1992 – 1994) – Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe. Програм путне инфраструктуре посвећен безбедности саобраћаја у Европи. Финансира га ЕУ са циљем истраживања, развоја и примене напредне телематике на путеве (за сервисе типа IVHS), односно стварање интелигентне инфраструктуре. Пројекат треба да унапреди информације о путовању и саобраћају, путни водич у возилу, пут/време и упозорење на инциденте. Развој усмерен на побољшање перформанси прегледности, аутоматске примене и сарадње у возњи са циљем Human–Machine Interface – HMI, са садржајима безбедности саобраћаја и система безбедности уопште.

4.3. PROMETHEUS – PROgramMe for European Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented Safety. Програм за европски саобраћај са највишом ефикасношћу и новом-без преседана – безбедношћу, (1986–1994), је индустријски програм који допуњује програм DRIVE и финансирају га европски произвођачи аутомобила са циљем стварања-производње интелигентног возила. Развија компоненте возила и потребне технологије за развој система. Реализује се у сарадњи индустрије возила и универзитета. Индустрија је формирала радне групе експерата: Pro-Car (за развој компјутерских система који ће помоћи возачима), Pro-Net (за развој комуникационе мреже) и Pro-Road (за развој комуникација са околином и информационе опреме за висок ниво функције управљања саобраћајем). Универзитетске истраживачке групе су: Pro-Art (за развој основних проблемских подручја), Pro-Chip (за развој нових микроелектронских модула), Pro-Com (за развој

комуникација) и Pro-Gen (за развој саобраћајне технике за унапређење саобраћајног система).

4.4. PROMOTE – PROgram for MObility and Transport in Europe је наставак PROMETHEUS-a. Финансира га ЕC од 1996. Развија систем аутоматске помоћи возачу CVO – Commercial Vehicle Operations, посвећен оптимизацији превоза терета у Европи. Програм има циљ да развије системе који одмах могу донети корист корисницима путева.

4.5. TICS – Transport Information and Control System – ISO TC 204. Ради се о новом подручју техничких стандарда под називом "Паметни путеви" (Интелигентни системи возило/пут – Информатика друмског транспорта), који ће обезбедити већи степен интеграције између човека, возила, пута и околине. Овај програм обухвата: ATIS – Advanced Traveller Information Services; ATMS – Advanced Traffic Management Systems; AVCS – Advanced Control Systems; APTS – Advanced Public Transportation Systems; CVO – Commercial Vehicle Operation и др.

Поред наведених ту су и други системи и пројекти, као што су:

- **ROMANSE – ROad MANagement System for Europe** је део DRIVE пројекта са којим се почело 1992 године и он је главни Систем за управљање инцидентима. Треба да обезбеди редукцију закашњења у јавном линијском превозу, приоритете на раскрсницама, реалне и правовремене информације на стајалиштима на коридору и др.
- **MASTER – MANaging Speeds of Traffic on European Roads.** Основни циљ овог ЕU програма је да одговори на три кључна питања: шта је прихватљива брзина, који кључни фактори утичу на возача да изабере одређену брзину и која је најбоља стратегија и алати за управљање брзинама. Треба да препоручи стратегију управљања брзинама, унапређење вођења и иницијације у алатима за управљање брзинама.
- **CLEOPATRA – City Laboratories Enabling Organisation of Particularly Advanced Telematics Research and Assessment** је мулти телематик пројекат ЕU на пољу валидног алгоритма и стратегије за динамичко вођење саобраћаја и информациони систем. Главни предмет је развој, егзистенција и планирање динамичког путног водича.
- **IRIS – Integrated Road Safety Information and Navigation System**
- **POLIS – Promoting Better Urban Operativity Linking Integrated Services**
- **CORRIDOR – Cooperation on Regional Road Informatics Demonstration on Real Sites**
- **TEM – Пројекат трансевропске магистрале север-југ.** Заснован на подршци УН 1977. год. (централни биро у Варшави). Обухвата систем од 11.000. км аутопутева (око 28% аутопутева предвиђених AIMSE).

Захваљујући овим и другим и сличним програмима, поред осталих предности, обезбедиће се и компатибилност путних мрежа разних земаља.

5. ИНТЕЛИГЕНТНА ВОЗИЛА

Иницијатива интелигентних возила представља почетну форму у конструкцији читавог система који одређује смернице развоја ових возила. Тежиште овог

програма је усмерено на повећање способности транспортног система кроз три нивоа (информационих система, давања упозорења возачима и примена аутоматских система вођења). Ова три функционална нивоа била би уграђена у возила (специјална возила) као усавршена технологија, при чему би свака нова генерација возила повећавала ниво функционалности ових параметара. Највећа пажња у овим пројектима треба да буде посвећена развоју и пуној интеграцији информационих система у возила, са приоритетом на информисање возача на ауто-путевима, њихову безбедност и уредно одвијање саобраћаја.

Са овим се повећавају радне карактеристике возила. Упоредо са тим нове технологије повећавају могућности контроле система возила. Повећава се број функција на возилу које возач може пратити на инструмент табли¹. Између осталог, нове функције – уређаји у возилу:

- црна кутија, уређај који хронолошки региструје све неправилности и омогућава накнадну анализу употребе возила, подсећа возача да постоји "тужбаба" коју не може преварити и сервисно особље да се мора држати рокова одржавања;
- пас-чувар, надгледа извршење програма и исправља кварове;
- ограничивач брзине, смањује или прекида доток горива када се постигне дозвољена брзина;
- држач континуиране брзине, возач на основу тастатуре на командној табли изабере брзину и брзину регулише ограничивач док возач не додирне папучицу;
- звучна и визуелна порука о врсти грешке и исправљање грешке кроз аутоматско поновно слање порука у случају грешке;
- уређај за ограничавање грешака, искључује неисправни део док се квар не отклони и др.

6. ИНТЕЛИГЕНТНИ АУТО-ПУТЕВИ И МЕНАДЖМЕНТ У САОБРАЋАЈУ

Политика побољшања путева изазива промене у окружењу и путоградњи. Ради се о скупу мера које доприносе модификовању приступа саобраћају у XXI веку кроз непрекидну оптимизацију која ће обезбедити безбедније и ефикасније савлађивање простора.



Слика 1. Шемајски приказ функционисања једног савременог система управљања саобраћајем

¹⁾ Данас возач камиона на инструмент табли може пратити око 50 функција.

Ови савремени системи за управљање саобраћајем на ауто-путевима смањују саобраћајна оптерећења и застоје, обезбеђују већу читљивост пута, побољшање узбуне у случају саобраћајне незгоде, правовремена упозорења на опасност и бржу помоћ. Међумодална информација доприноси одговорном избору корисника који ће бирати и селекционирати начин, итинерер и временски период путовања који највише одговара његовим потребама. Овакву функцију остварују најчешће путем следећих подсистема:

- Саобраћајно оперативни центар;
- Рачунарски подсистем;
- Подсистем затворене кружне телевизије;
- Подсистем станице за детекцију возила;
- Подсистем променљивих саобраћајних знакова;
- Подсистем станице за заустављање возила;
- Подсистем за напајање свих елемената;
- Информациони подсистем за саобраћај и путеве;
- Подсистем комуникација (фибер-оптички и коаксијални).

Ефикасан менаџмент у саобраћају заснива се на правовременом откривању инцидента или застоја на путевима. Управљање инцидентима у саобраћају подразумева координирану активност и хитно дејствовање одговорног особља како би се избегли ризици и смањиле штете. Углавном се примењују четири основне стратегије у управљању саобраћајем:

- Откривање и потврђивање инцидента.
- Управљање инцидентима.
- Саветовање возача.
- Управљање загушеним путевима.

7. ЉУДСКИ ФАКТОР И ITS

Нове технологије нуде експанзију нових решења, која представљају комплексан и интелигентан међуслој различит од досадашњих конвенционалних решења. Оне повећавају могућности сакупљања и интеграције нових информација и побољшавају алтернативе интеракције возач – возило. При томе се настоји да систем управљања и информисања буде компатибилан са карактеристикама возача и да пружају подршку возачким задацима.

Људски фактор је интегрални део пројектовања ITS процеса. Веома важно је проценити природу и ниво адаптације возача на нове технологије. Колико нове технологије мењају захтеве према возачу и његове задатке. Системи навигације, избегавања инцидента и друге функције ITS мењају обим, врсту и структуру возачких задатака, односно захтева који се постављају пред возача, па и његово понашање. Традиционална улога возача истиче као руковођа, а модерна нова улога истиче возача као корисника. Разлика је велика. Треба поред возача узети у обзир и друге људске факторе (контролоре у саобраћајном центру и др.), уређаје

који пружају подршку возачу на које треба пазити. Са овим (перформансама и возачким задацима) се још морају бавити многа истраживања. Адаптација понашања може пратити увод у промене саобраћајног система и понашања која нису предвидели пројектанти. Колико се тога још довољно не разуме што може да угрози ниво примене ових технологија.

Уградња информативног дисплеја у возилу, интерфејс са другим лицима који директно или индиректно учествују у преношењу информација (оператори у центрима, контролори који одржавају систем), захтева додатну интеракцију возача са овим и осталим елементима система. У сваком случају мора се водити рачуна о "пројектованом" возачу какав би требао бити у ITS окружењу и који је његов ниво перформанси. Проблем представља старија популација због којих пројектоване брзине морају бити нешто ниже. Мора се користити интелигентни начин адаптације на ITS окружење и интелигентни систем подршке возачу. Политика возачких дозвола (селекције возача) и ергономска истраживања требају бити координирани и изbalансирани између мобилности и безбедности. Један од проблема (на коме ће се морати радити) је и то што људи мисле да их сама технологија штити (са АБС се вози брже, кад има аирбаг не користи појас итд.). Корисник мора бити у центру ITS пројекта – плана. Морају се сакупљати и анализирати релевантне људске перформансе и пратити искуства првих верзија система, како би се уважавале све специфичности.

7. ЗАКЉУЧЦИ

Савремена научна достигнућа нуде велике могућности и тамо где се она више примењују стварају безбеднију средину за кориснике пута. Савремени системи управљања саобраћајем (ITS) базирају се на примени информатичких технологија, рачунара, сензора, камера са ИС зрацима, сателита, навигационих система за возаче, система за бољу видљивост ноћу и по магли, дигиталних радио уређаја за информисање возача и др. Поред осталог, ово ће створити услове за повећање безбедности саобраћаја јер ће: прилагодити околину човеку, смањити захтеве које саобраћај поставља пред возаче, смањити број одлука које возач треба да доноси, обезбедити већи број поузданих информација итд.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Barfield, W., Dingus, T. et al.: Human Factors in Intelligent Transportation Systems, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, New Jersey, 1998.
- [2] Инић, М.: Безбедност друмског саобраћаја, Универзитет у Новом Саду, Нови Сад 1997.
- [3] <http://www.mto.gov.on.ca>
- [4] <http://www.itsa.org>
- [5] <http://www.transguide.dot.state.tx.us>

Превентивно одржавање путева

Проф. др Александар ЦВЕТАНОВИЋ,
дипл. грађ. инж.

Грађевински факултет Универзитета у Београду

Асист. мр Горан МЛАДЕНОВИЋ,
дипл. грађ. инж.

Грађевински факултет Универзитета у Београду

ПРЕГЛЕДНИ (СТРУЧНИ) РАД
УДК 625.76.001.18

РЕЗИМЕ

Кроз програм превентивног одржавања, коловози могу да се одржавају на најјекономичнији начин, постижући уз мање укупне трошкове бољи квалитет коловоза. Превентивно одржавање представља стратешки приступ деловања на мања оштећења, успоравање пропадања и смањење потреба за активностима на редовном одржавању. Циљеви овакве стратегије одржавања су да се продужи трајност коловоза правовременим интервенцијама пре појаве оштећења, која би захтевала корективне поступке као што су пресвлачења.

Preventive road maintenance

Prof. Aleksandar CVETANOVIĆ, Ph.D., (C.E.)

Civil Engineering Faculty of Belgrade University

Assistant Goran MLADENOVIC, M.Sc., (C.E.)

Civil Engineering Faculty of Belgrade University

REVIEW (PROFESSIONAL) PAPER
UDC 625.76.001.18

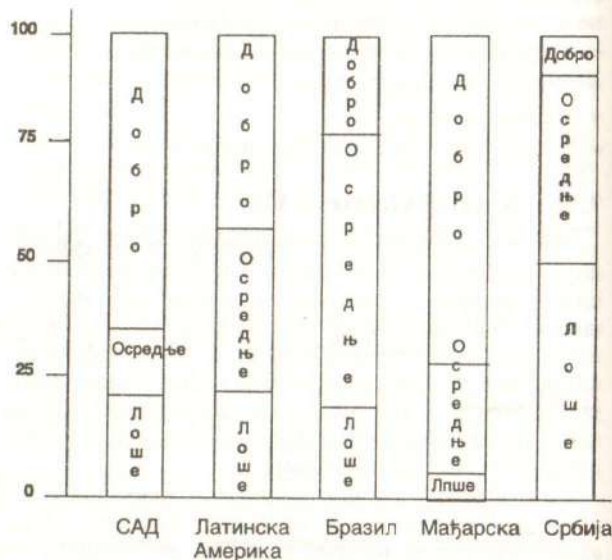
SUMMARY

Through a preventive maintenance program, pavements can be maintained in a cost-effective manner, leading to a better pavement quality at lower total cost. Preventive maintenance is a program strategy which is acting onto minor deteriorations, retarding progressive failures, and reducing the necessity for routine maintenance activities. The objective of such a program strategy, is to extend the functional life of the pavement by applying treatments before the pavement deteriorates to a condition that requires a corrective treatment, such as a structural overlay.

УВОД

У развијеним земљама света траже се поступци и методе за што рационалније одржавање путева. Општи слоган код свих инвеститора је "урадити што више за што мање пара". У многим земљама, па и у САД постоји раскорак између потребних и одобрених средстава за одржавање путева, што резултира у њиховом перманентном погоршању стања, сл.1. Потребна годишња средства за одржавање путева у САД износе око 50 милијарди долара. Да би се постојеће стање поправило потребно је од 210 до 220 милијарди долара, а улаже се годишње свега 27 милијарди долара. У Србији, последњих 8 година, у одржавање магистралних и регионалних путева улаже се од 12 до 30 милиона долара. Да би се постојеће стање поправило потребно је око 2 милијарде долара, а годишњи буџет би требало да буде око 350 милиона долара.

При оваквој политици одржавања, свуда у свету, а поготову код нас, укупно стање мреже путева се погоршава. Због тога државне управе настоје да изнађу што рационалније методе одржавања путева, а улагање у превентивно одржавање је незаобилазна стратегија која води ка очувању квалитета мреже и смањењу трошкова одржавања. Од 1995. у буџету Система националних путева – САД први пут су наменски утврђена средства за превентивно одржавање.



Слика 1. Стање путева у свету и Србији

ДЕФИНИЦИЈА ПРЕВЕНТИВНОГ ОДРЖАВАЊА

За све возаче је нормално да периодично мењају уље у колима, облоге кочница и остале релативно јефтине потрошне компоненте, да би обезбедили беспрекорно функционисање аутомобила и избегли скупе поправке. Оно што је у нормалном животу опште прихваћено правило понашања, није аксиом када су у питању инфраструктурни објекти, који директно утичу на наш квалитет пословања и живљења.

Постоји више дефиниција, али најраспрострањенија је да "превентивно одржавање представља стратешки приступ одржавању постојећег система путева са

најекономичнијим поступцима, који штите, успоравају појаву будућих оштећења и одржавају или побољшавају функционално стање система без повећања конструктивне носивости". Тј. превентивно одржавање треба да задржи што дуже постојеће стање. Али да би било ефикасно и рационално, превентивно одржавање треба да претходи појави већих оштећења (колотрази, оксидација и мрежасте пукотине). Израда површинских обрада не значи аутоматски и примену превентивног одржавања, ако се она не изводи у право време, тј. пре појаве већих оштећења.

Проблеми са превентивним одржавањем су што су буџети за годишње одржавање фиксни и оријентисани ка реконструкцијама и текућим активностима (нпр. зимско одржавање). Такође, резултати превентивног одржавања не виде се одмах и веома лако се средства предвиђена за активности превентивног одржавања у циљу уштеда у буџету смањују или потпуно укидају.

ПОСТУПЦИ ПРЕВЕНТИВНОГ ОДРЖАВАЊА

Основни типови поступака који се користе код превентивног одржавања (флексibilних коловоза) су:

- уобичајени поступци као што су обрада пукотина, замаглавање, површинске обраде, танке вруће пресвлаке (густе или отворене структуре, дебљине до 40 мм) и слари-сил

- ванредни поступци као што су мастике асфалти, врло танке и ултра танке пресвлаке и микро застори

Изузев поступака као што су обрада пукотина и замаглавање, сви остали представљају успостављање новог застора.

Програми ефикасног превентивног одржавања подразумевају периодичну примену (три до шест година) одговарајућих третмана након изградње коловоза у циљу избегавања или одлагања скуких реконструкција и максимизирања ефикасности улагања у одржавање путева.

Основно питање код примене превентивног одржавања је "при ком нивоу оштећења" стартовати са радовима. Не постоји децидан одговор, али постоји принцип



Слика 2. Почетак превентивног одржавања у односу на стање коловоза

да "са превентивним одржавањем треба отпочети пре појаве оштећења", као што је и приказано на слици 2.

Међутим, не могу се сва оштећења предупредити одговарајућим превентивним одржавањем. Флексибилни застори са пукотинама насталим због замора или колотрази (настали због недовољне стабилности асфалтних мешавина), нису добри кандидати за превентивно одржавање. Највећи успеси са превентивним одржавањем постижу се спречавањем фактора средине да разоре коловозе.

Превентивним одржавањем (испуном пукотина и танким пресвлакама) продужује се век коловоза за 5 до 6 година.

Економски најефикаснија стратегија је ако се сваких 5 до 10 година освежи застор. Експериментално је утврђено да су програми превентивног одржавања 3 до 5 пута јефтинији од реконструкција. Тачније, коефицијент трошкови-ефикасност за превентивно одржавање у односу на предузимање било какве друге интервенције на коловозу износи 3,65.

У табели 1 приказани су критеријуми за избор превентивног одржавања у функцији од типа оштећења.

