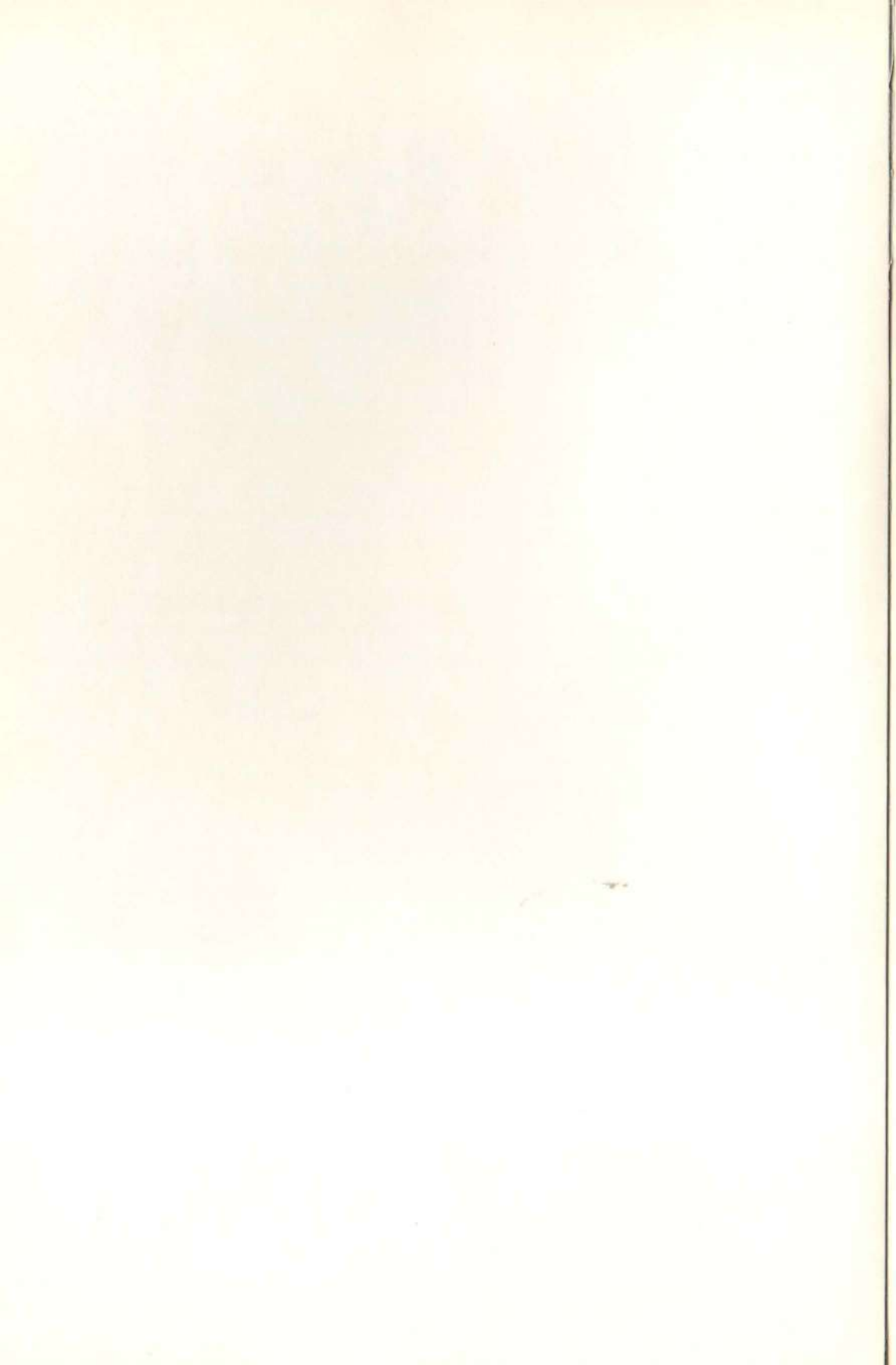


ПУТ

БР. 7-8
1976.