Основни проблеми код превентивног одржавања коловоза су:

Табела 1. Предлог поступака превентивног одржавања у зависности од типа оштећења код флексibilних застора

Врста оштећења	Тип оштећења	Могуће деловање
Пукотине	Пукотине од замора	Нису погодне за превентивно одржавање
	Мрежасте пукотине (мале до осредње)	Танке хладне или топле пресвлаке и површинске обраде
	Ивичне пукотине	Обрада пукотина
	Подужне пукотине	Обрада пукотина
	Рефлектоване пукотине	Обрада пукотина
	Попречне пукотине	Обрада пукотина
Закрпе и рупе	Закрпа/закрпа Оштећење	Коловози са пуно закрпа нису погодни за превентивно одржавање
	Рупе	Коловози са рупама нису погодни за превентивно одржавање
Оштећења површине	Колотрази – недовољна збијеност – недовољна стабилност асф. мешавине	Испуна колотрага микро застором или површинском обрадом Превентивно одржавање не може да реши проблем
	Набори	Нестабилни застори нису погодни за превентивно одржавање
	Излучевине	Обрада песком, површинском обрадом или микро застором
	Углачани агрегат	Танка хладна или топла пресвлака или површинска обрада
	Чупање агрегата	Замаглавање, танка хладна или топла пресвлака или површинска обрада

1. **Образовање.** Они који одлучују о стратегији одржавања морају да буду технички образовани и да схватају значај и улогу превентивног одржавања

2. **Промена устаљене филозофије** првенственог улагања средстава у обнове и реконструкције коловоза

3. **Правовремена примена** превентивног одржавања

4. **Успостављање критеријума** за избор деоница коловоза на којима ће се изводити програми превентивног одржавања

Микро застори и врло танки асфалтни застори већ су актуелни код избора поступака за рационално превентивно одржавање. У прошлом броју часописа "Пут и саобраћај" дате су детаљне информације о микро засторима, а у овом о "врло танким и ултра танким асфалтним засторима".

ВРЛО ТАНКИ И УЛТРА ТАНКИ АСФАЛТНИ ЗАСТОРИ СПРАВЉЕНИ ПО ТОПЛОМ ПОСТУПКУ

У последњих десет година у свету је саграђено преко 110 милиона квадратних метара "врло танких и ултра танких асфалтних застора" справљених по топлому поступку.

Врло танки асфалтни застори, по француским стандардима НФ П 98-137 представљају слојеве просечне дебљине од 20 до 25 мм (са апсолутним минимумом од 15 мм у свакој тачки), збијености од 85 до 90% и количине агрегата од 40 до 50 kg/m².

Ултра танки асфалтни застори нису стандардизовани и користе се за промену карактеристика површине хабајућег слоја:

- формирањем "водонепропусног/везаног" слоја мало дебљег од распршене емулзије
- навошењем по топлому поступку справљене асфалтне мешавине у дебљини слоја која одговара величини једнофракцијске максималне величине зрна тј. у просечној количини од 25 до 35 kg/m²

Врло танки и ултра танки асфалтни застори имају врло сличну намену. Они треба да побољшају површинске карактеристике и/или обнове целовитост површине хабајућег слоја (чување зрна и испуна пукотина) и изравнају застор (трајне деформације мање висине од 1 цм на летви од 3 м). Наносе се на засторе или раде као међуслој између хабајућег слоја и подлоге.

Врло танки асфалтни застори раде се од гранулација 0/6, 0/10 или 0/14 mm, са чистим или још чешће полимер модификованим битуменима (често се додају и влакна) и шушљинама до 17 (25)%. Ако се жели густа мешавина онда се у мешавину 0/10 додаје фракција 2/6, а у 0/6 фракција 2/4.

Ултра танки асфалтни застори раде се од гранулација 0/6, 0/8 или 0/10 (0/14), са чистим или још чешће полимер модификованим битуменима. Ако се жели густа мешавина онда се у мешавину 0/6 додаје фракција 2/4, а у 0/8 фракција 2/6. Разастирање се обавља са посебном или конвенционалном опремом.

Цена врло танких и ултра танких асфалтних застора налази се између цене површинских обрада или микро застора и танких асфалтних застора (дебљине 4 cm).

У табели 2 приказан је састав асфалтних мешавина за врло танке и ултра танке засторе.

Табела 2. Састав асфалтних мешавина за танке и ултра танке асфалтне засторе

		Врло танки асфалти		Ултра танки асфалти
		Тип 1	Тип 2	
6/10 или 4/6	(%)	70 – 80	75 – 88	70 – 85
0/2	(%)	20 – 27	10 – 22	15 – 28
филер	(%)	7 – 9	4 – 5	4 – 8
битумен 0/6	(%)	6.2 – 6.7	5.0 – 5.5	5.8 – 6.4
0/10	(%)	5.7 – 6.2	4.5 – 5.5	5.0 – 5.8

Напомена: Ако се користе полимером модификовани битумени онда је њихово учешће у мешавини веће (за +0.1% до +0.3%) или ако се додају влакна (учешће влакана 0.2 до 0.4%). Чист битумен је градације 50/70 и 70/100 и понекад 35/50 за врло танке засторе изложене великом саобраћају (али у оваквом случају се препоручују полимером модификовани битумени).

Производња мешавина обавља се на класичан начин, једино што треба водити рачуна о температури загревања агрегата (да се не прегреје), максималној и минималној величини зрна (чистоћи фракције) и чистоћи чувања и дозирања модификованог везива.

Ако је саобраћајно оптерећење веће од 300 до 700 теретних возила на дан, за врло танке засторе (пре навошења основног слоја – као припрему подлоге), треба користити модификоване емулзије (минимум 400 g/m² остатка битумена), а за ултра танке засторе, код којих је брзина ≥ 15 m/min такође модификоване емулзије (600 до 800 g/m² остатка везива).

Учинак рада са специјализованом опремом је од 30.000 до 35.000 m²/дан.

Са збијањем врло и ултра танких застора глатким ваљцима, због мале дебљине слојева (брзог хлађења), треба почети што пре (4 до 8 прелаза). Коловоз се пушта у саобраћај релативно брзо (у року од 1 часа).

ЗАКЉУЧАК

Примена превентивног одржавања је одраз здраве логике и стратегијског приступа одржавању коловоза. Избор нових технологија и поступака одржавања коловоза је потреба да се са што мање улагања постигну што већи ефекти у очувању највећег националног блага – путева.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] J. Zaniewski and M. Mamlouk: Pavement preventive maintenance: The key to quality highways, Paper prepared for the Transportation Research Board 1999 annual meeting
- [2] D. Morian, S. Gibson and J. Epps: Maintaining Flexible Pavements – The Long Term Pavement Performance Experiment, SPS-3, 5-Year Data Analysis, Report No. FHWA-RD-97-102, Federal Highway Administration, Washington, D.C., 1997
- [3] J. Zaniewski and M. Mamlouk: Pavement Maintenance Effectiveness-Preventive Maintenance Treatments, Participant's Manual, Report No. FHWA-SA-96-027, Federal Highway Administration, Washington, D.C., Feb. 1996.
- [4] Y. Brosseaud: Very thin and ultra-thin wearing courses using hot-mixed bituminous materials a review of use and performance, Session No 270: Effectiveness of a Pavement Preventive Maintenance Program, Paper No 990987, Federal Highway Administration, Washington, D.C., Feb. 1996
- [5] M. Hines, C. Roche and P. Chaverot: Evaluation of fatigue Behavior of Hot Mix Asphalt with the LCPC Nantes Test Track and SHRP Testing Tools, AAPT Annual Meeting, Boston, Mass, March 1998.

Потпорно-обложни зидови без темеља, анкеровани за терен

Др Петар МИТРОВИЋ, дипл. инж. грађ.

Институт за путеве Београд

СТРУЧНИ РАД
УДК: 624.137.5/6

Током неколико година (почев од 1996.), ова техника и технологија израде потпорних зидова веома се примењује у САД, под патронатом и надзором Дирекције за путеве САД. Превласт ове технике и технологије израде потпорно-обложних зидова над класичним техникама и технологијама, је нарочито код нестабилних косина путева или железница, код којих је субстратум некретаних земљаних или стенских маса близу површине терена, тако да се могу лако анкерovati, док би класично фундаирање било скупо и несигурно. Анкероване потпорних зидова за тло, може се обављати на два начина:

- заклањањем анкера у тло (стену),
- бушењем тла (стене) и постављање анкера.

У већој је примени технологија бушења тла и постављања анкера, па ћемо у овом чланку ту технологију описати.

Retaining-veneered walls without footing, anchored to the terrain

Petar MITROVIĆ, Ph.D., M.Sc., C.E.

PROFESSIONAL PAPER
UDC: 624.137.5/6

SUMMARY

In the last few years (since 1996), this technique of building the retaining walls has been widely applied in USA, under the auspices of U.S. Road Directorate. The advantage of this technique of building the retaining-veneered walls in comparison to classical technique is particularly preneueed at unetabled slopes of roads and railroads, wherein the substratum of stationary carthen or rock masses is located near the terrain surface, thus the anchoring could be carried out easily, while the classical footing would be costly and unsafe. Anchoring of retaining walls can be carried out either by knocking the anchor into terrain (rock), or by boring of soll (rock) and subsequent setting of anchors. The latter technique is implemented more frequently, and therefore the paper will describe it thoroughly.

УВОД

У 1996. години Федерална администрација САД издала је приручник "Manual for desing and construction monitoring of soil walls" (FHWA SA 96-069), што би у преводу значило "Приручник за пројектовање и изградњу потпорних зидова анкерованих за тло".

Приручник садржи детаљне информације и упутства, као и практичне примере, како би се помогло стручњацима да примене технику и технологију израде потпорних зидова, без темеља, анкерованих за терен.

Техника и технологија израде анкерованих потпорних зидова, без темеља, примењује се при проширењу планума путева и железничких пруга, потребних ископа терена за проширење грађевинских објеката, итд.

Примена ове технологије и технике је лака, не захтева специјалну или тешку опрему, а ослања се на технику, које су давно познате, бушење, торкретирање (млазни бетон) итд.

Ради информације, коштање 1 м² потпуно завршеног потпорног зида, без темеља и анкерованог у терен, износи од 330 до 400 УСА \$.

ПРИНЦИПИ ТЕХНИКЕ И ТЕХНОЛОГИЈЕ

Основни принцип ове технике и технологије је да се тло (стена), паралелно са напредовањем ископа, анкерује, недозвољавајући настанак нестабилности терена, док радови напредују одозго на доле, (слика 2).

Постављени анкери су у почетку у пасивном стању и добијају функцију кад дође до почетка деформисања тла (стене). Настанак деформација у тлу иницира интеракцију између тла и анкера. Силу притиска тла, која покреће деформације, примају анкери и преносе је у дубину терена, тј. до стабилног, некретаног дела терена.

Сила у анкерима је обично затежућа, али у одређеним случајевима може бити торзиона и смичућа.

Функција анкера је да повећају стабилност:

- повећањем нормалне силе у терену, чиме се постиже већа смичућа отпорност на потенцијалном клизном слоју,

- смањеном дестабилизације тангенцијалне силе на потенцијалном клизном слоју.

На видној површини косине, анкери се повезују челичном мрежом и површина се торкретира (бетонира млазним бетоном).

Постоје два врсте анкера, који се користе при овој техници:

- заштићени инјекционом масом,
- незаштићени инјекционом масом, односно заштићени корозионом масом.

Анкери су челичне шипке пречника 25-35 mm, чврстоће од 420 до 500 N/mm². Они се постављају у бушотине пречника 100-300 mm, које су постављене на растојању 1-2 m, у "цик-цак" поретку.

Инјекциона смеша састављена је од цемента и воде у односу 0,4-0,5.

ПОНАШАЊЕ ПОТПОРНОГ ЗИДА АНКЕРОВАНОГ ЗА ТЛО

Анкеровањем потпорног зида за терен, спречавају се деформације и покретање терена. Затежућу силу, која тежи да покрене косину, примају анкери и преносе је у дубину у стабилне делове терена, који немају тенденцију кретања.

Дебљина потпорног зида је константна, први слој 7,5–15 cm, а други 15–20 cm, што укупно износи 22–35 cm.

Челична мрежа, која повезује анкере уједно је и арматура бетонске облоге од млазног бетона, која чине лице, а у суштини је део потпорне конструкције. Анкери и облога чине једну целину потпорне конструкције, која заштићује косину и чини је стабилном.

Активна зона је ближа потпорном зиду и има тенденцију померања преко клизног слоја. Анкери прихватају смичуће напоне и преносе их у пасивну зону. У анкери се јавља затежућа сила, која тежи да га ишчупа из сидра.

Пасивна зона је зона која се не креће и служи за сидрење анкера. Затежућа сила коју прима анкер не сме ишчупати анкер из сидра.

Анкери се, по дубини, постављају тако да буду усидрени у некретани део терена (пасивна зона), а слободни, несидрени део анкера је у зони која се креће (активна зона). Дужина анкера треба да је толика, да се сигурно анкерује у пасивну зону. Сви анкери треба, по дубини, да буду постављени тако, да се сидрење анкера у целисти обави у пасивној зони. Граница између активне и пасивне зоне, теоретски је права линија под углом од $(45^\circ + \phi/2)$. Међутим, пракса је показала, да је гранична линија између активне и пасивне зоне крива линија, која на врху потпорног зида има апсцису дужине 0,30–0,35 висине зида (Н), (слика 1).

Дужина сидрења срачунава се на основу два критеријума:

- да се анкер не ишчупа из инјекционе масе, и
- да се анкер не извуче заједно са инјекционом масом.

Потребна дужина адхезије између зидова бушотине и инјекционе масе (L_{AZ}) одређује се емпиричким изразом:

$$L_{AZ} = \frac{F_s \cdot Z}{\pi \cdot R_Z \cdot \tau_c}$$

где је:

- F_s → коефицијент сигурности, чија вредност износи, обично, 1,50;
- Z → задата, пројектована сила у каблу;
- R_Z → пречник бушотине, испуњен инекционом масом;
- τ_c → адхезиона отпорност између инекционе масе и зида бушотине.

Потребна дужина атхезије између инјекционе масе и површине анкера, прорачунава се емпиричким изразом:



Слика 1. Илустрација понашања анкера при пријему оптерећења

$$L_C = \frac{F_s \cdot Z}{\pi \cdot r \cdot \tau_c},$$

где је:

- r → пречник анкера;
- τ_c → адхезиона отпорност, између инјекционе масе и кабла.

Део анкера који се не сидри потребно је заштитити од корозије галванизацијом или премазом епокси смолом.

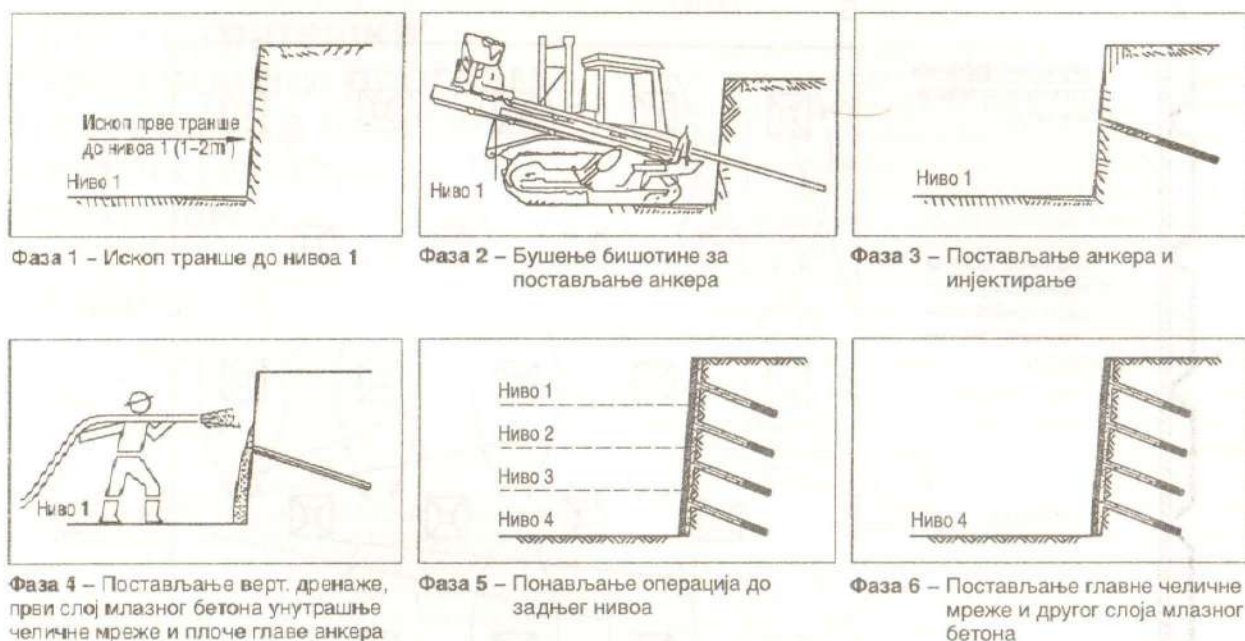
ТЕХНОЛОГИЈА ИЗРАДЕ ПОТПОРНО-ОБЛОЖНИХ ЗИДОВА, БЕЗ ТЕМЕЉА, АНКЕРОВАНИХ ЗА ТЕРЕН

На слици 2, илустративно је приказана технологија израде потпорнообложних зидова, без темеља, анкеровањем за терен. Технологија израде састоји се из шест фаза, четири оперативне за сваки ниво рада, а две се понављају онолико пута колико има нивоа. Број нивоа рада зависи од висине косине која се подграђује. Један ниво може имати висину од 1,0 до 2,0 m, зависно од способности тла да се, привремено, док трају радови, на једном од нивоа, не деформише или покрене, односно одржи у стабилном стању. Висине нивоа не морају бити исте дуж висине косине. При самом врху косине нивои могу бити већих висина, а при дну косине мањих.

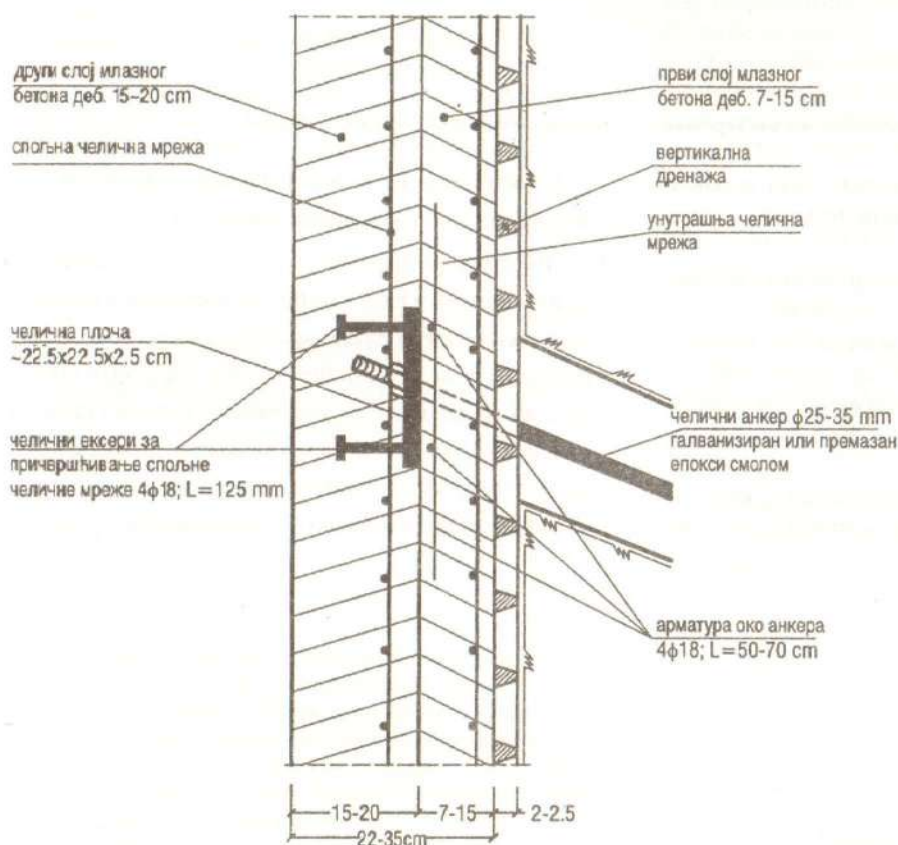
Терен у коме се сидре анкери може бити од тла или стена. Под тлом подразумевамо природне материјале од: глина, прашина, пескова, шљункова и њихових мешавина. Појам стене подразумева мекане (лопор, лапорац, глинац, флиш, итд.) и чврсте стене еруптивног, метаморфног или седиментног порекла (кречњак, пешчар, гранит, итд. мање или више алтерисани).

Израда потпорних зидова креће са врха косине и напредује према дну, тј. радови се одвијају одозго према доле. На једном нивоу обављају се следеће фазе радова:

- I фаза: Ископ терена, обично машински, булдозером или ровокопачем, делимично и ручно.
- II фаза: бушење бушотине у терену и постављање анкера.



Слика 2. Фазе израде потпорно-обложног зида, без темеља, анкерованог за штерен



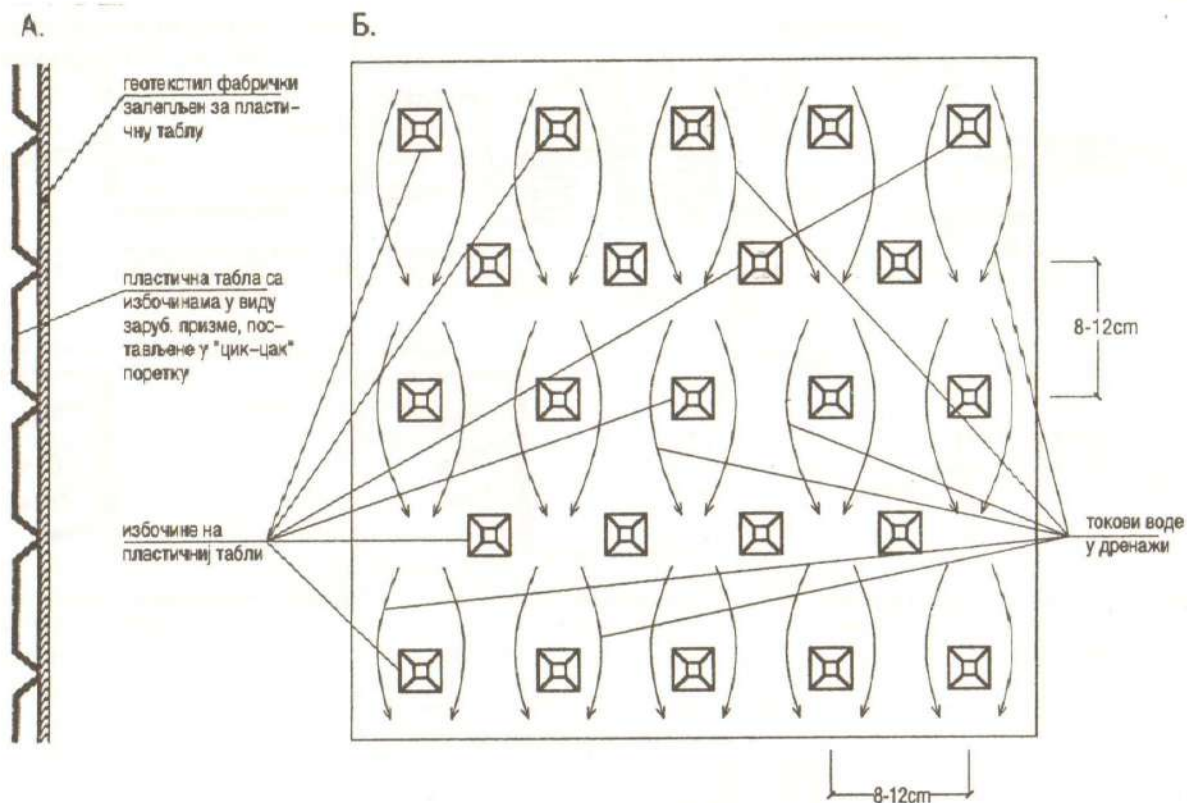
Слика 3. Детаљ поаречног пресека потпорно-обложног зида, без темеља, анкерованог за штерен

– III фаза: Инјектирање бушотине, које може бити потпуно или делимично, како је пројектом одређено, зависно од потребне дужине анкеровања.

– IV фаза: Прскање површине косине првим слојем млазног бетона. Уколико у косини има подземне воде,

пре почетка прскања поставити вертикалну дренажу и унутрашњу челичну мрежу (слика 3).

– V фаза: Понављање операције радова са првог нивоа до задњег n-тог нивоа, тј. до дна косине.



Слика 4. Детаљ пластичне вертикалне дренаже, А појречни пресек, Б изглед.

– VI фаза: Израда другог, завршног слоја, млазног бетона, са постављањем спољне челичне мреже (слика 3), на целој дужини косине.

Детаљ попречног пресека потпорног зида без темеља, анкераног за терен, дат је на слици 3.

Из слике се виде сви потребни детаљи и оријентационе димензије битних елемената за пројектовање и израду потпорних зидова, без темеља, анкераних за терен, са евентуалном вертикалном дренажом, уколико је потребна.

Уколико у тлу (терену) има подземне воде, која може изазвати хидростатичке и друге притиске, потребно

ју је уклонити. То је најефикасније обавити израдом вертикалне дренаже према слици 4 А и Б.

Вертикална дренажа састоји се од пластичне табле са избочинама у виду зарубљене пирамиде и геотекстила, залепљеног за пластику, који служи за филтрирање подземне воде. Пластичне табле се фабрички производе и на градилиште се допремају у готовом стању. На слици 4, дајемо детаљ табле за вертикално дренажање, са жељом да се на нашим просторима ускоро отпочне са њиховом производњом и примењивањем у пракси.

SHRP - Стратешки истраживачки програм за путеве - са посебним освртом на методе испитивања

Проф. др Душан СВЕТЕЛ

Институт за путеве Београд

ПРЕГЛЕДНИ РАД

УДК: 665.775.035.6 СХРП

РЕЗИМЕ

Многа велика имена, из области реологије битумена и асфалтних мешавина, бавила су се истраживањима односа напона и деформације угљоводоничних везива и могућности њихове примене у различитим системима асфалтних мешавина, примењених у одређеним слојевима коловозне конструкције.

Forest, Saal, Pfeiffer, Van der Poel, Heukelom, Ramqak, Francken и многи други, дали су вредне доприносе познавању реолошких карактеристика угљоводоничних везива и асфалтних мешавина.

SHRP програм даје потпуни одговор на реолошко понашање битумена и асфалтних мешавина, али наше је мишљење да Европа, па наравно и ми, треба да усагласимо ставове наших истраживачких институција и научних организација и да дамо коначну верификацију програму SHRP.

SHRP – Strategic Highway Research Program – with particular review of testing methods

Prof. Dušan SVETEL, Ph.D.

REVIEW PAPER

UDK 665.775.035.6 SHRP

SUMMARY

Many great names in the field of bitumen rheology and asphalt mixes, were involved in the investigations of relationships of stresses and deformations of hydrocarbon binders and their tentative application within various systems of asphalt mixtures, as implemented within specific pavement courses. Forest, Saal, Pfeiffer, Van der Poel, Heukelom, Ramqak, Francken and many others gave valuable contributions in acquiring the acquaintance with rheological characteristics of hydrocarbon binders and asphalt mixes. SHRP provides a complete answer as regards the rheological behavior of bitumen and asphalt mixes, yet the author is of the opinion that Europe, and we as well, should agree and assume a joint attitude of respective research institutions and scientific organizations in order to award a final verification of SHRP.

УВОД

Пре око 4.500 година уграђен је први асфалтни пут у свету. Око 40. година пре I.H. Diodor ho Sikoliotos оставио нам је први познати запис о добијању природног асфалта из Мртвог мора. Око 1860. године почела је већа производња битумена као остатка нафте.

Крајем XIX и почетком XX века појављују се радови о испитивањима и истраживањима битумена, а Форест 1909. године даје основне принципе одређивања конзистенције битумена.

Велики број познатих имена, из области истраживања особина битумена, бавио се и данас се бави питањем реолошких особина битумена и проблемима њиховог одређивања. У свету се примењује читав низ метода које дају већи или мањи увид у реолошке особине битумена. Све развијене земље имају у својим стандардима методе одређивања битумена које дају податке о могућностима примене битумена у путне и друге сврхе, с тим што се тежило да се уведе што већи број метода које дају директан одговор на везу напона и деформације битумена у што ширем температурном опсегу и ширем опсегу оптерећења.

Најзад, последњих година се појавио истраживачки стратешки програм SHRP коју уводи низ метода које дају директан одговор на везу напона и деформације, код истраживања реолошких особина битумена и асфалтних мешавина.

У овом, полемичком чланку, хтели смо да дамо наше мишљење о предностима која нам пружају истраживања и испитивања везана за програм SHRP, као и о евентуалним тешкоћама примене ових испитивања код нас.

ОД SAAL-а ДО FRANCKEN-а

Крајем XIX века на тржишту се појавило више врста битумена од остатка дестилације нафте. Већ 1905. предложено је испитивање тачке размекшања битумена по КС, нешто касније по ПК, а још 1889. издат је ASTM стандард за пенетрацију битумена. Ове методе су биле конвенционално утврђене, али је Saal [1] на основу многих испитивања 1936. године показао да оне имају и реолошко значење.

Пенетрација битумена није само дубина продирања игле у битумен, под унапред утврђеним условима, већ представља и вредност вискозности битумена на 25°C. Saal је дао следећи однос пенетрације битумена и вискозности:

$$\eta = \frac{1,58 \cdot 10^9}{\text{pen}^{2,16}} \text{ (Pa} \cdot \text{s)}$$

Тачка размекшања по ПК није само температура на којој слој битумена претрпи одређену деформацију, већ је то и еквивискозна температура, односно сви битумени на температури тачке размекшања по ПК имају вискозност од $2 \cdot 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{s}$.

Pfeiffer [2] је, 1939. године, ове две величине повезао индексом који карактерише температуру осетљивост битумена, односно промену вискозности битумена у функцији температуре. Он је ову величину назвао "индекс пенетрације" (ИП) и дао следећи однос:

$$\frac{20 - IP}{10 + IP} \cdot \frac{1}{50} = \frac{\log 800 - \log pen_{25}^{\circ C}}{T_{PK} - 25}$$

Вредност индекса пенетрације се, за битумене различитих структура, креће између -3 до +8. Према југословенском стандарду, индекс пенетрације, за битумене за коловозе, треба да се креће између +1 и -1.

Што је мања вредност индекса пенетрације, битумен је осетљивији на температурне промене, тј. долази до веће промене вискозности са температуром. Вредност индекса пенетрације зависи и од колоидалних и реолошких особина битумена, па је, према томе, мера не само температурне осетљивости, већ даје и увид у реолошки тип и структуру битумена.

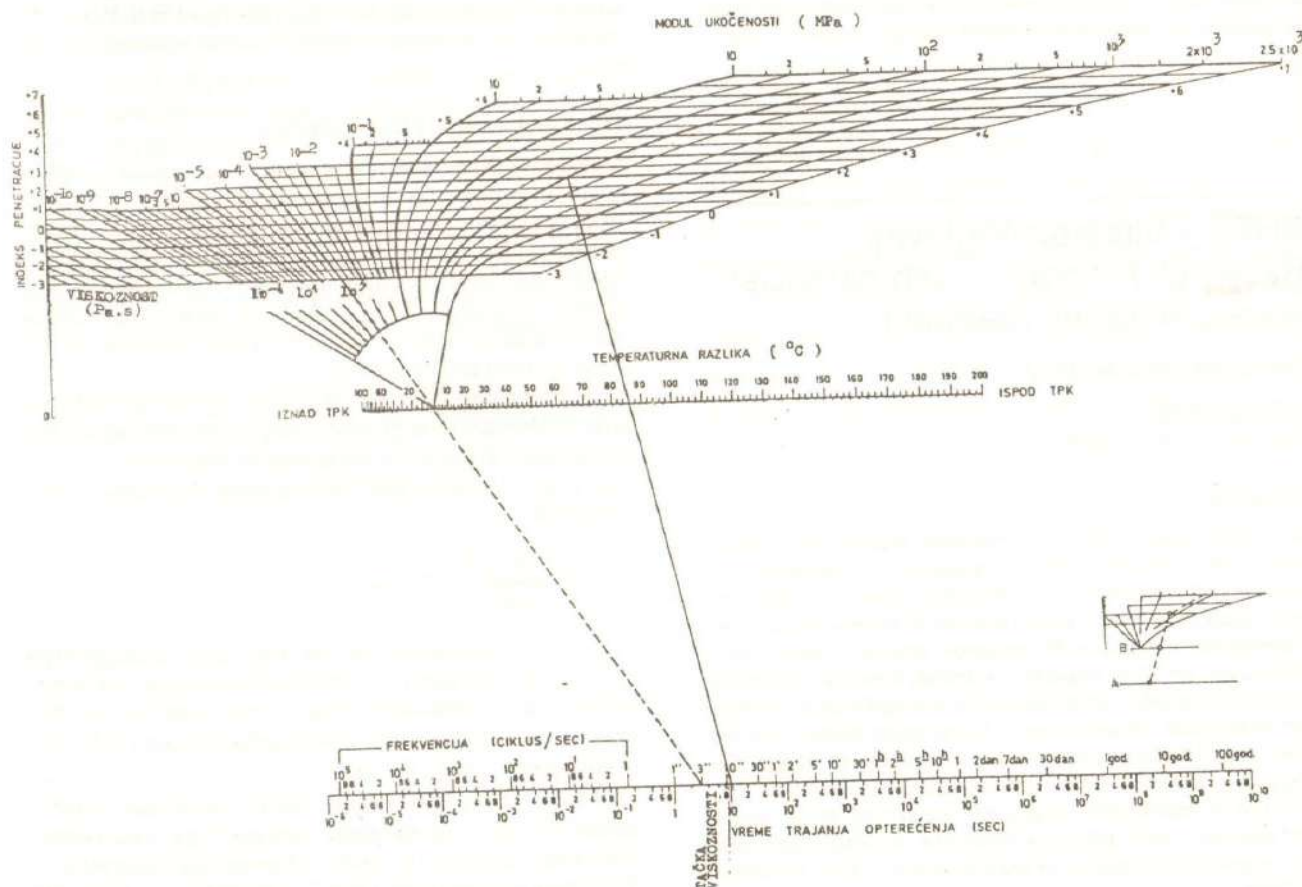
Van der Poel [3] 1954. године, на основу опсежних испитивања, објављује познати номограм, приказан на слици 1. Из овог номограма може се, са довољном тачношћу, одредити вредност модула укочености, или вредност модула еластичности, из вредности тачке размекшања и индекса пенетрације битумена, за тражено време трајања оптерећења и одређену температуру. На доњој скали номограма дато је време трајања оптерећења и фреквенција синусоидално променљивог оптерећења. На горњој скали дата је разлика између температуре на којој се жели одредити вредност модула укочености и температуре тачке размекшања по ПК. Модул укочености битумена добија се као пресека тачка вредности индекса пенетрације и праве повучене за одговарајућу вредност трајања оптерећења и

температурне разлике између тачке размекшања по ПК и температуре на којој се врши одређивање.

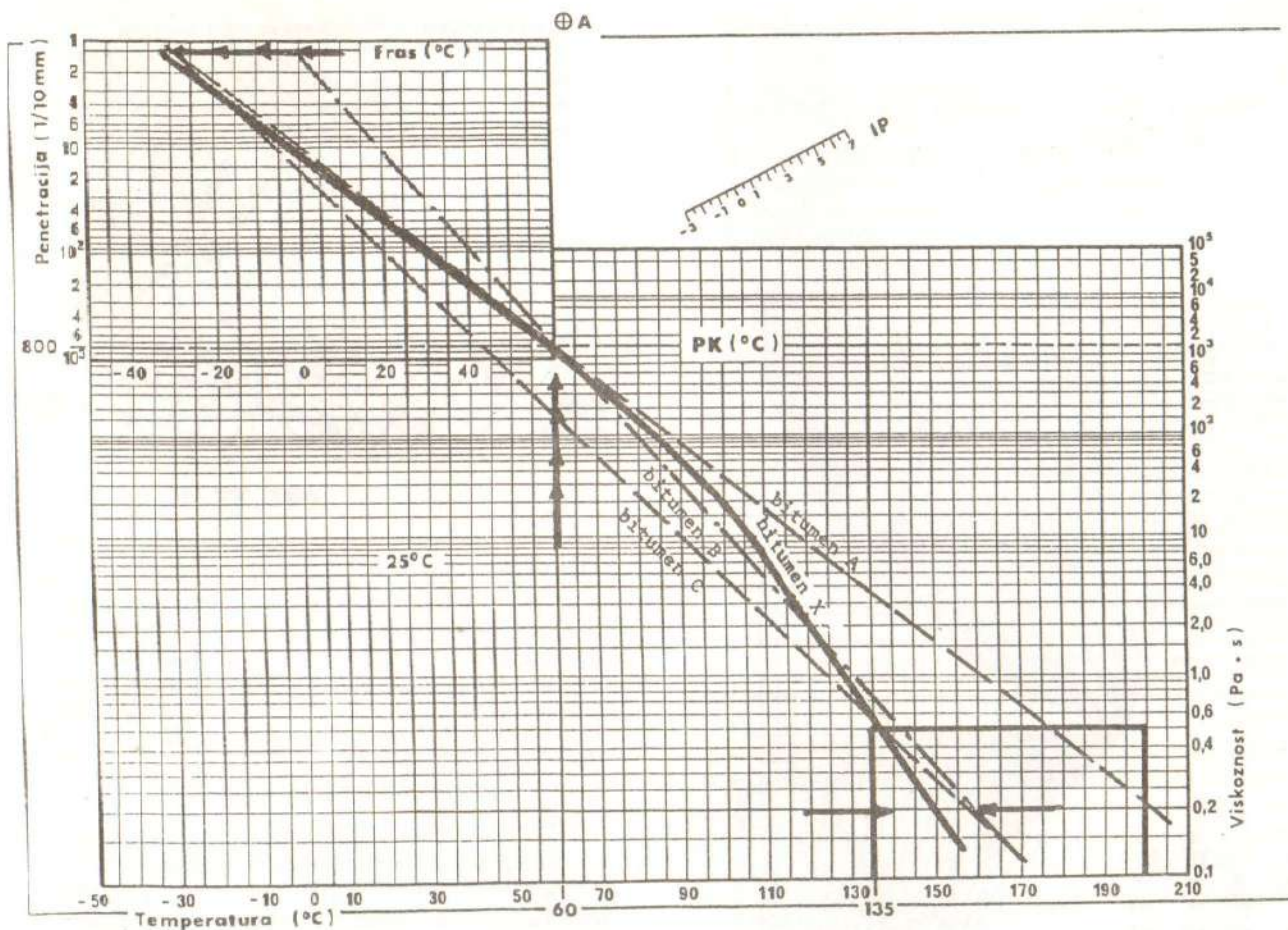
Дато је и проширење овог номограма на основу кога се из вредности модула укочености могу одредити и вредности модула укочености асфалтних мешавина.