И САОБРАЋАЈ





ПУТИ САОБРАЋАЈ

Часопис Друштва за путеве СР Србије, Македоније и Црне Горе

ГОД. XXII БР. 7—8

ЈУЛИ—АВГУСТ

ГОД. 1976.

САДРЖАЈ

Др Здравко Јоксић, дипл. инж.

Мирослав Венцл, дипл. инж.

Беличина слегања конструкције у зависности од врсте плоче коришћене при испитивању

Мр Бранимир Бабић, дипл. инж.

Односи неких физичких и геомеханичких особина глина стабилизираних кречом

Велимир Новаковић, дипл. инж.

Изградња прве етапе ауто-пута од Зенице до Сарајева

Владан Шевчик, дипл. инж.

Нови путни правац Ваљево — Бајина Башта

Драгољуб Мацура, дипл. инж.

Неки проблеми у вези са грађењем ауто-пута кроз СР Србију

Јован Шутић, дипл. инж.

Договор о основама друштвеног плана Југославије за развој магистралних путева од 1976. до 1980. год.

Бранислав Крسمановић, дипл. инж.

Стање постојећих коловозних конструкција са асфалтним засторима на аеродромским површинама у погледу ефикасности и квалитета примењених решења

Никола Ђурић, дипл. инж.

Актуелни проблеми грађења савремених путева

Др Душан Светл, дипл. инж.

Примена битумена за коловозе према новим стандардима и техничким условима

Мирослав Венцл, дипл. инж.

Основни појмови примене статистике

Светислав Стојановић, техн.

Заштитимо човекову средину озелењавањем путног појаса

Из друштва за путеве

Одржана ванредна седница скупштине Друштва за путеве СР Србије

Ин. мемориам

Насловна страна:

Мост на Морави, снимко: М. Кличковић

Др Здравко ЈОКСИЋ, дипл. инж.
Мирослав ВЕНЦЛ, дипл. инж.

Величина слегања коловозне конструкције у зависности од врсте плоче коришћене при испитивању

1. УВОД

Да би се утврдиле разлике у величини слегања, добијене приликом мерења плочом са крутом и флексибилном површином налегања, изведена су упоредна испитивања на површини коловозног застора дела ауто-пута кроз Београд. Пресек коловозне конструкције на којој су испитивања обављена приказан је на слици 1. Мерења су обављена при истим временским условима, тј. при истим температурама површине коловоза, односно ваздуха.

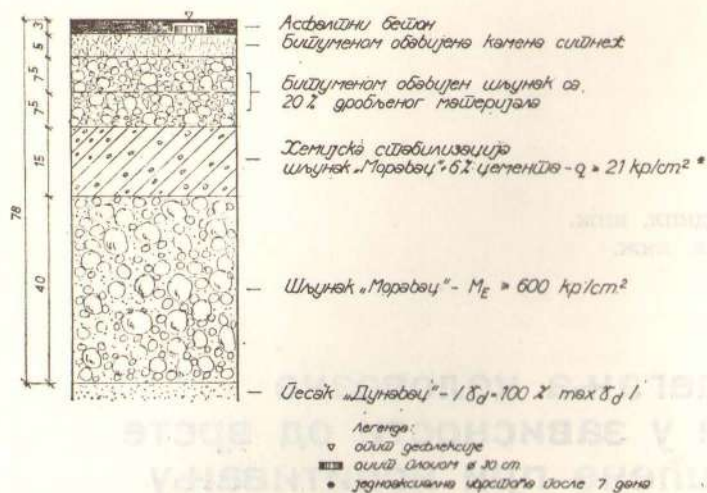
Пречник обе врсте коришћених плоча био је 300 mm. Плоча са флексибилном површином налегања имала је слој гуме, дебљине 42 mm, налепљен на належну површину (ознака 2 на слици 2). На њој су израђена и четири држача компаратера, који су се директно ослањали на површину испитиваног слоја — један у средини плоче а три на 100 mm од средине плоче (видети схему на слици 2). Плоча је коришћена за специјална испитивања, а била је израђена у

Институту грађевинарства Хрватске [1.]