Овај номограм пружа увид у реолошке особине битумена и асфалтних мешавина и може корисно да послужи и приликом димензионисања коловозних конструкција од асфалтних слојева.

Двадесетак година касније Хеукелом [4] предлаже дијаграм (слика 2) који даје везу између вискозности битумена на различитим температурама, тачке лома по Frass-у, тачке размекшања по ПК, температуре на којој битумен има пенетрацију од 800 пенетрацијских степени, пенетрације, индекса пенетрације, вредности вискозности на 60°C и 135°C, као и вредности еквивискозних температура од 0,2 Pa · s. Овај дијаграм омогућава да се на основу стандардних карактеристика, као и испитивања вискозности на различитим температурама, односно еквивискозних температура, добије детаљан увид у квалитет, реолошке особине и употребљивост битумена, као везивног средства у асфалтним мешавинама, за све слојеве коловозне конструкције. На слици 2 је приказано понашање три битумена (А, В и С) различите структуре и понашање битумена "Х" који представља битумен идеалних карактеристика.



Слика 1. Номограм по Van Der Poel-у



Слика 2. Heukelom-ов дијаграм

Рамљак, Пејновић и Фучић [5, 6, 7] су статистичком обрадом великог броја тачке размекшања по ПК, тражили општу важећу зависност промене тачке размекшавања по ПК, од запреминских карактеристика пунила. Реолошко понашање битуменског малтера, према овим ауторима првенствено зависи од концентрације Rigden малтера и слободног битумена.

Основна функција битуменског малтера, у систему асфалтног узорка, је повезивање некохерентних зрна каменог скелета као и испуњавање интегралног простора каменог скелета. Функција слободног битумена је стварање лепљивог битуменског филма око зрна каменог скелета. Осим тога, према поменутих ауторима, слободни битумен испуњава део интегрануларног простора каменог скелета, као и део пора које се налазе у оквиру појединих зрна каменог материјала.

Функција Rigden малтера је испуњавање интегрануларног простора каменог скелета. Квалитет битуменског малтера може се изразити запреминским концентрацијама појединих компонената у њему. Те концентрације се могу окарактерисати помоћу вредности ефективне запреминске концентрације пунила у битумену (C_{eff}). На основу релација које су дали аутори, направљен је компјутерски програм за израду номограма међусобне зависности запреминских концентрација појединих компонената у битуменском малтеру, као и зависности запреминских концентрација и просторних карактеристика.

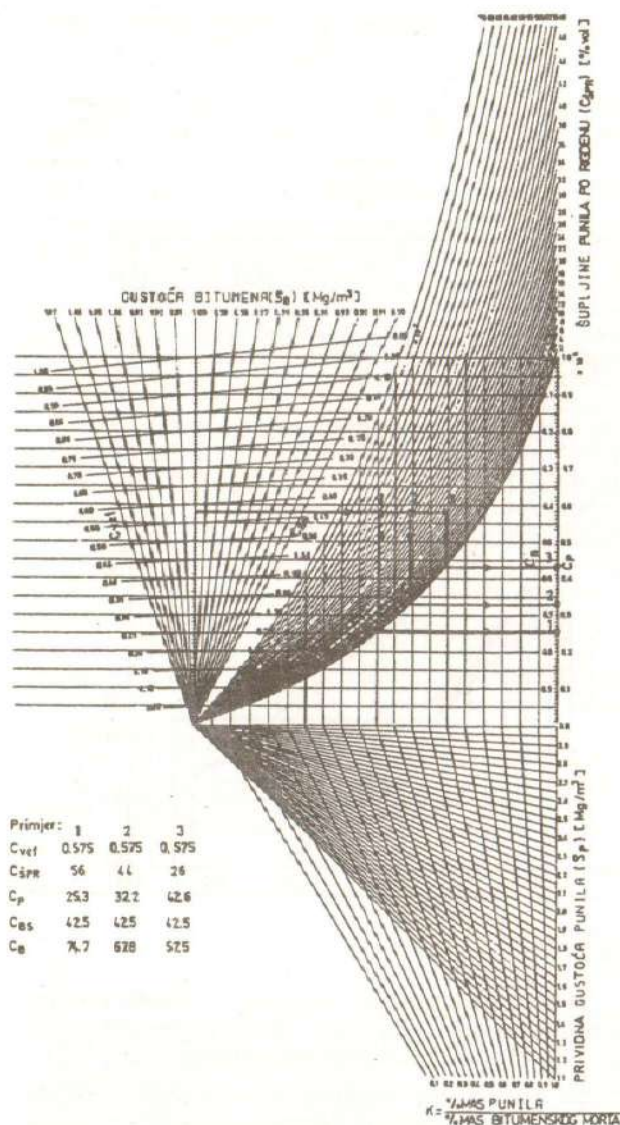
Номограм је приказан на слици 3. Помоћу овог номограма могу се графички одредити концентрације свих компонената битуменског малтера.

На основу ових принципа Рамљак [8, 9] је развио поступак просторног пројектовања асфалтних мешавина оптималног састава и оптималних реолошких карактеристика.

И на крају, Francken и Vanelstraete [10] су, на основу истраживања Francken-a [11, 12] 1997. године, развили најновију верзију приручника за пројектовање асфалтно-бетонских мешавина, који представља део програма PRADO [13] за пројектовање асфалтних мешавина оптималних реолошких карактеристика.

Према Francken-у се асфалтна мешавина посматра као тернерна мешавина камене ситнежи, песка и битуменског малтера ("мастикса" према Francken-у). Ако се посматра само минерални материјал, разликује се скелет камене ситнежи, скелет песка и скелет пунила, како је приказано на слици 4.

Скелет камене ситнежи садржи најмање 70% минералног материјала. Саобраћајно оптерећење се расподељује преко зрна камене ситнежи, а стабилност мешавине зависи од природе и квалитета контакта између зрна камене ситнежи. Остале компоненте ове врсте мешавине морају се одабрати и дозирати на тај начин, да се одржи међусобни контакт зрна камене ситнежи.



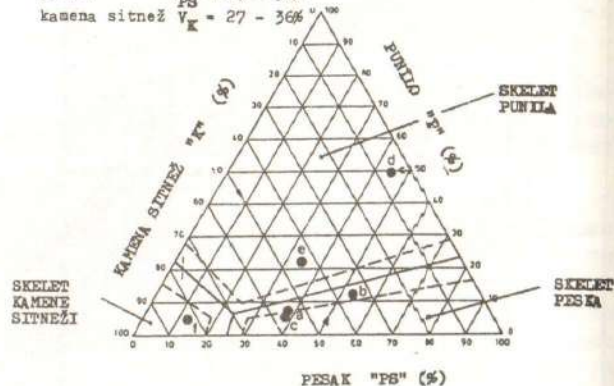
Слика 3. Номограм по Рамљаку, Пејновићу и Фучићу

Скелет песка, према ставовима стручњака из Белгије, представља прави костур асфалтне мешавине и то са становишта оптималне попуње, као и са становишта унутрашњег трења од кога зависе фундаменталне реолошке особине асфалтне мешавине. Треба избећи дислокацију скелета, који треба да пренесе сва саобраћајна оптерећења. Гранулометријски састав песка треба тако подесити (евентуално применом више врста песка) да се оствари толика запремина шупљина која омогућава увођење тачно одређене запремине битуменског малтера.

Мешавина пунила и битумена, односно битуменски малтер, треба да има одређене реолошке особине и његова запремина мора да буде приближна количина шупљина минералне мешавине асфалтне мешавине и ни у ком случају не сме да буде вишка битуменског малтера. Битуменски малтер уствари представља ефективно везиво и треба да има одређене особине и да се у асфалтној мешавини налази у тачно одређеном запреминском проценту.

САДРЖАЈ ШУПЉИНА
У КОМПОНЕНТАМА

пунило $V_P = 30 - 48\%$
песак $V_{PS} = 27 - 36\%$
камена ситнеж $V_K = 27 - 36\%$



Слика 4. Номограм по Francken-у

На слици 4 приказани су примери запреминског састава појединих компонента код мешавина за асфалтни бетон (тип I, II и III), мастиксну изолацију за мостове, ливени асфалт и дренажну асфалтну мешавину. Такође су дате и оријентационе вредности садржаја шупљина за пунила, песак и камену ситнеж.

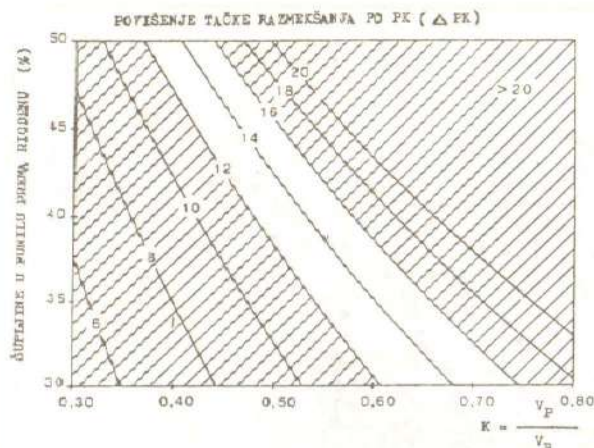
Пројектовање асфалтних мешавина оптималних реолошких карактеристика врши се у три фазе.

У првој фази врши се избор материјала и одређују њихове карактеристике.

Особине битумена се одређују на основу стандарда који су слични са свим европским, па и нашим. Одређују се стандардне карактеристике и вискозитет на више температура, а уведено је испитивање односа вредности пенетрације на 25°C , под оптерећењем од 100 g и за време од 25 секунди и вредности стандардне пенетрације. Овај однос мора да буде једнак или мањи од 2,0, односно 2,25 за најмекшу врсту битумена. Овај однос даје одређен увид у реолошко понашање битумена.

Особине пунила и песка, као и камене ситнежи, испитују се такође методама које одговарају стандардним испитивањима прописаним светским и нашим стандардима. Наравно да се посебна пажња поклања чињеници да особине ових материјала у потпуности морају да одговарају прописаним условима стандарда и техничких услова.

Посебна пажња посвећује се реолошким особинама битуменског малтера, као и прецизном утврђивању количине битуменског малтера у асфалтним мешавинама. Утврђено је да однос запремине пунила и запремине битумена треба да буде такав, да тачка размекшања по ПК битуменског малтера буде за 12°C до 16°C виша од тачке размекшања битумена. При томе се у обзир узимају и вредности запремине шупљина у пу-



Слика 5. Дијаграм по Франкен-у (PRADO)

шту према Ригдену. На слици 5 дат је дијаграм за одређивање оптималног састава битумног малтера.

У фази "2" приступа се пројектовању оптималне асфалтне мешавине уз примену компјутерског програма PRADO. Одређује се основни састав асфалтне мешавине тј. садржај камене ситнежи, песка, пунила, битумена и шупљина у запреминским односима.

У фази "3" врши се провера основног састава помоћу механичког испитивања по методи Marshall. Уколико све особине не одговарају унапред прописаним условима, део поступак пројектовања се понавља.

На основу вишегодишњег истраживања реолошких особина битумена и асфалтних мешавина, сачињен је програм PRADO и на основу њега добијају се све релевантне вредности везане за реолошко понашање битумена и асфалтних мешавина. Такође се добијају и вредности које служе за пројектовање асфалтних слојева коловозне конструкције.

SHRP – STRATEGIC HIGHWAY RESEARCH PROGRAM

Године 1961. завршен је опит AASHO у држави Илиноис у С.А.Д. који је представљао највећи истраживачки подухват у области путне технике и чији су трошкови 1961 године процењени на око 27 милиона долара. На основу обимне базе података креиран је AASHO систем за пројектовање коловозних конструкција [14]. Ревидиран и побољшан "водич за пројектовање коловозних структура" издат је 1972. године, а 1986. је публикован "AASHO водич за пројектовање коловозних структура" [15].

У међувремену, почело се са истраживањима у вези истраживачког стратешког програма из области путева SHRP. Fritz, Krey и сарадници [16], као и Partl [17] дали су општиран приказ стратешког програма SHRP.

У табели 1 приказан је програм SHRP.

Програм SHRP, између осталог, садржи поступак оптимизације састава асфалтних мешавина, као и класификацију и оптимизацију угљоводоничних везива. Разрађен је поступак SUPERPAVE који представља побољшану методу димензионирања коловозних конструкција. У оквиру SHRP-LTPP вршила су се осматрања на путевима и испитивања широм САД и Канаде

Табела 1. Стратешки истраживачки програм из области путева SHRP

SHRP: Strategic Highway Research Program	
Methodology: SUPERPAVE: SUPERior PERforming asphalt PAVements <u>Binder Classification</u> (PG: Performance Graded) <u>Mix Design</u> Level I, Level II, Level III	Long Term In Situ Observation: LTPP: Long Term Pavement Performance <u>GPS: General Performance Studies</u> = Existing Obj. <u>SPS: Specific Performance Studies</u> = New Obj.

током 20 година. На слици 6 дата су места осматрања и испитивања.

Сазнања добијена LTPP тестовима омогућила су примену савремене методе димензионисања коловозне конструкције, примену нових алтернативних материјала, увођење нових метода испитивања и нове концепције саобраћајног оптерећења. Прихваћене су и неке досадашње концепције и методе испитивања материјала.

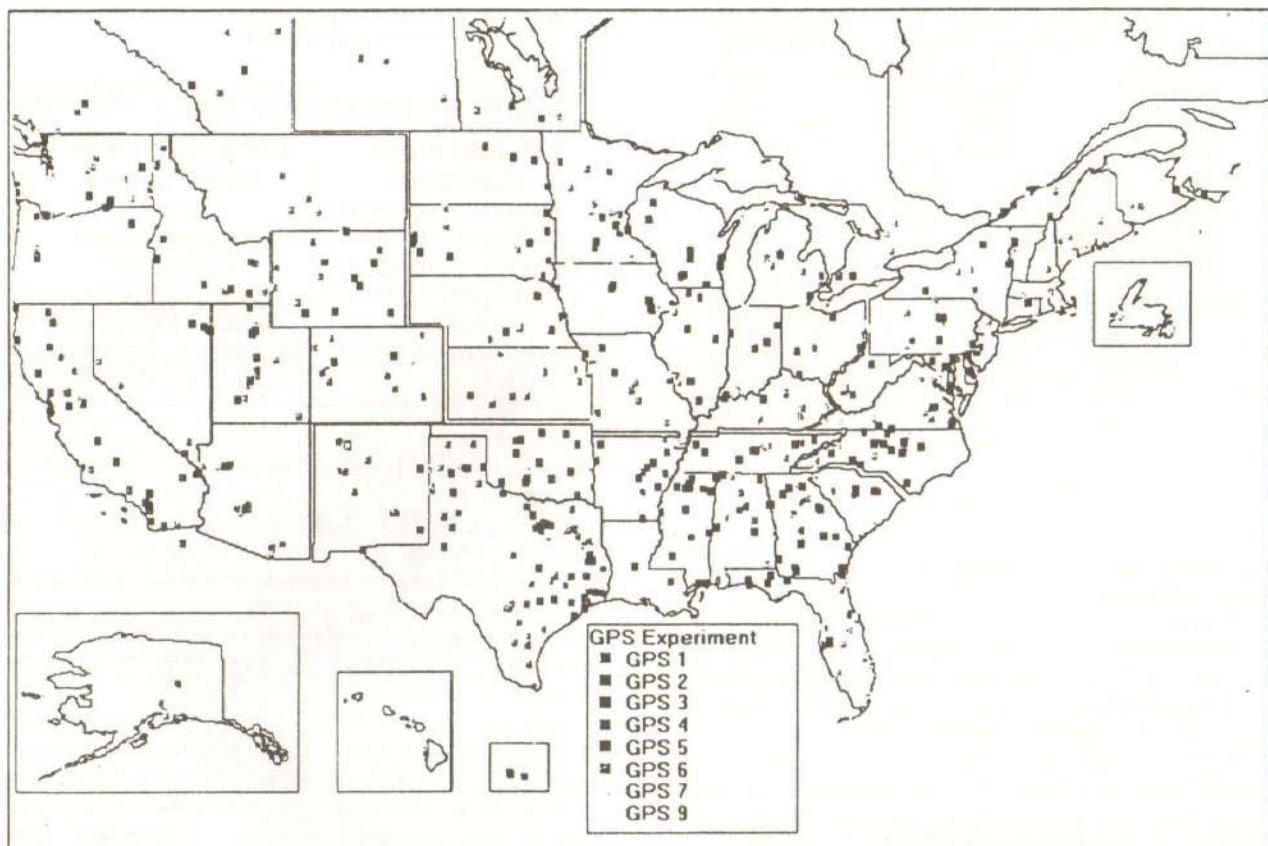
Пап и Смиљанић [18] дају приказ нових метода и спецификација за оцену квалитета везива и асфалтних мешавина које су у директној корелацији са експлоатационим својствима асфалта, а према препорукама SHRP-а. Методе и критеријуми по SHRP-у базирају се на корелацији између оних карактеристика везива који, у условима експлоатације асфалтног слоја, директно утичу на својства асфалта.