Крута плоча, коришћена при испитивањима, одговарала је у свему постојећем стандарду. Мерења су обављена помоћу четири компаратера распоређена на исти начин као и код флексибилне плоче (схема на слици 2). Да би се елиминисао, односно испитао утицај разлика у начину наношења оптерећења и растерећења, примењена су три поступка, детаљније приказана у наредном поглављу. Резултати су регистровани помоћу четири компаратера, означена увек истим бројевима, као што је приказано на слици 2.

2. НАЧИНИ НАНОШЕЊА ОПТЕРЕЋЕЊА И РАСТЕРЕЋЕЊА

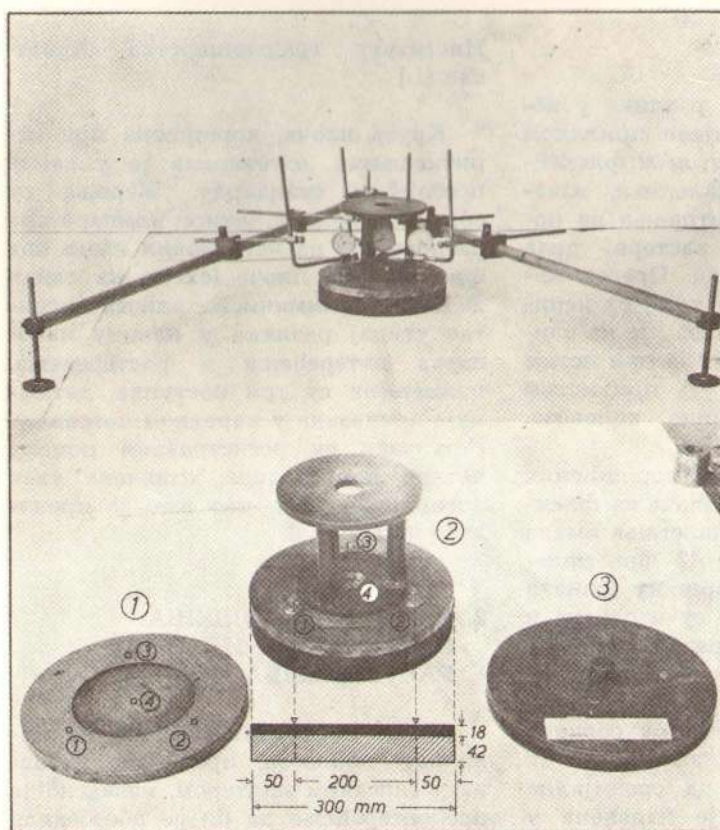
После постављања плоче на површину коловоза, претходно изравнату гипсаним малтером, изведено је предоптерећење да би се обезбедило



Сл. 1 — Структура коловозне конструкције на делу ауто-пута кроз Београд

што равномерније налагање и отклониле евентуалне грешке. Предоптерећење је изведено у функцији од

начина и величине самог оптерећења, а одржавано је све док слегање, регистровано на компаратеру у току је-



Сл. 2 — Опрема и плоче коришћене у току испитивања

дног минута, није смањено испод 0,01 mm.

Опити су обављени на 10 места, означених бројевима 1 до 10. Добијени резултати приказани су у табели 1. У зависности од одабраног поступка, редослед наношења оптерећења и растерећења, величине оптерећења и предоптерећења и број циклуса кретали су се у следећим границама:

Поступак 1 (опитна места 1, 2 и 3)

- предоптерећење (kp/cm²):
0,0 — 0,5 — 1,5 — 0,0;
- оптерећење и растерећење (kp/cm²):
I циклус: 0,0 — 0,5 — 1,5 —
— 2,5 — 3,5 — 4,5 — 5,5 —
— 2,5 — 0,5,
II циклус: 0,5 — 2,5 — 5,5 —
— 2,5 — 0,5,
III циклус и сви остали до 10.
циклуса: на исти начин као
и II циклус.

Поступак 2 (опитна места 4, 5 и 10)

- предоптерећење (kp/cm²):
0,0 — 1,5 — 0,0,
- оптерећење и растерећење (kp/cm²):
I циклус: 0,5 — 1,5 — 2,5 —
— 2,5 — 4,5 — 5,5 — 4,5 —
— 3,5 — 2,5 — 1,5 — 0,5,
II циклус: 0,5 — 1,5 — 2,5 —
— 3,5 — 4,5 — 5,5 — 4,5 —
— 3,5 — 2,5 — 1,5 — 0,5.

Поступак 3 (опитна места 6, 7, 8 и 9)

- предоптерећење (kp/cm²):
0,0 — 0,3 — 0,0,
- оптерећење и растерећење (kp/cm²):
I циклус: 0,5 — 1,0 — 1,5 —
— 2,0 — 2,5 — 3,0 — 3,5 —
— 4,0 — 4,5 — 5,0 — 5,5 —
— 6,0 — 3,0 — 1,5 — 0,0,

- II циклус: 0,0 — 0,5 — 1,0 —
— 1,5 — 2,0 — 2,5 — 3,0 —
— 3,5 — 4,0 — 4,5 — 5,0 —
— 5,5 — 2,75 — 1,37 — 0,0,
- III циклус: 0,0 — 1,0 — 2,0 —
— 4,0 — 5,5 — 2,75 — 1,37 —
— 0,0.

У свим разматрањима приказаним у наредним поглављима анализирани су само резултати добијени у првом циклусу оптерећења. Величине слегања добијене под средњим компаратором, односно као пресек за три спољна компаратера приказане су у табели 1.

На дијаграмима слике 3 графички је приказан однос притиска и слегања у првом циклусу оптерећења коришћења слегања које је израчунавано као средња вредност читања на три спољна компаратера.

3. ОДНОСИ ВЕЛИЧИНА СЛЕГАЊА ДОБИЈЕНИХ ЧИТАЊЕМ НА СРЕДЊЕМ КОМПРАТЕРУ (БРОЈ 4) И ПРОСЕКА ЧИТАЊА НА ТРИ СПОЉНА КОМПРАТЕРА

После обављених мерења испитан је однос слегања измерених на средњем компаратеру (у средини плоче) и средње вредности читања на три спољна компаратера. Статистичком обрадом добијених података добијена је скоро функционална веза испитиваних величина, која је дефинисана линеарном једначином:

$$S' = a.S + b,$$

где је:

S' — вредност слегања измерених на средњем компаратеру (mm),

S — средња вредност слегања читаних на три спољна компаратера (mm).

Добијени коефицијенти корелације који дефинишу чврстоћу везе налазе се у интервалу:

Место	Просек три спољна компатера при оптерећењима													
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	
1	0,000	0,027	—	0,147	—	0,323	—	0,470	—	0,617	—	0,690	—	
2	0,000	0,020	—	0,110	—	0,213	—	0,323	—	0,423	—	0,480	—	
3	0,000	0,020	—	0,080	—	0,173	—	0,247	—	0,307	—	0,337	—	
4	0,000	0,000	—	0,027	—	0,087	—	0,153	—	0,203	—	0,237	—	
5	0,000	0,047	—	0,093	—	0,250	—	0,363	—	0,447	—	0,537	—	
10	0,000	0,040	—	0,137	—	0,227	—	0,310	—	0,390	—	0,467	—	
6	0,000	0,070	0,160	0,223	0,317	0,380	0,427	0,473	0,503	0,543	0,580	0,607	0,617	
7	0,000	0,047	0,157	0,210	0,287	0,320	0,363	0,410	0,427	0,450	0,480	0,500	0,533	
8	0,000	0,103	0,177	0,233	0,283	0,343	0,437	0,503	0,537	0,567	0,603	0,643	0,663	
9	0,000	0,017	0,077	0,170	0,247	0,307	0,377	0,417	0,463	0,507	0,543	0,587	0,630	