Сва испитивања битумена, предвиђена програмом - SHARP, свде се на директно одређивање реолошких особина пре и после процеса старења. Од старог стандарда задржано је једино испитивање тачке запаљивости по Cleveland-у на основу AASHTO T 48. Ово испитивање није предвиђено нашим стандардом за битумен за коловозе, али га садрже многи страни стандарди.

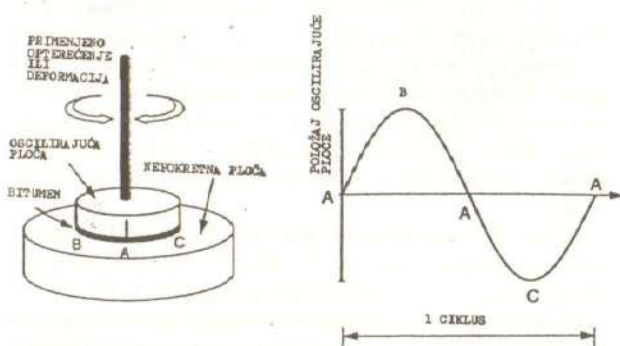
Реолошке особине битумена одређују се испитивањем вискозности на 135°C, помоћу вискозиметра по Brookfield-у, на основу стандарда ASTM D 4402. Југословенски стандард предвиђа такође одређивање вискозности на 135°C по методи која одговара ASTM D 2170.

Друге реолошке карактеристике битумена, као што су комплексни модул, модул изгубљене енергије, модул сачуване енергије и модул еластичности, испитују се уређајем кога прописује SHARP, односно уређајем за динамичка одређивања "Dynamic Shear Reometer SHRP B-003". Принципи рада овог реометра приказан је на слици 7. Сличним реометрима располажу сви врхунски институти и лабораторије у Европи, па и наша земља.

Деформација, код максималног напона затезања, одређује понашање битумена при једноаксијалном затезању на ниским температурама, што указује на отпорност на ниским температурама. Сличним уређајима располажу водеће Европске лабораторије, али у оквиру SHRP-а прописан је уређај "Direct Tension Test Device SHRP B-004".



Слика 6. Места осматрања и испитивања у САД и Канади у вези програма SHARP



Слика 7. Шема вискозиметра Dynamic SHEAR Rheometer SHRP B-003

Модул укочености код пузања одређује се прописаним уређајем SHRP B-002.

Испитивање промена особина битумена после краткотрајног старења одређује се методом RTFOT (Rolling Thin Film Oven Test). У југословенском стандарду прописана је метода старења битумена под дејством високе температуре, код које се врши загревање танког слоја битумена. RTFOT методом врши се загревање слоја битумена у ротирајућим стакленим посудама. Овим уређајима такође располажу све водеће лабораторије.

За симулацију дуготрајног старења везива, које се дешава у асфалтном коловозу у току периода експло-

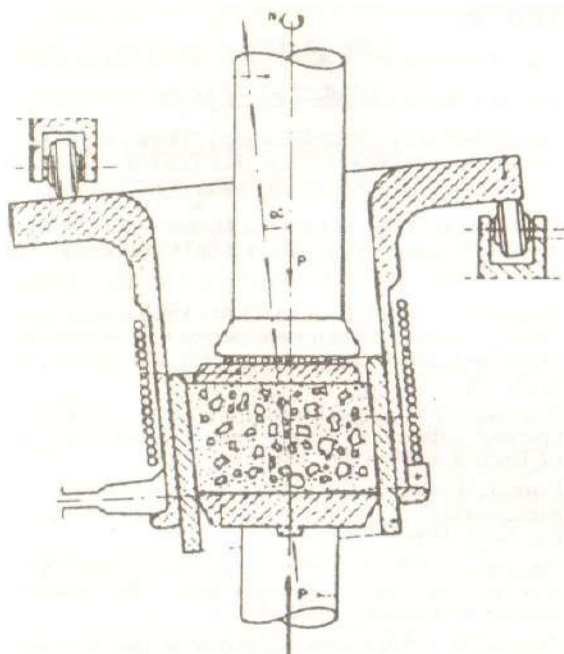
атације, у оквиру SHRP пројекта примењује се метода за убрзано старење под притиском, у атмосфери ваздуха у специјалној комори. Резултати лабораторијског старења, по овој методи су у доброј корелацији са резултатима природног старења везива у коловозу. За ово одређивање потребан је посебан сложени уређај који је такође прописан поступком SHARP.

Радојковић [19] је приказао експерименталне и теоријске основе методе пројектовања асфалтних мешавина по систему SUPERPAVE. Систем SUPERPAVE заснован је на резултатима теоријских и експерименталних истраживања на посебним лабораторијским уређајима, формулисаних у SHRP-овом истраживачком пројекту. Програмски пакет омогућава пројектовање асфалтних мешавина у функцији локалних услова експлоатације [20].

Радојковић [19] даје опширан приказ система SUPERPAVE, а Partl и Fritz [21] опис неких реолошких метода, које се примењују код испитивања асфалтних мешавина. Приказаћемо у општим цртама значајније методе које се примењују у оквиру програма SHRP.

Систем SUPERPAVE прихвата запремински састав асфалтне мешавине као најзначајнију карактеристику.

Опит смицања помоћу пресе "Gyrator" користи се истовремено за справљање цилиндричних узрока намењених испитивању механичких својстава асфалтне мешавине, као и за утврђивање промене садржаја шупљина у узорку у функцији броја обртаја пресе. Принцип рада и скица пресе дати су на слици 8. Овај



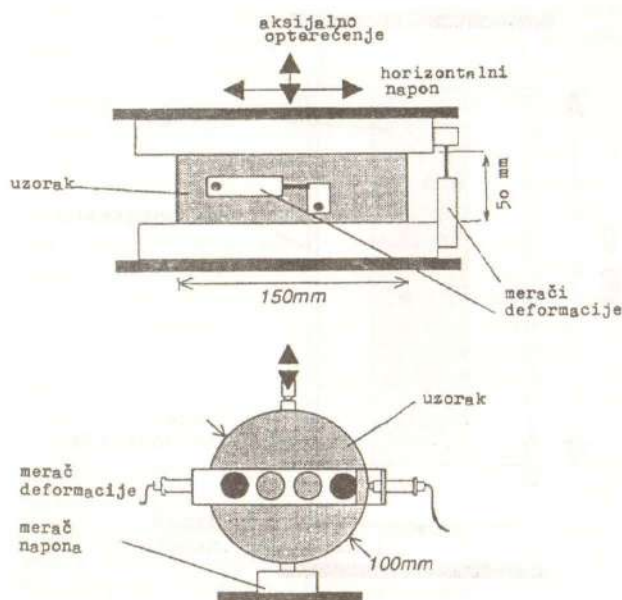
Слика 8. Скица уређаја SUPERPAVE Gyrator SHRP и принцип његовог рада

опит се користи у Француској већ од 1960. године помоћу пресе "Giratoire". Међутим, разлика није само у језику. Уређај "SUPERPAVE-Gyrator" према препорукама SHARP се у неким детаљима разликује од уређаја "Giratoire". Цена ових уређаја је велика и колико нам је познато неке лабораторије у Европи су почеле са испитивањима на овом уређају.

Очвршћавање и старење асфалтних мешавина врши се такође уређајем прописаним од стране SHARP, тј. уређајем ознаке M-007 SHARP.

Утицај воде на асфалтне мешавине испитују се уређајем SHRP M-008.

Monismith, Harvey и сарадници [22] су развили теоријску комплексну методу одређивања вредности трајне деформације, а пројектом SHARP A-003 се одређују нелинеарни параметри еластичности, преко опита смицања RSSTCH (Repetive Simple Shear Test), аксијалног притиска, изотропног притиска, као и опита на затезање IDT (Indirect Tensile Test), према Part1-у и Fritz-у [21]. Сви опити се изводе помоћу посебних уре-



Слика 9. Општа скицања RSSTCH и затезања IDT према SHARP-у

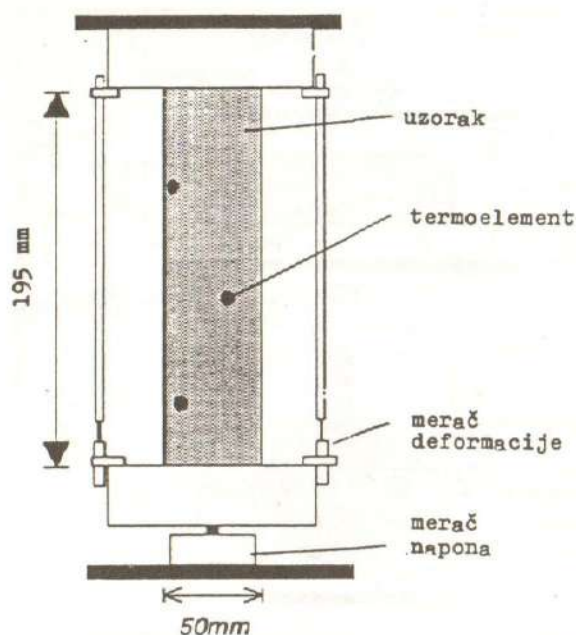
ђаја прописаних поступком SHARP. Шема ових уређаја приказана је на слици 9.

Опит замора се према SHRP-009 изводи са задатом деформацијом, при синусоидално променљивом оптерећењу од 10 Нерса, а истек животног века се дефинише смањењем модула на 50% од почетне вредности. Опит се, наравно, изводи, као и код свих SHARP испитивања, помоћу посебног уређаја.

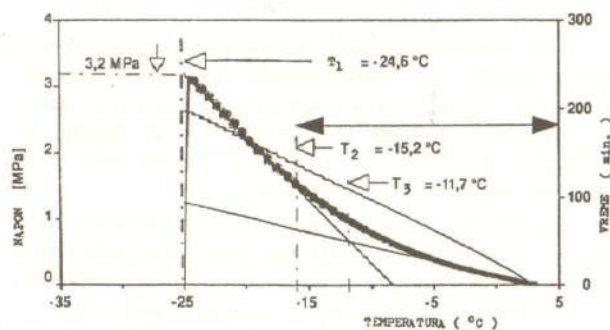
Појаву пукотина од скупљања на ниским температурама компјутерски пакет предвиђа, помоћу модела који користи својства релаксације и лома на ниским температурама. Испитивања се изводе помоћу методе -TSRST (Thermal Stress Restained Specimen Test). На слици 10 дата је шема овог испитивања, а на дијаграму на слици 11, резултати једног испитивања.

Узорак се хлади брзином од 10°C на сат. Прати се промена напона у функцији температуре. Температура T₁ = -24,6°C је температура на којој долази до лома узорака, при напону од 3,2 МПа. Температуре T₂ и T₁ се добијају као пресечне тачке тангенти на криву напон-температура и користе се код прорачуна.

Метода за пројектовање асфалтних мешавина је конкретизована у компјутерском програму "SUPERPAVE" [23] који има три нивоа. Комплексност, дуготрајност и веома скупа опрема у нашим условима још не омогућавају проверу методе "SUPERPAVE". Према информацији добијеној од Francken-a [24]. Истраживачки центар у Бриселу ради на верификацији I нивоа ове методе. Пап и Смиљанић [18] такође истичу да ће бити потребно још много времена док SHRP методе и критеријуми не постану стандарди за оцену квалитета битумена. Разлози су недостатак наведене савремене опреме која је доступна малом броју лабораторија, што онемогућава кампаративна међулабораторијска испитивања у циљу верификација метода и критеријума за оцену квалитета везива, која се користе у различитим климатским и саобраћајним условима.



Слика 10. Уређај за испитивање појаве акућина на ниским температурама према SHARP



Слика 11. Зависност величине напона у асфалту од вредности ниских температура

ЗАКЉУЧАК

Испитивања, која се изводе у оквиру програма SHRP, дају директан одговор на везу напона и деформације материјала, односно, у нашем случају, потпуни одговор на реолошко понашање битумена и асфалтних мешавина.

Са друге стране, прописује се посебна опрема, која је доступна малом броју истраживачких лабораторија у Европи.

Сем тога, у истраживачким центрима Европе, још увек немамо довољан број компаративних међуинститутских испитивања, у циљу верификације метода и критеријума за оцену квалитета угљоводоничних везива и асфалтних мешавина.

Наше мишљење је да SHRP не сме да се "преведе" ни на који језик Европе, већ да Европа, па и наша земља, која је у овој области била и остала Европа, треба на техничким комитетима RILEM, AIPCR и другим, као и на научним скуповима да дође до међусобне сагласности по целокупном програму SHRP и да да своју верификацију.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Saal, (1936) Physicz 7, 408.
- [2] Pfeiffer, (1939) De Ingenieur, 54, 29, 41-47.
- [3] Van der Poel, C., (1954) Road Asphalt, Chapter IX, 360-413, kwiga Reiner, Building Materials, their Elasticity and Inelasticity, North-Holland Publ. Comp. Amsterdam.
- [4] Heukelom, W., (1973) An Improves Method of Characterizing Asphaltic Bitumen with the Aid of their Mechanical Properties, Proc. AART, 42, 67-78.
- [5] Пејновић В., Фучић Б. ет ал. (1981) Утјецај просторних карактеристика пунила и температуре на концентрацију битумена у систему битуменског моста, Цесте и мостови, 5, 133-138.
- [6] Рамљак, З., (1981) Пројектирање асфалтних мешавина за приправу асфалтног узорка унапред дефинираног састава, Цесте и мостови, 7-8, 189-194.
- [7] Рамљак, З., Пејновић, В., (1981) Модел и просторне карактеристике асфалтног узорка. II Симпозиј о битумену и асфалту, Пореч, 179-193.
- [8] Рамљак, З., (1984) Принципи просторног пројектовања асфалтних мешавина оптималног састава, III Симпозиј о асфалту и битумену, Пореч, 135-144.
- [9] Рамљак, З., (1989) Састав асфалтног узорка дефиниран волумним концентрацијама седам основних компонената, Цесте и мостови, 35, 8, 273-276.
- [10] Francken, L., Vanelstraete, A., (1997) Code de bonne pratique pour la formulation des enrobes bitumineux, Recommandation C.R.R. R 69/97, Bruxelles.
- [11] Francken, L., (1986) Methodes analytiques (a partir des caracteristiques des constituants) avec ou sans essais mecaniques consecutifs, RILEM, Olivet, 109-115.
- [12] Francken, L., (1989) La methode Belge de formulation et sa mise en pratique, IV EUROBITUME, Madrid, 347-352.
- [13] Francken, L., Venelstraete, A., (1997) PRADO, Formulation des enrobes bitumineux, Centre de Recherches routièrres, Bruxelles (1997).
- [14] Balduzzi, F.D., (1964) Der AASHO-Strassentest, Mitteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau, No 64.
- [15] AASHTO (1986) Guide for Design of Pavement Structures, American Association of State Highway and Transportation Officials.
- [16] Fritz, W., Krey, D., et al. (1996) Asphalt Pavement Performance - Structural Design, SHRP and LTPP.
- [17] Partl, M.N., (1995) Strategic Highway Research Program SHRP, Strasse und Verkehr, No 4, 121-130.
- [18] Пап, И., Смиљанић, М. (1994) Развој метода и спецификација за оцену квалитета угљоводоничних везива, Материјали и конструкције, 37, 1-2, 89-95.
- [19] Радојковић, З., (1997) Експерименталне и теоријске основе методе пројектовања асфалтних мешавина по систему SUPERPAVE, Пут и саобраћај, 3, 141-148.
- [20] SHRP (1994) The Superpave Mix Design System, Manuel of Specification, Test Methods and Practices, A-379.
- [21] Partl, M.N., Fritz, W., (1996) Performance von Autobandecken und Prüfverfahren des Strategic Highway Research Program SHRP, Bitumen, 3, 3-11.
- [22] Monismith, J., Harvey, J., et al (1994) Application of SHRP Mix Performance - Based Specifications 73rd TRB Ann. Meeting.
- [23] Huber, (1993) SUPERPAVE, The Software System - SHRP International Conference, The Hague.
- [24] Francken, L., (1995) Privatno саопштење, CRRBruxelles

Финансирање из приватних извора и проширење еворпске мреже аутопутева

Benjamin G. PEREZ, AICP
Diebold Institute, Frankfurt am Main

РЕЗИМЕ

Владе из развијених и мање развијених држава Европе у овом времену све више теже да ангажују приватни сектор ради проширења мреже аутопутева на континенту. Просуђујући ближу историју, овај тренд је добио подстицај због ограничених извора капиталних средстава за пројекте новограђеве. Међутим, у многим случајевима, државни органи су вољни да користе већу ефикасност приватног сектора и установили су да приватни инвеститори обезбеђују бољи принос на уложени новац. Разрађено је неколико различитих модела. Они се крећу од "чисте" концесије засноване на наплати путарине до путарине у сенци. У првом случају, приватни концесионари решавају питање финансирања, изграђују и одржавају путне саобраћајнице, сервисирају своја дуговања и остварују профит из путарине које су непосредно наплаћене од корисника моторних возила. Путарина у сенци је новији приступ који је био првобитно усвојен у Великој Британији, где су државни органи додељивали концесију приватном концесионару на принципу "изгради-користи-одржавај", а затим непосредно плаћали концесионару на основу коришћења саобраћајнице и/или употребљивости. Претходни примери из Француске, Шпаније и Велике Британије сада се понављају на сасвим различитим локацијама као што су Португалија, Мађаска, Финска, Исланд и Хрватска. Пољска и Румунија, такође, намеравају да приступе амбициозним пројектима приватних аутопутева. Но, без обзира на локацију и на приступ којем се тежи, ризика има много, а ти ризици се могу превазићи једино ако се прерасподеле између владе и приватних партнера, а у неким случајевима и са мултилатералним зајмодавцима.

Овај рад даје опис историјских трендова у погледу ангажовања приватног сектора у проширењу мреже аутопутева у Француској, Шпанији и Великој Британији. У раду се идентификују различити фактори ризика и предлажу критеријуми за њихово превазилажење. Закључне напомене дају кратак преглед јавно-приватног партнерства који се реализује данас у другим деловима Европе и оцену улоге коју финансирање из приватних извора може имати у развоју мреже аутопутева на овом континенту током наредног века.

Саопштење дато на Регионалној конференцији ИРФ "Европски саобраћај и путеви - у сусрет изазовима 21. века", Лахти, Финска, 14-16.06.1999.