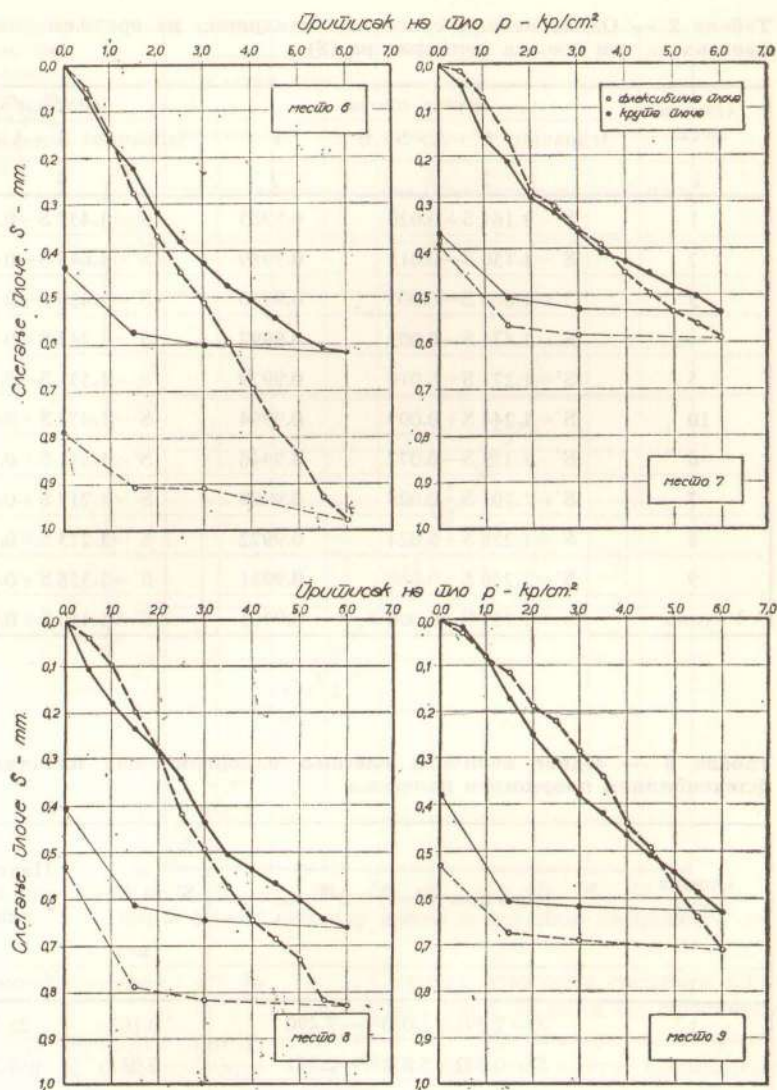
Место	Просек три спољна компартера при оптерећењима														
kp/cm ²	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,0	
1	0,000	0,073	—	0,210	—	0,277	—	0,363	—	0,433	—	0,530	—	—	
2	0,000	0,037	—	0,137	—	0,210	—	0,300	—	0,407	—	0,557	—	—	
3	0,000	0,013	—	0,053	—	0,087	—	0,183	—	0,247	—	0,343	—	—	
4	0,000	0,030	—	0,073	—	0,143	—	0,223	—	0,310	—	0,430	—	—	
5	0,000	0,047	—	0,130	—	0,213	—	0,293	—	0,383	—	0,507	—	—	
10	0,000	0,100	—	0,167	—	0,247	—	0,340	—	0,430	—	0,500	—	—	
6	0,000	0,047	0,153	0,277	0,367	0,450	0,513	0,597	0,697	0,780	0,840	0,930	0,977	—	
7	0,000	0,017	0,073	0,160	0,277	0,307	0,357	0,387	0,450	0,493	0,533	0,560	0,590	—	
8	0,000	0,037	0,097	0,197	0,287	0,420	0,493	0,573	0,643	0,687	0,730	0,817	0,830	—	
9	0,000	0,027	0,077	0,113	0,187	0,217	0,283	0,340	0,440	0,487	0,573	0,643	0,713	—	