Статус мреже европских аутопутева варира од земље до земље које заједно чине континент. Већина држава западне Европе започела је амбициозне пројекте изградње аутопутева одмах после II Светског рата и развиле су разуђене системе путева повезујући своје главне центре активности. Остале земље, као што су Португал, Грчка и Финска биле су спорије у развијању властитих система аутопутева, али су тренутно ангажоване у великим пројектима. Уопште узев, државе централне и источне Европе заостале су у погледу развоја својих мрежа аутопутева, али и ту долази до промена. Словенија, Хрватска и Мађарска започеле су импресивне грађевинске пројекте. Пољска и Румунија су такође намеравају не да започну амбициозне пројекте националних аутопутева, док су делови путног правца "Via Baltica", тренутно, у фази изградње. Циљ реализације поменутог путног правца јесте да повеже три балтичке републике са Финском на северу и са Пољском на југу.

Европске владе су имале два јасно различита приступа у погледу финансирања њихове аутопутне инфраструктуре. Државе северне Европе користиле су, по правилу, порез на гориво и буџетске приходе за изградњу својих аутопутева, што су урадиле и САД. Међутим, државе јужне Европе ослањале су се више на финансирање из путарине, односно из дажбина корисника којима су финансирани пројекти градње. Други приступ је послужио да се ангажује приватни сектор у развоју мреже аутопутева. По основу тих сценарија, владе позивају компаније из приватног сектора да конкуришу у изградњи, експлоатацији и одржавању система аутопутева на одређени временски период. Приватне концесионе компаније ангажују неопходан капитал за градњу преко комбинације властитих расположивих капиталних средстава и кредита, затим користе приходе од путарине за отплату дуга, одржавање инфраструктуре и остваривање профита.

ФРАНЦУСКА И ШПАНИЈА – ЕВРОПСКА ПРЕТХОДНИЦА

Француска и Шпанија имају најдуже искуство у примени концепта приватних концесија за путеве. Шпанија је почела да позива концесионаре да граде мрежу аутопутева још шездесетих година, док је у Француској то отпочело седамдесетих година. Поступци који су примењивани разликују се међусобно по много чему, те кратак преглед даје увид у поједине ситуације које су уочене код ових држава које су предњачиле, а потом поновљене у новије време на другим локацијама у Европи [1].

Француска

У 1998. години, Француска је имала 6.767,9 km ванградских аутопутева са наплатом и око 1.300 km аутопутева без наплате [2]. Већина од 1200 km градских аутопутева је остала и даље без накнада корисника. Међутим, ово ће се променити са све већом заступљеношћу приватног финансирања обилазница око већих градова. Имајући у виду неусклађеност финансирања и конкуренцију за придобијање прихода по основу пореза на гориво, Француска је донела закон 1955. године којим је било допуштено финансирање изградње

аутопутева из путарине, с тим да се концесије одобравају органима локалне управе, трговинским коморама или компанијама у мешовитој својини (мешовита државно/приватна компанија) где би се водило рачуна о јавном интересу. Концесије су могле да трају најдуже 35 година, а после извршења обавеза одржавања, право на наплату путарине било би поново уступљено држави.

У 1969. години донет је нови мастер план који предвиђа изградњу 3000 km нових аутопутева, као и да постојеће мешовите компаније добију знатно већу аутономију, а оно што је најважније, приватним компанијама је било допуштено да конкуришу за стицање нових концесија. Претпостављало се да би ангажовање приватних компанија у сектору аутопутева увело нове изворе финансирања, уз истовремено смањивање трошкова градње и експлоатације, подстицајући сличне ефекте и код мешовитих компанија.

Коначно, четири концесије су одобрене приватним компанијама за путне правце са наплатом путарине у периоду између 1970. и 1973. за изградњу 1199 km нових аутопутева. У све четири концесије биле су укључене главне грађевинске компаније и банке, с тим да су грађевинске компаније, по правилу, располагале већином деоница. Држава је наставила да пружа подршку овим приватним подухватима на веома важним секторима, обезбеђивањем аванса за градњу до 25% капиталних трошкова и гаранција до 85% по свим зајмовима. Министарство опреме и финансија је постављало захтев да расположиви капитал деоничара буде на нивоу од 10% укупних грађевинских трошкова и да бар 15% зајмова није покривено гаранцијама државе. Њихов избор се такође заснивао на поузданости прогнозе трошкова и саобраћаја.

Нафтни удари почетком седамдесетих година стварали су велике потешкоће овим приватним концесионарима. С обзиром да су се њихови инпути (улазни елементи) претежно ослањали на нафту, долази до великог повећања трошкова градње, односно стагнације раста саобраћаја. Ова ситуација се даље компликовала када је влада одступила од зацртане политике да приватни концесионари сами одређују наплатну тарифу у почетном периоду (10 година у случају Sofiroute). Уместо тога, Министарство финансија се надало да ће контролисати инфлацију путем ограничавања раста наплатних тарифа, тако да се 1975. године одлучило да регулише раст путарина на аутопутевима који су финансирани из приватних извора, односно на аутопутевима у мешовитој својини. Приватни концесионари су тужили владу због неиспуњења уговорних обавеза, али су на крају изгубили парницу.

Када су социјалисти François Mitterand преузели власт 1981. године, четири приватна концесионара су имала озбиљне финансијске тешкоће. Поред проблема везаних за њихово устројство, указивало се и на њихово лоше управљање, банке које су биле ангажоване – које су имале незнатно учешће – биле су више заинтересоване за своје непосредне зараде на уложена средства него за дугорочне приходе. Исто тако, стављао се приговор грађевинским компанијама да су биле више заинтересоване за своје уносне уговоре, који су имали подршку државе у виду гаранција и капитала, него да се упуштају у плодноне, дугорочне подухвате. Оно што

је недостајало конзорцијумима у повоју била је стручност и заинтересованост за профитабилне и ефикасне појаве на плану путне инфраструктуре.

Митеранова влада је коначно преузела три од четири приватне концесије, прикључивши их у постојеће мешовите компаније и примењујући систем унакрсних субвенција, да би 1981. године основала нову државну агенцију "Autoroutes de France" (ADF). Потоња агенција је преузела одговорност за сервисирање разних финансијских обавеза мешовитих компанија и у замену остваривала приходе из путарине, с тим да је вишак дохотка усмеравала у финансирање пројеката новог градње. Преостали концесионар, Sofiroute, који се показао као финансијски плодносан (превасходно због својих нижих трошкова градње, што се одразило на предрачун и већи саобраћајни потенцијал) и даље успешно обавља своју пословну активност до данашњих дана.

Занимљиво је напоменути да је ADF почео да остварује профит у касним осамдесетим годинама и исти су били основа за значајно проширење мреже аутопутева средином деведесетих година. У 1994. години дошло је до промене системских услова у управљању француских аутопутева, што је било подстакнуто отплатом преосталог дуга који је ADF преузето 1981. године, по свом оснивању [3]. Реформа из 1994. године груписала је шест мешовитих компанија у парове, створивши финансијски моћније компаније и омогућивши повољније финансирање за наменски одређене партнере са слабијим финансијским потенцијалом. Оно што је важније, влада је одустала од своје потпуне контроле тарифа путарине и то је подстакло значајно интересовање код потенцијалних приватних концесионара за путеве. Истовремено, Пакт о расту и стабилности ЕУ, јасно одређује да буџетски дефицити влада не смеју да прекораче три посто бруто домаћег производа, што је по себи подстицало интерес влада за примену концепта приватних концесија. Можда је најопипљивији доказ овог обновљеног интереса управо донела концесија за A86 фебруара 1999. године. Овај пројект од 0,91 милијарди евра предвиђа изградњу завршне деонице спољнег прстена обилазнице око Париза у дужини од 10 km, која ће бити углавном у тунелу. Конкуренција између потенцијалних приватних концесионара била је жестока, но пројекат је коначно поверен фирми Sofiroute на рок од 70 година што до сада нигде није забележено. Концесија на рок од 70 година показује поновну спремност владе да упосли приватни сектор у овом амбициозном пројекту и тиме учини да ова огромна капитална инвестиција за A86 буде допадљива приватним финансијерима.

Текућа ситуација у Француској показује да се сектор аутопутева, који је уживао значајну помоћ државе, доказује као профитабилан на дужи рок, те се може сматрати да је одлука владе Митерана да преузме три приватне концесије била преурањена. Чини се да је концепт унакрсних субвенција био ефикасан за проширење мреже аутопутева на подручја са слабијим саобраћајем. Међутим, опозив комплетне контроле владе над тарифама путарина, обновио је интересовање за приватне концесије, разуме се код искусних финансијера који очекују стицање профита на дужи рок, а не на

непосредне краткорочне ефекте од уложених средстава или из уговора о градњи.

Шпанија

Године 1998. у Шпанији је било под експлоатацијом око 2.080 km аутопутева са наплатом, са додатних 175 km који су били у изградњи. Такође је било 4.597 km "autovías" у експлоатацији без наплате [4]. Одлука Шпаније да се ослања на наплату путарине и приватне концесионаре за изградњу ванградских аутопутева сматрала се логичном с обзиром на ограничене пореске приходе и бројне потребе за инфраструктуром. Између 1967. и 1972. године додељено је пет концесија, док је влада дала посебан подстицај стандардизацијом услова концесије усвајањем "Закона о градњи, одржавању и експлоатацији аутопутева у режиму концесија", августа 1972. године. Закон је предвиђао да концесионари аутопута обезбеде бар 10% властитог капитала и да финансирају не више од 45% капиталних потреба из домаћих извора како ће се решавали домаћи проблеми биланса плаћања и спречавало повлачење домаћеште од финансирања за друге потребе. У циљу превазилажења потешкоћа за добијање иностраних зајмова, влада се сагласила и да обезбеди гаранције до износа од 75% поменутих зајмова и да на себе у целости преузме ризик курсних разлика. Примењујући ове системске услове, влада је расподелила концесије за путеве на седам приватних компанија између 1973. и 1975. на име изградње 2000 km аутопутева. Сви концесионари осим једног су искористили повољности владиних гаранција, без да се прибегавало субвенцијама.

Додељивање концесија је заустављено 1975. године после смрти Генерала Франциска Франка и појавом нафтне кризе. Као и у Француској, многи концесионари су имали финансијских тешкоћа. Социјалистичка влада Фелипе Гонзалеса, изабрана 1982. године, преусмерила је саобраћајну политику Шпаније у корист изградње "аутовиа" која је финансирана из јавних извора. Ту нису били примењивани строги инжењерски стандарди и стога су мање коштали. Међутим, из ове одлуке користили су имале и компаније које управљају аутопутевима, јер су нови путни правци преусмеравали саобраћај и на аутопутеве. У међувремену, шпански политичари су стављали примедбе да су концесије из пртходне деценије преносиле много више ризика на владу. Са свега 10% властитог капитала, концесионе компаније за аутопутеве биле су повлашћене у погледу обима учешћа властитог капитала, чиме је сервисирање годишњег дуга практично било једнако деоничарском капиталу. Поред тога, влада је дошла до става да је ризик курсних разлика подстицао инвеститоре да изналазе иностране кредите са најнижим каматним стопама, без обзира на ризике курсних разлика. Поред тога, нису извођена темељна проучавања о пројекцијама прихода и трошкова градње. Тадашњи Министар јавних прихода, Хулијан Кампо, осврнуо се на граничне случајеве и известио да су стварни трошкови градње били четири до пет пута већи од првобитних предрачуна, док је стварени обим саобраћаја био свега на нивоу трећине првобитних прогноза [5].

Влада је разрешила ову фискалну неруванотежу доопштајући концесионарима да повећавају на-

платне тарифе према утврђеним формулама и продужењем рокова важности појединих концесионих уговора. Влада је преузела три концесионе компаније које су имале веома озбиљне потешкоће, док су преостале две присаједињене јачим компанијама, које су, пак, за узврат добиле могућност да увећају износ путарине и продуже важност уговора. Поред тога, Гонзалесова влада је подстицала концесионаре да рефинансирају своје проблематичне иностране зајмове, с тим да воде строгог рачуна о последицама курсних разлика. Ове акције, у спрези са значајним јачањем пезета у касним осамдесетим, омогућиле су влади да смањи годишње девизне гаранције са високог нивоа од 83 милијарди пезета из 1985. на свега 9 милијарди пезета у 1999. години [6].

Упркос критици Кампа, влада Шпаније је радила са концесионим компанијама и са седам приватних компанија које су преживеле Гонзалесову владавину и данас раде. Мада су поједине компаније биле несмотрене у својим претпоставкама, шпанска влада је, чини се, обезбедила потребну подршку, чиме је омогућено концесионарима да преживе у веома тешком окружењу из осамдесетих година. Изгледа да је критични чинилац да приватне концесионе компаније за аутопутеве преживе, била спремност владе да им омогући пораст наплатних тарифа, с обзиром да су трошкови показивали знатан раст.

У 1990. години влада се сагласила да ревидира своју формулу за одређивање будућег раста тарифа наплате путарине повезујући је директно за индекс цена производа широке потрошње. Такође се чини да би шпанска влада могла да буде успешна у подстицању приватних концесионара да приступају градњи мање профитабилних пројеката, користећи унакрсне субвенције које би проистизале из продужења рока важности профитабилнијих концесија, слично ономе што је већ урађено у Француској. Максимални рок концесије је продужен са 50 на 75 година и концесионарима је било допуштено да се баве активностима унутар пратећих садржаја, као што су сервиси, постројења комбинованог превоза и паркинзи. Оно што је још важније, концесионари могу добити готовинске авансе до износа од 40% капиталних трошкова или друге зајмове које одобрава држава за време почетне фазе реализације уговора, односно гаранције за будући приход од путарине у појединим случајевима [7]. Ови нови услови су на снази од 1997. године и исте године шпанска влада је најавила своје намере да реализује десет нових пројеката аутопутева са наплатом на дужини од преко 440 km у форми јавно-приватног партнерства.

Вишеструког ризика

Описани први европски експерименти са приватним концесијама за путеве показали су мешовите резултате. Ови путеви су се углавном изграђивали упркос надовима из осамдесетих због нафтних удара и недовољном искуству. Пројекти који су крчили пут, суочили су се са мноштвом ризика, односно са разним опасностима које су утицале на развој концесионог концепта. Међутим, време је показало да ови различити елементи ризика нису јединствени за сваки појединачни пројекат, већ се одигравају у различитим

окружењима и временским оквирима. Да би се сагледала динамика приватних концесија за путеве, превасходно се морају разумети припадајући фактори ризика.

Саобраћајни ризик

Саобраћајни ризик представља основу свих непознаница везаних за концесију за аутопутеве. Чак и истраживања претходних саобраћајних токова, научне прогнозе будућег раста и анкете о спремности људи да плаћају путарину, указују да пројекције нивоа привлачења саобраћаја никад нису у целости познате све до самог чина експлоатације. Да би се обавило финансирање пројекта, неизбежно је претпоставити ниво искоришћења и прихода. Често се прибегава обазривим прорачунима, али ни претеривања нису неуобичајена. Поред тога, непредвидљиви догађаји у будућности могу имати драматично дејство, као што су нафтни удари из седамдесетих, који су били главни фактор неуспеха три приватне концесије у Француској.

Саобраћајни ризици су такође наглашени у мање развијеним земљама где претпоставке у вези са привредним растом и моторизацијом имају већи значај. Архива о претходним саобраћајним токовима такође није ваљано поткрепљена подацима, чиме се отежава израда прецизне прогнозе. Поред тога, у централној и источној Европи, степен моторизације и нивои дохотка јесу знатно испод оних забележених у западној Европи и зато се радије опредељују за спорију вожњу на паралелним путним правцима него да плате високе путарине [8]. Ови ризици знатно отежавају реализацију концесија за аутопутеве у земљама транзиције.

Грађевински ризик

Капитални трошкови градње за пројекат аутопута јесу допунски основни фактор на којем се заснива финансирање и када дође до прекорачења трошкова, финансијска оправданост градње може бити угрожена. Недовољна дефинисаност пројекта или непознати геолошки услови могу драматично утицати на капиталне трошкове градње. Међутим, ови потенцијални проблеми могу се у доброј мери ублажити извођењем темељних инжењерских студија пре него што се потпише уговор о пројекту. Кашњења у градњи могу такође имати штетне ефекте по капиталне трошкове. Мада се кашњења могу свести на минимум преко пажљивог управљања градњом, увек постоји потенцијална опасност да се догоде. Спољни утицаји као што су инфлација, економска политика, ембарго и политички конфликти могу бурно деловати на капиталне трошкове, као што се збило у Француској средином седамдесетих, где је индекс цена градње имао годишњу стопу раста од 20% у трајању од неколико година [9].

Девизни ризик

Дуг је свакако опредељујуће обележје концесије за аутопутеве и када је новац позајмљен у иностранству, флукуације девизног курса могу угрозити изводљивост пројекта. Ризик се може погоршати када владе захтевају од својих концесионара да део финансирања обезбеде из иностраних извора, као што се догодило у Шпанији током седамдесетих. Разуме се да је тај ризик

утолико већи уколико се ради о слабир валутама, стављајући позицију пројекта у земљама у развоју у још већи ризик. С обзиром да примена Евра своди на минимум опасност од флукуација девизног курса у зони Евра, он и даље остаје као фактор који може да обезвреди, поготову, када се ради о земљама централне и источне Европе. У појединим случајевима, девизни ризик могу преузети на себе суверене владе, агенције за кредитирање извора или међународне финансијске институције с циљем да концесиони пројекти буду примамљиви за приватне инвеститоре.

Прописани/уговорни ризици

Мада владе преговарају о одредбама и условима уговора са својим концесионарима, оне нису увек успешне у одржавању својих преузетих обавеза. То посебно важи за ниво путарине, што је често крајње осетљиво политичко питање. Ово је био случај у Француској седамдесетих година, када је влада одустала од преузете обавезе да допусти приватним концесионарима да сами одређују ниво путарине. Овај фактор је био критичан за престанак рада три од четири приватне компаније за управљање аутопутевима у Француској.

Слично се догодило 1993. године када је влада Тајланда на почетку одустала од уговорене сагласности да одобри пораст путарине на брзој градској саобраћајници у Бангкоку – прва фаза – чија је изградња била, својевремено, финансирана из јавних извора, односно у време када је требало да отпочне са радом и друга фаза брзе градске саобраћајнице финансиране из приватних извора. Након тога су уследиле бројне непријатности између Управе за брзе градске саобраћајнице и јапанског концесионара, што је навело Јапанце да изграђу из посла у целости и да продају своје учешће тајландским финансијерима. У новије време, међународни финансијери су се згрозили, када је исход спора који је финансирао ауто-клуб Мађарске био такав да је тужба била прихваћена да ниво услуга на аутопуту М1/М15 није сагласан са висином путарине и суд је донео прву пресуду да се путарина умањи за 50% [10]. Ова одлука је довела до тренутне обуставе исплате од стране Европске банке за обнову и развој и тиме изазвало седмемесечно кашњење у градњи аутопутева М15.

Овакви ризици су много чешћи него што су предлагачи финансирања пројекта вољни да признају. Они могу имати фаталне последице по постојеће споразуме о концесији и уједно да обесхрабре интересовање за будуће пројекте. Често су политички мотивисани и пуноважни по основу веома тајновитих закона. Овакви ризици се могу очекивати у већој мери у оним земљама где је искуство у финансирању пројекта занемарљиво.

Политички ризик

Процене о битним својствима и стабилности локалних политичких институција јесу уобичајене на подручју инвестиција и огледају се у проценама које дају међународно признате агенције, као што су "Moody's" или "Standard & Poor's". Са растом политичког ризика расте и цена обезбеђења финансирања. Чињеница да претежни број споразума о концесији важи на дуги рок уз уобичајену аверзију да се путарине плаћају, чини

пројекте аутопутева посебно осетљивим на политички ризик. Ово се може погоршати када нове владе ревидирају непопуларне пројекте које су подстицале претходне администрације.

Ризик у вези са животном средином и археолошким налазиштима

Опште је познато да путни пројекти могу изазвати опасност по животну средину, те владе и групе грађана постају веома обазриви и улажу напоре да ублаже негативно дејство. Непредвидљиви проблеми животне средине могу знатно увећати капиталне трошкове. Из тих разлога, треба покренути одбрамбене механизме приликом процена животне средине у оквиру пројеката аутопутева и идентификовати примерене интервентне програме пре расписивања лиценцијација о концесији.

Ризик скривене мане

Све је више нормална појава да владе уступају концесионарима право да наплаћују путарину на постојећој деоници пута, моста или тунела, како би се подстакло финансирање градње нове инфраструктуре. У другим околностима, пројекти могу да предвиде побољшање капацитета на постојећим путним саобраћајницама. За узврат, концесионари преузимају одговорност за одржавање ових објеката за све време трајања уговора. Ово се чини наизглед примамљивим, међутим, овај механизам може да буде поштован по концесионара, уколико објекти које они наслеђују имају знатне структурне недостатке. Ризик непријатних изненађења може се свести на минимум када се изврши темељан и документован преглед објеката који се уступају пре формалног закључења уговора о концесији. Овај ризик је највећи када се ради о старим објектима, посебно у сиромашним земљама где су ограничени наменски буџети за одржавање.

Ризик јавног протеста

Пројекти аутопутева имају потенцијал да изазову гласне протесте унутар локалних заједница, што може да буде фатално за приватне концесије. Најпознатији случај се одиграо поводом градског аутопута "Lyon Périphérique Nord" дужине 10 km. Коштао је 1 милијарду евра и приватни концесионар га је отворио за саобраћај октобра 1997. Бурна реакција на путарину од 2,50 евра, а затим бојкот локалних корисника моторних возила изазвали су политичку кризу и коначно затворили пут, што је, после свега шест месеци од отварања, довело до распада концесије. Локална власт је преузела објекат и преполовила износ путарине. Судбина приватног улагача у путну саобраћајницу тек треба да се одреди.

Такође је спорна траса аутопута А2 кроз шире подручје Варшаве у Пољској, односно ова саобраћајница тек треба да се изгради. Док пољска влада покушавала да убрза реализацију споразума о приватној концесији за аутопут, дотле траса кроз Варшаву остаје неизвесна, чиме се одлаже пројекат и отежава прибављање приватног капитала за исти [11].

Ова искуства показују реалну претњу коју може поставити ризик јавног протеста. Обазриви инвеститори треба да пажљиво процењују потребна одобрења за

пројекте, као и јавно мњење у односу на пројекте пре доношења инвестиционе одлуке.

РИЗИК КСЕНОФОБИЈЕ

Ксенофобија је непријатна реч, али представља поучан концепт за разумевање неспокоја, који може проистећи када се приватни финансијери ангажују у иностранству на изградњи инфраструктуре. Људи по правилу сагледавају путну инфраструктуру у оквирима јавног сектора и могу постати скептични када наступају приватници. Такав скептицизам може бити и наглашенији када финансијери долазе споља и из богатије земље и у стању су да уберу профит из својих улагања. Када се појави таква реакција код становништва, то такође може имати последице на политичкој позорници, чиме се отежава посао иностраним улагачима и доминантним владама да разреше конфликте. Инострани улагачи би били несмотрени уколико би занемарили овај проблем и требало би да истраже искуства других ино-улагача у земљама где разматрају могућност вођења послова. Могуће је показати, на пример, да је ова појава имала негативне реперкусије на 2. фазу градње брзе саобраћајнице у Бангкоку и аутопутева М1/М15 у Мађарској.

ПУТАРИНА У СЕНЦИ – НОВИ ПРИСТУП РАСПОДЕЛИ РИЗИКА

У Великој Британији су учињени велики напори у подстицању нових типова јавно/приватног партнерства, где је увођење концепта путарине у сенци дало ново значење појму расподеле ризика. У 1992. години британска влада је установила ПФИ (Приватна финансијска иницијатива) ради подстицања коришћења приватних финансијских извора за обезбеђење инфраструктуре и услуга. Наведена иницијатива је обухватила болнице, школе, казнено-поправне домове, саобраћај и остало и многа успешна решења су привукла пажњу влада широм света [12].

Новембра 1992. године Управа за путеве започела је сарадњу са Министарством финансија, односно са недавно установљеном Ударном групом ПФИ да заједнички испитају могућност ангажовања приватног сектора у реализацији путних пројеката на принципу "пројектуј, гради, финансирај и користи" (у даљем тексту: PGFK). Управа за путеве формално је започела властити програм изградње путева на принципу PGFK августа 1994. године. Од тада је осам пројеката за укупно 584 km пута, са процењеном капиталном вредношћу од 563,2 милиона фунти стерлинга, заокружило финансијску контрукцију. Додатних седам пројеката, за укупно 740 km, са предрачуном од 730,3 милиона фунти, очекује разрешење [3].

Британски пример се значајно разликује од "чистих" пројеката са наплатом путарине који су реализовани у Француској. Пројекти на принципу PGFK заснивају се на приступу путарине у сенци, где влада непосредно плаћа концесионару на основу броја и типа возила који користе путну саобраћајницу, до нивоа уговореног плафона. Сами корисници моторних возила не плаћају уопште путарину. Главни подстицај влади да прихвати путарине у сенци огледа се у коришћењу ефикасности приватног сектора и да на тај начин обезбеди

бољи принос на уложена средства. Управа за путеве би раније користила традиционалне методе за уступање послова, заснивањем посебних уговорних односа за пројектовање, градњу и одржавање. Концепт PGFK преноси одговорност за пројектовање, изградњу, финансирање и експлоатацију на приватни сектор, допуштајући му да ове обавезе подразумева као интегралну целину за све време трајања уговора. Тридесетогодишњи рок је изабран да би се максимизирале користи из оваквог целовитог коштвовног приступа.

Управа за путеве је јасно одредила циљеве иницијативе за примену целовитог пројектовања, градње, финансирања и коришћења како следи:

- да минимизира неповољне ефекте по животну средину уз истовремено максимизирање користи за возаче;
- да се изврши пренос одговарајућег нивоа ризика на приватни сектор;
- да се подстакну техничке, експлоатационе, финансијске и комерцијалне иновације;
- да се подржавају развој домаћег приватног сектора у путној привреди;
- да минимизира расходе јавног сектора [14].

Путарина у сенци показала се интересантном и за финансијере, јер се главна корист огледа у минимизирању саобраћајног ризика. С обзиром да возачи нису сами принуђени да плаћају путарину, њихов избор возне путање засниваће се искључиво на времену, раздалјини и подобности и стога је лакше да се предвиди. У Великој Британији постоји обимна датотека о кретању обима саобраћаја и ови подаци су омогућили концесионарима да пројектирају токове прихода довољно тачно за прибављање гаранција од првокласних осигуравајућих друштва, чиме је омогућено да на берзама обезвине концесионара добију исто тако првокласни статус.

Британски експеримент са PGFK концептом пружа велика обећања и многе предности у поређењу са искуствима чисте путарине забележеним у Француској и Шпанији. Плаћајући дажбине коришћења директно извођачу, влада је на успешан начин свела на минимум саобраћајни ризик, који је у прошлости био кобан за многе концесије за путеве са наплатом путарине. С друге стране, влада је подстицала учинак код својих извођача и прибегавала финансијским стимулацијама за пренос ризика градње, експлоатације, па чак и безбедности на самог концесионара, али све за добробит корисника пута. За веома кратко време, британска влада је подстакла развој веома ефикасног приватног сектора за експлоатацију путне инфраструктуре.

Неки аналитичари тврде да су финансијски ризици које преузима влада на себе веома високи. Међутим, чини се да ће чак и под претпоставком ових трошкова, влада остварити нето уштеде јер ће капитализирати на ефикасност остваривања профита код својих приватних компанија које управљају инфраструктуром. Заправо, пре него што додели уговор на принципу PGFK, Управа за путеве упоређује трошкове које би јавни сектор морао да поднесе уколико би обезбеђивао изградњу, експлоатацију и одржавање датог пројекта на рок од 30 година на основу традиционалних модела, са понудом лицитационих понуђача и једино покреће процес са приватном иницијативом онда када ће реализовати уштеде. Влада је установила да су остварене

уштеде биле у просеку 15% за првих осам PGFK пројеката.

Мада PGFK приступ остварује знатне уштеде, ту се такође поставља захтев влади да преузме обавезу за све будуће приходе на рок трајања концесионог уговора и то се по много чему не разликује од емитовања обезвинеца. Ово није случај за пројекте са чистом путарином, где владе могу обезбедити једнократни допринос у капиталу или зајмовним гаранцијама, али нису дужне да врше текуће исплате за све време трајања пројекта. Дакле, улагачи морају да имају поверење у владу која обавља финансијску функцију, односно да је иста политички и финансијски стабилна, а то значи да је много теже реализовати пројекте са путарином у сенци у неразвијеним привредним структурама.

Мада је концепт релативно нов, неколико европских земаља је заинтересовано за концепт путарине у сенци и у три земље се одвија процес прибављања концесионих уговора. Најдаље се отишло за деоницу од 70 км између Јарвенпаа и Лахтија, северно од Хелсинкија у Финској, где је предвиђена концесија на 15 година за реконструкцију и проширење постојећег пута. Конзорцијум "Сканса" је започео градњу 1997. и пројекат би требало да се заврши 2000. године. Мада тренутно у Шпанији позитивни прописи не дозвољавају реализацију пројеката са путарином у сенци, Регионална влада Мадрида тренутно расписује 4 лицитације за PGFK путеве са путарином у сенци и исти треба да се граде у окружењу престонице. Октобра 1998. додељена су три посебна уговора за 40 км пута М45 који ће обликовати полукруг око Мадрида, а три лицитације из марта 1999. године односе се на пројекте М501 и М511 [15].

Португал се храбро прихватио програма са путарином у сенци, са шест пројеката која су тренутно предложена са предрачунском вредношћу од 2,7 милијарди евра. Аутономна управа за путеве добила је лицитационе понуде за прва три пројекта са путарином у сенци у лето 1998. године, а четврти и пети пред крај исте године. Саобраћајни ризик је много већа непознаница за португалску владу него за друге европске земље, јер је саобраћајна статистика непрецизна и сами пројекти су провучени кроз подручја где нема путева или су исти у веома лошем стању [16]. Грађевински ризици су знатни, јер пројекти захватају тежак терен и није установљено јасно геометријско пружање пута, што само по себи допушта већу могућност иновирања и ризика. Сам обим португалских пројеката представља велики испит за концепт путарине у сенци PGFK, јер уводи нове и изазовне ризике. Португалски експеримент заслужује посебну пажњу и његов коначни успех требало би да буде добар показатељ потенцијала путарине у сенци како би се удовољило потребама других европских држава.

ЕВРОПСКЕ КОНЦЕСИЈЕ ЗА АУТОПУТЕВЕ У 21. ВЕКУ

У нашем покушају да изведемо закључке о улози приватних концесија за аутопутеве у развоју европске мреже аутопутева за наредно столеће, требало би истаћи неколико путних пројеката који су тренутно у току реализације широм континента. Важно је напоменути да је британским пројектима са путарином у сенци претходио већи број пројеката мостова и тунела фи-

нансираних из приватних извора. Слични пројекти треба да се реализују у Немачкој, док се у Холандији раде студије, а то су земље у којима је дубоко уврежено финансирање из пореских прихода, што би требало да послужи као отварање према концепту концесије. Треба скренути пажњу да је тунел на Исланду (250.000 становника) финансиран из приватних извора и знатно скратило раздаљину са 108 на 48 км између Рејкјавика и главног лушког центра Акранес. Данско-шведско-исландски приватни концесионар наплаћује дажбину од око 10 евра. Уколико путна инфраструктура финансирана из приватних извора може да буде успешна на тако сужењом тржишту као што је ова земља, онда овај концепт може подједнако да функционише у било којем делу Европе.

Португалска влада је толико убеђена у потенцијалне уштеде и ефикасност које нуди приватни сектор, да приватизује предузеће за управљање путевима "Бриса" које је раније било у јавној својини. Поред својих шест пројеката са путарином у сенци, Аутономна управа за путеве прибавља понуде за два пројекта са наплатом путарине на коридорима са високим обимом саобраћаја. Развој разноврсних португалских приватних иницијатива биће предмет посебног интересовања.

Грчка улази на поприште приватне инфраструктуре изградњом прстена Атина – Спата, 700 милиона евра, дужине 55 км који треба да буде завршен средином 2000. године. У Хрватској, пут у Истри је стекао уважавање код бројних стручњака за финансирање пројеката. Овај пројекат дужине 80 км и вредности од 370 милиона евра имао је јаку подршку хрватске владе, која је уступила право наплате путарине концесионару за постојећи тунел Учка (Врања).

Поред тога, француски концесионар "Bouygues" био је веома агилан у заговарању за овај пројекат и обратио се за помоћ француској агенцији за подстицање извоза "Coface" ради добијања гаранција против политичких ризика, што је било од пресудног значаја за обезбеђење финансирања [17]. Овај пројекат је изванредан пример типа сарадње који дефинише успешно јавно/приватно партнерство. Међутим, упркос бројним позитивним странама, има оних који су скептични у односу на перспективу финансијског успеха, због недовољног обима саобраћаја и неизвесности у погледу обнове туристичке привреде. Ова чињеница наглашава горући проблем који ризик саобраћаја поставља пред пројекте путних концесија, посебно у земљама источне и централне Европе, где је низак степен моторизације и неизвесне перспективе привредног раста.

Ниједан пример не показује тако добро тешкоће са развијањем приватних концесија за аутопутеве у недовољно развијеним привредама Европе као што је случај са Мађарском. Ова земља је прва у источној Европи изградила мрежу аутопутева на основу приватног финансирања, али због драстичних разлика између првобитних пројеката експлоатације и стварно забележене, довео је мађарски сектор аутопутева у стање нереда. Концесија М1/М15 је грађена уз незнатну помоћ државе, али је потоњи ниво путарина одвраћао мађарске возаче. Мада су трошкови градње прекорачили предрачун за мање од 1%, концесија је на ивици пропасти и влада би могла да је преузме. Разлози за овакву ситуацију јесу бројни – низак степен моторизације, ни-

зак ниво дохотка, незнатан привредни раст, претерано оптимистичке прогнозе саобраћаја и ограничене подстицајне мере владе – и подсећају умногоме на ситуацију у Француској и Шпанији из седамдесетих година. Упркос овим непријатним дешавањима, мађарска концесија М5 је на релативном здравим претпоставкама, због стапног одвијања градње и нижих путарина. Мађарска влада заправо даје компензације извођачу директно на име примењених попуста на путарини и стварни обим саобраћаја је у 1997. години достигао 97% првобитних процена [18]. Неки сматрају да је успех настао и због тога што је концесионар спреман да преброди краткорочне губитке зарад дугорочне перспективе стицања профита.

ЗАКЉУЧЦИ

Европски приватни сектор за аутопутеве је сазревао почев од дана повоја из седамдесетих година. Континент може да се похвали са бројним искусним приватним компанијама које управљају аутопутевима и које су показале жељу да дугорочно експлоатишу властиту мрежу аутопутева. Компаније су такође показале да њихов рад на пројектовању, градњи, експлоатацији и одржавању обезбеђује добар učinak за уложен новац. Економска политика ЕУ, која тражи фискалну обазривост сада подстиче владе земаља чланица да подстичу јавно/приватно партнерство, док огромне инфраструктурне потребе у недовољно развијеним европским земљама чине ову делатност привлачном за ангажовање додатног приватног капитала.

Међутим, историја европских аутопутева указује да уколико концесије за аутопутеве треба да буду успешне онда мора да постоји непатворено партнерство између финансијера и њихових домицилних влада. Без јаке државне подршке – која може да буде у форми капиталног улога, банкарске гаранције, дужег рока важности уговора, разборитог раста износа путарине и прибављања подршке мултилатералних банака за развој и институција за кредитирање извоза – приватне концесије за аутопутеве, по свој прилици, биле би неуспешне. Ово се показало у Француској осамдесетих и могло би се поновити у Мађарској.

Завређује да се скрене пажња на још неколико искустава. Продужени уговорни рокови постају уобичајено средство да неповољни пројекти буду примамљиви. Међутим, са концесијама чији рокови сежу и до 75 година, уговори морају да буду флексибилни како би се превазилазиле евентуалне непредвидљиве околности. Искуство је такође показало да је суштински важно да се нове мреже аутопутева граде на деоницама које су најпрофитабилније и са високим обимом саобраћаја, а да се потом усмерава ка подручјима са мањом густином онда када прве деонице постану финансијски стабилне.

Шпанска влада представља добар пример текућег и разборитог партнерства са својим приватним концесионарима и најновије измене у политици градње аутопутева указују на њену приврженост концепту концесије. Французи су посетили са сличним изменама у политици градње аутопутева и тиме поново заинтересовали приватне компаније за управљање путевима. Британски концепт PGFK подстиче подршку владе на други ниво, изумињањем приличног ризика из прихода пројекта.