Средњи компатер при оптерећењима:														
0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,0	6,0
0,00	0,07	—	0,17	—	0,44	—	0,57	—	0,70	—	0,83	—	—	—
0,00	0,01	—	0,10	—	0,24	—	0,35	—	0,47	—	0,55	—	—	—
0,00	0,01	—	0,09	—	0,18	—	0,25	—	0,32	—	0,36	—	—	—
0,00	0,00	—	0,04	—	0,12	—	0,22	—	0,30	—	0,35	—	—	—
0,00	0,05	—	0,16	—	0,34	—	0,46	—	0,58	—	0,69	—	—	—
0,00	0,06	—	0,19	—	0,29	—	0,40	—	0,50	—	0,58	—	—	—
0,00	0,01	0,12	0,21	0,33	0,39	0,48	0,55	0,59	0,67	0,71	0,76	0,76	—	—
0,00	0,08	0,20	0,29	0,37	0,42	0,47	0,53	0,55	0,60	0,65	0,66	0,69	—	—
0,00	0,13	0,24	0,34	0,40	0,48	0,56	0,62	0,67	0,71	0,77	0,81	0,83	—	—
0,00	0,07	0,17	0,27	0,35	0,43	0,51	0,56	0,63	0,67	0,73	0,77	0,84	—	—

Напомена: Слегање у мм
Оптерећење у кр/см²

Средњи компатер при оптерећењима:														
0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,0	6,0
0,00	0,11	—	0,30	—	0,40	—	0,53	—	0,62	—	0,78	—	—	—
0,00	0,09	—	0,19	—	0,34	—	0,51	—	0,67	—	0,90	—	—	—
0,00	0,01	—	0,05	—	0,11	—	0,24	—	0,34	—	0,48	—	—	—
0,00	0,06	—	0,14	—	0,25	—	0,37	—	0,49	—	0,61	—	—	—
0,00	0,05	—	0,17	—	0,28	—	0,40	—	0,55	—	0,78	—	—	—
0,00	0,21	—	0,36	—	0,46	—	0,57	—	0,67	—	0,76	—	—	—
0,00	0,11	0,28	0,45	0,58	0,70	0,80	0,91	1,08	1,21	1,30	1,42	1,51	—	—
0,00	0,01	0,09	0,20	0,35	0,38	0,44	0,47	0,54	0,61	0,66	0,69	0,69	—	—
0,00	0,10	0,24	0,37	0,49	0,64	0,72	0,80	0,89	0,94	1,00	1,10	1,14	—	—
0,00	0,04	0,16	0,17	0,31	0,35	0,45	0,52	0,65	0,69	0,79	0,89	0,99	—	—

Сл. 3 — Опити
плочом на вез-
ном слоју трасе
ауто-пута кроз
Београд



$r = 0,9946$ до $0,9997$ — за круту плочу;

$r = 0,9885$ до $0,9997$ — за флексибилну плочу.

Једначине корелације, са одговарајућим коефицијентима, дате су у табели 2. Поред успостављања корелација за свако поједино место, одређен је и однос за сва места заједно. Добијени резултати приказани су графички, дијаграми — на слици 4

за флексибилну и слици 5 за круту плочу, односно аналитички — у табели 2.

На основу добијених једначина може се констатовати следеће:

— Вредност коефицијента „b“ је у интервалу:

од $-0,072$ до $+0,041$ за круту плочу,

од $-0,026$ до $+0,077$ за флексибилну плочу.