Овај фактор представља додатни елемент стабилности и омогућује концесионарима да обезбеде јефтиније финансирање. Заузврат, влада је у стању да обезбеди нове видове ефикасности код својих концесионара који раде на бази путарине у сенци, чиме корисници добијају виши ниво услуга.

Јавно-приватно партнерство у области аутопутева биће пресудан елемент у развоју мреже аутопутева у Европи током наредног века. Приватни сектор обезбеђује динамику и приносе на уложена средства, као потенцијални приступ новим изворима капитала.

Међутим, да би се извукла пробитачна добит из ових значајних користи, владе широм континента мораће да се приволе концепту партнерства дајући видан допринос овим заједничким настојањима.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Jose' A. Gomez-Ibanez & John R. Meyer, *Going Private: The International Experience with Transport Privatization*, The Brookings Institution, Washington D.C., 1993, Chapter 8.
- [2] Jean-Antoine Winhart, *L'Europe des autoroutes*, Presses Universitaires de France, que sais-je 3282, Paris, second edition, October 1998.
- [3] Robert Lafont, *Les Autoroutes*, Presses Universitaires de France, que sais-je 2198, Paris, May 1997, pp 36-40;
- [4] Association europeenne des concessionnaires d'autoroutes et d'ouvrages a'peage (ASECAP), *Informations* 1998.
- [5] Campo, *Las Autopistas de Peaje*, pp 8-17.
- [6] Gomez-Ibanez & Meyer, Tabel 8-7.
- [7] Luis Ferriero, "New perspectives for private concessions in Spain", *International Bridge, Tunnel & Turnpike Association, Annual Meeting & Exhibition Proceedings*, 1997.
- [8] Andras Timar, "Road Projects in Transition Europe", *Transition Equipment & Infrastructure Review*, Chapter 5, Euromoney Publications, Exxex, UK, 1998, p. 9.
- [9] Gomez-Ibanez & Meyer, p. 116.
- [10] John D. Crothers, "Project financing of toll motorways in central and eastern Europe: a signpost for transition?" *Law in Transition*, Spring 1997, pp 6-11.
- [11] "Traffic, Economy and Environment: Conflicts to Resolve in the Development of the Polish Motorway System", presented by Eamonn Judge at the European Transport Conference, Loughborough University, 14-18 September 1998.
- [12] Nicholas Timmins, "UK's experiment attracts worldwide interest", *Financial Times*, July 24, 1998, p. 10.
- [13] "DBFO Value in roads: A case study on the first eight DBFO contracts and their development", United Kingdom Highways Agency and United Kingdom Private Finance Panel, Autumn - 1998; (14) DBFO Value in roads, p. 6.
- [14] *Project Finance International*, Issue 160, January 14, 1999, pp. 31-32.
- [15] *Project Finance International European Review* 1998, pp 29-30.
- [16] "Istrian toll-road gets greenlight", *Project Finance*, October 1998, p. 10.
- [17] Miklos Muranyi and Arpad G. Siposs, "Private finance of roads in Hungary under continuous change", *Privatization International*, June 1998, pp. 45-47.

Превео и припремио:
Видан Ч. Гашић

11000 Београд, Поштански факс 834
Булевар војводе Мишића 43
Тел. (011) 650 322
Факс: (011) 650 568



11000 Beograd, Yugoslavia, POB 834
Bulevar vojvode Mišića 43
Tel. (3811) 650 322
Fax: (3811) 650 568

ИНСТИТУТ ЗА ИСПИТИВАЊЕ МАТЕРИЈАЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ, Д.Д.

АКТИВНОСТИ

- Научно истраживачки рад, пројектовање, надзор, контрола, технологија градње и санационих радова за објекте нискоградње и високоградње.
- Развој нових технологија и опреме, примена рачунара у грађевинарству – пројектовање, базе података, системи специјалне намене.



ИМС ВИДЕО СИСТЕМ

АКВИЗИЦИЈА ПОДАТАКА О ПУТНОЈ МРЕЖИ ЗА
БАЗУ ПОДАТАКА О ПУТЕВИМА – БПП

XXI конгрес Југословенског друштва за испитивање и истраживање материјала и конструкција

XXI конгрес ЈУДИМК-а одржаће се 18. и 19. новембра 1999. године у Београду.

По већ устаљеној пракси у оквиру Конгреса одржаће се Симпозијум о истраживањима и примени савремених достигнућа у нашем грађевинарству у области материјала и конструкција.

Циљ Симпозијума је да се стручној јавности, кроз реферате, саопште достигнућа истраживања и њихове примене у периоду од последњег Конгреса на Цетињу (1996), као и да се допринесе расветљавању актуелне проблематике развоја и унапређења грађевинарства. У оквиру Конгреса одржаће се и Скупштина ЈУДИМК-а.

Место и време одржавања Конгреса

XXI конгрес ЈУДИМК одржаће се 18. и 19. новембра 1999. године, у Београду, у просторијама Привредне коморе Србије, Генерал Жданова 13-15.

Теме Конгреса

- Истраживање материјала и њихова примена
- Теоријска анализа конструкција
- Статичка и динамичка испитивања конструкција
- Бетонске конструкције
- Челичне конструкције
- Дрвене конструкције

- Фундирање и геотехника
- Материјали, конструкције и животна средина
- Одржавање и санација конструкција
- Грађевинско техничка регулатива и систем квалитета.
- Ратне штете

Информације о конгресу

Све информације о XXI конгресу могу се добити у Југословенском друштву за испитивање и истраживање материјала и конструкција (ЈУДИМК), Београд, Кнеза Милоша бр. 9/1, телефон: 011/3242-589.

ДРУШТВО ЗА ПУТЕВЕ ЦРНЕ ГОРЕ • ДРУШТВО ЗА ПУТЕВЕ СРБИЈЕ
ИНСТИТУТ ЗА ПУТЕВЕ, БЕОГРАД • ПРЕДУЗЕЋЕ ЗА ПУТЕВЕ "КРУШЕВАЦПУТ", КРУШЕВАЦ
о р г а н и з у ј у
С а в е т о в а њ е

Стање и развој локалних путева у Југославији

Саветовање је било заказано за јуни 1999. године, али је због ратних дејстава НАТО морало бити одложено. Одржаће се у Врњачкој Бањи, 9. и 10. децембра 1999. године.

Предмет саветовања

Локални путеви чине део мреже категорисаних путева чија је основна намена да повезују насеља и територије на подручју општине. Ради се о изузетно значајној и разгранатој мрежи путева која задира у све поре људског живљења и представља основу за функционисање и развој важних просторних односно административних целина.

Вишеструки саобраћајно-економски значај ове мреже огледа се у отварању појединих подручја, њиховом међусобном повезивању као и повезивању са мрежом путева вишег ранга (магистрални и регионални путеви).

За разлику од мреже магистралних и регионалних путева која је у надлежност

ти Републике, локални путеви препуштени су општинама (210 општина) без јединственог приступа у погледу стандарда, финансирања, грађења, експлоатације и одређивања.

Дужина локалних путева на подручју Србије износи око 300000 км или око 60% укупно категорисане мреже путева. Дужина локалне путне мреже са "савременим коловозом" је око 13000 км односно 40%, што јасно илуструје стање у коме се ови путеви налазе. Вредност изграђених локалних путева процењује се на око 4 - 4,5 млрд. Ово показује да се ради о значајном државном богатству које заслужује одговарајућу бригу и где утицај државе треба да буде знатно већи, посебно на путевима који се налазе у привредно неразвијеним, пограничним и другим мање атрактивним подручјима.

Процес транзиције и приватизације који предстоји, стварање посебних фондова и јачање локалне самоуправе треба да подстакну нова размишљања о стању и развоју локалних путева. Потребе у ра-

звоју не смеју се зауставити на декларативном приступу већ се морају пронаћи и конкретна решења, посебно у обезбеђењу сталних и стабилних извора финансирања.

Време и место одржавања Саветовања

Саветовање "Стање и развој локалних путева у Југославији" одржаће се 9. и 10. децембра 1999. године у Врњачкој Бањи.

Информације

Друштво за путеве Србије, 11000 Београд, Кумодрашка 257, тел. 011/493-134, факс: 011/466-866.

Молимо Вас да о овоме Саветовању обавестите све појединце, институције и предузећа које интересује стање локалне путне мреже Југославије.

Зоран Кузељ (1941–1999)



Изненада, 21.05.1999. године, такорећи на радном месту, преминуо је **Зоран Кузељ** грађевински техничар, један од заслужних из плејаде ужичких путара и ретких стручњака који је свој плодни радни век започео и завршио непрекидно у ужичком Предузећу за путеве.

Кузељ је рођен 1941. године у Ужицу.

По завршетку средње техничке грађевинске школе у Београду почиње да ради у ужичкој Секцији за путеве од октобра 1960. године на пословима одржавања, модернизације и грађења путева под контролом изванредног руководиоца, комплетног стручњака, инжењера за путеве Секуле Кнежевића – Ђардовића, учитеља и легенде ужичких путара.

У датим условима Зоран се брзо развија у стаменог путарског оперативца и организатора радова, тако да је годинама водио највећа градилишта на територији ужичке Секције за путеве која је 1962. године трансформисана у Предузеће за путеве "Т. Ужице".

У периоду од 1968–1970. године као већ афирмисани стручњак за путеве, обавља дужност управника Погона за пу-

теве "Т. Ужице" за одржавање, модернизацију, реконструкцију и грађење путева.

У свом радном веку градио је и модернизовао преко 500 km савремених путева а набрајају се само следеће деонице:

- пут бр. 21.1., деоница: Пожега – Милићево Село – Вирово
- пут бр. 21, деоница: Борова Глава – Кокин Брод
- пут бр. 8, деоница: Коловрат – Јабuka – Михајловица
- пут бр. 115, деоница: Прибој – Увац
- пут бр. 114, деоница: Увац – Устибор – Рудо
- пут бр. 227, деоница: Гуча – Бјелица – Вича
- локални пут, деоница: Гуча – Горачићи
- пут бр. 117, деоница: Бјелица – Три – Котража – Вучковица
- пут бр. 230, деоница: Бела Земља – Рожањство – Трнава
- пут бр. 263, деоница: Локва – Луново Село – Каран – Црнокоса
- пут бр. 5, деоница: Дубци – Стапари – Биоска – Кремна
- пут бр. 112, деоница: Калуђерске Баре – Митровац на Тари
- пут бр. 112 А, деоница: Митровац – Заовине – Брана Лазихи
- пут бр. 19.1., деоница: Дуб – Николића Брдо – Пилица

Задњих десетак година ради са пуно успеха на пословима руководиоца Службе за одржавање и заштиту путева.

Тавком сложенем послу одржавања путева у планинском подручју, који се обавља на великим просторима под "ведрим небом" где су највеће потребе за интервенцијама у време најнеповољнијих временских услова, може да одговори само стручњак Зорановог калибра, искусан, добар познавалац прилика на терену, добар организатор и пре свега човек који изнад свега воли путеве и пуним срцем жели да створи корисницима путева безбедне услове на путу.

У циљу усавршавања у струци на пословима комплетног одржавања и заштите путева, више пута је одлазио са

путарима Србије на студијска путовања и стручне семинаре у бивше наше суседне Републике и по земљама Европе и стечена искуства преносио на наше путеве и наше људе.

За изванредно одржавање ужичких путева, а нарочито за зимско одржавање путева преко Златибора, Шаргана, Кадиначе, Таре и других превоја, у многоме је заслужио Зораново умеће, искуство и упорност да се посао успешно уради.

Зоран је био пун достојанства, самопоуздања, гостољубивости и других урођених врлина и способности. Умео је да приђе људима, да их дочека, да успостави контакте, да их веже за себе, да их упосли, да их одбродовољи и да на најједноставнији људски начин извуче добре ефекте рада од сарадника и радника на терену и градилишту.

У послу је увек давао пуну самосталност млађим колегама техничарима и инжењерима и стваро од њих врсне стручњаке, организаторе и људе, што треба да служи као узор свим млађим колегама.

У дружењу, што је неизмерно волео, био је непосредан, гостољубив, галантан, омиљен и увиђаван, човек какав се у друштву само пожелети може. Из тих дружења остало је доста оригиналних агнедота и догодовштина.

Због своје оригиналности, отворене доброћудности, спретности, широкогрудности, гостољубивости и личног великог доприноса путевима и саобраћају, Зоран ће остати у успоменама сарадника – путара дубље и трајније од осталих руководиоца – путара који те особине у тој мери нису поседовали или нису умели да их тако јако искажу.

У знаку сећања на дугогодишњег активног члана Друштва за путеве Србије, доброг путара, сарадника и пријатеља, путарски поздрав VIA–Vita!

Дугогодишњи сарадник на путевима Јовановић Д. Божидар, дипл. грађ. инж. Републички инспектор за путеве



СРБИЈАПУТ

СЛОЖЕНО ПРЕДУЗЕЋЕ ЗА ЗАШТИТУ, ОДРЖАВАЊЕ, РЕКОНСТРУКЦИЈУ И ИЗГРАДЊУ ПУТЕВА И ПУТНИХ ОБЈЕКТАТА, СА НЕОГРАНИЧЕНОМ СОЛИДАРНОМ ОДГОВОРНОШЋУ

11000 БЕОГРАД

Булевар револуције 282

Телефони: централа 011/417-955

директор 411-735

техн. директор 413-694

факс 413-936

Телефакс 12093

Телефакс 011/413-936

Поштански преградак 64



Основна делатност СП "Србијапут", Београд је:

- одржавање, реконструкција, грађење путева и објеката везаних за пут;
- производња грађевинског материјала и опреме пута и путне сигнализације за путеве и објекте на њима;
- комерцијални послови на обезбеђењу репроматеријала за обављање основних делатности предузећа.

СП "Србијапут", Београд располаже савременом механизацијом и опремом за грађење путева и објеката и запошљава велики број стручних радника и инжењерско-техничког кадра.

Са својим стручним, инжењерско-техничким кадром и механизацијом са којом је опремљен, може самостално да изводи радове на грађењу: ауто-путева, магистралних и регионалних путева, свих објеката за потребе пута (мостови, тунели и др.), да изврши опремање путева сигнализацијом и опремом потребном за пут.

УДРУЖЕНА ПРЕДУЗЕЋА ЗА ПУТЕВЕ

Предузеће за путеве "Београд"

11000 Београд, Видска 24

Телефон: централа 011/4440-722

Директор 4442-769

Техн. директор 4447-829

Факс 455-793

ЈКП "Београдпут" Београд

11000 Београд, Доситејева 21

Телефон: централа 011/763-966

Директор 625-361

Комерцијала 752-440

Факс 763-277

Предузеће за путеве

"Београд—одржавање"

11050 Мали Мокри Луг,

29. новембра 1

Телефон: централа 011/4440-722

Директор 4441-757

Техн. директор 438-226

Факс 4441-757

Предузеће за путеве "Пожаревац"

12000 Пожаревац,

Трг Ратка Вујовића бр. 1

Телефон: централа 012/222-170

Директор 222-170

Факс 222-257

Предузеће за путеве "Ваљево"

14000 Ваљево, М. Глишића 94

Телефон: централа 014/21-486

Директор 21-485

Факс 22-325

Предузеће за путеве "Крушевацпут"

37000 Крушевац

Телефон: централа 037/24-999

Директор 24-999

Факс 23-896

Предузеће за путеве "Врање"

18500 Врање,

Боре Станковића 21

Телефон: централа 017/22-567

Директор 23-427

Техн. директор 22-765

Факс 21-752

Предузеће за путеве "Нови Пазар"

36300 Нови Пазар, Шабана Коче 19

Телефон: централа 020/24-911

Директор 25-692

Комерцијала 23-721

Факс 23-794

Предузеће за путеве "Путеви"

Пожага

31210 Пожага

Телефон: централа 031/814-098

Директор 814-098

Факс 814-098

Предузеће за путеве "Путеви" Ужице

31000 Ужице, Хероја Дејовића 38

Телефон: централа 031/23-822

Директор 24-090

Комерцијала 25-971

Факс 48-096

"Магистрала" Приштина

38000 Приштина

Телефон: централа 038/23-437

Директор 23-437

Факс 22-481

Предузеће за путеве "Крагујевац"

34000 Крагујевац, Илићево бб

Телефон: централа 034/69-520

Директор 60-515

Комерцијала 67-283

Факс 69-524

Предузеће за путеве "Ниш"

18000 Ниш, Владимира Назора 13

Телефон: централа 018/46-699

Директор 47-160

Набав служба 46-699

Факс 44-245

Предузеће за путеве "Зајечар"

19000 Зајечар, Бориса Кидрича 68

Телефон: централа 019/22-548

Директор 21-251

Наб. служба 25-264

Факс 21-130

Предузеће за путеве "Путеви" Чачак

32000 Чачак

Телефон: централа 032/24-580

Директор 24-580

Факс 24-582

Предузеће за путеве "Путеви"

Ивањица

32250 Ивањица

Телефон: централа 032/831-820

Директор 831-820

Факс 831-820

Предузеће за путеве "Путеви"

Ужице РЈ Пријеполје

Телефон: централа 033/22-335

Факс 22-335

"Косметпут" Приштина

38000 Приштина

Телефон: централа 038/40-018

Директор 40-011

Факс 40-416

BOJA SOMBOR

Deoničarsko društvo za izradu saobraćajne signalizacije sa p.o.

25000 SOMBOR, Arsenija Černojevića 16

Tel ef oni : 025/22-785, 22-977 (central a) • 36-172 (di rektor)

025/22-934 (konercijal a) • 26-112 tel ef ax

Deoničarsko društvo za izradu saobraćajne signalizacije "BOJA" u Somboru, jedna je od najboljih privrednih organizacija iz ove oblasti u Jugoslaviji, a tradicija duga preko četiri decenije garancija je visokog kvaliteta njihovih proizvoda i usluga.

BOJA je svoj razvoj uzklađivala sa razvojem saobraćaja kod nas i u svetu, a nabavkom najkvalitetnije opreme i reprodukcionog materijala, stvoren je visok stepen tehnološke sposobnosti ove kuće.

Osnovna delatnost BOJE je izrada vertikalne i horizontalne putne signalizacije, ali je ona osposobljena i za više vrsta usluga:

- antikorozivna zaštita svih vrsta postrojenja u elektroprivredi, procesnoj industriji, gradogradnji...,
- završni radovi u građenju privrednih i stambenih objekata,
- restauratorski i pozlatarski radovi na objektima pod zaštitom, kao što su stare građevine, crkve i drugim objektima,
- sve vrste firmopisačkih i sitoštamparskih usluga, reklame, murali, panoi... Usluge sito štampe BOJA izvodi na PVC materijalima, staklu, platnu i drugim materijalima.