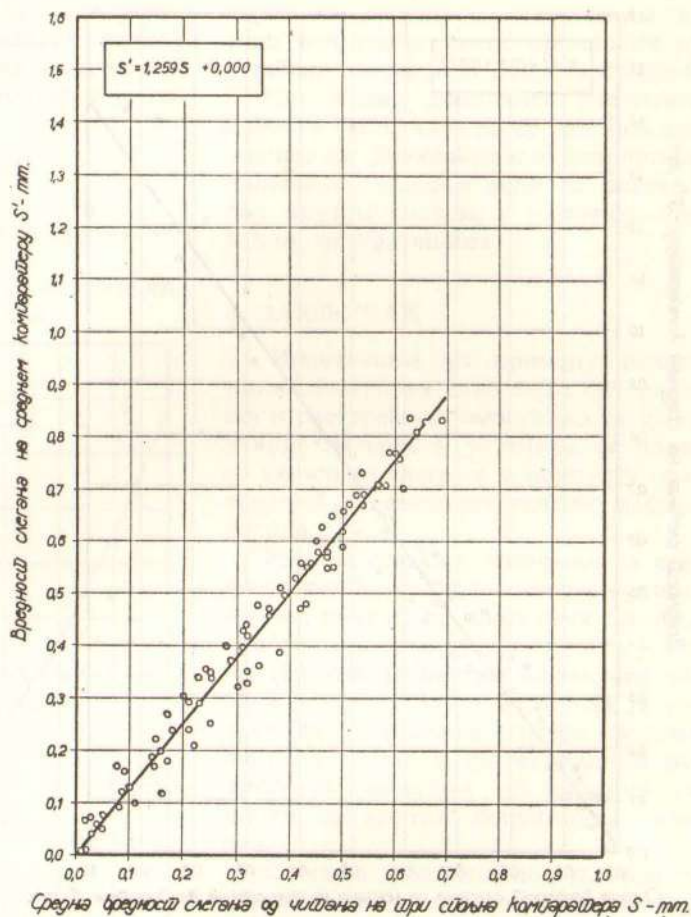
Табела 2 — Однос величине слегања измерених на средњем компаратеру (S') и просека за три спољна компаратера (S)

Ознака места	Крута плоча		Флексибилна плоча	
	Једначина $S' = A \times S + B$	r	Једначина $S' = A \times S + B$	r
1	2	3	4	5
1	$S' = 1.161 S + 0.020$	0.9963	$S' = 1.457 S - 0.001$	0.9997
2	$S' = 1.150 S - 0.012$	0.9989	$S' = 1.648 S - 0.007$	0.9988
3	$S' = 1.060 S - 0.003$	0.9990	$S' = 1.420 S - 0.012$	0.9990
4	$S' = 1.474 S - 0.002$	0.9997	$S' = 1.445 S + 0.026$	0.9939
5	$S' = 1.273 S + 0.010$	0.9979	$S' = 1.531 S - 0.026$	0.9972
10	$S' = 1.244 S + 0.009$	0.9994	$S' = 1.478 S + 0.056$	0.9885
6	$S' = 1.329 S - 0.072$	0.9946	$S' = 1.511 S + 0.026$	0.9997
7	$S' = 1.301 S + 0.005$	0.9989	$S' = 1.217 S + 0.001$	0.9990
8	$S' = 1.228 S + 0.024$	0.9972	$S' = 1.275 S + 0.077$	0.9958
9	$S' = 1.260 S + 0.041$	0.9981	$S' = 1.358 S + 0.034$	0.9973
Укупно	$S' = 1.259 S + 0.000$	0.9903	$S' = 1.440 S + 0.009$	0.9906

Табела 3 — Однос величина слегања одређених под плочама са крутом и флексибилном површином налегања

Ознака места	Једначина $S^f = A \times B^{sk} - C$	S^f за $S^k = 0$	Полупреч- ник закрив- љености	Кривина
		(мм)		
1	2	3	4	5
1	$S^f = 7.591 \times 1.083^{sk} - 7.490$	0.102	26.369	0.038
2	$S^f = 0.372 \times 5.871^{sk} - 0.341$	0.031	1.224	0.817
3	$S^f = 0.063 \times 257.233^{sk} - 0.064$	-0.001	0.324	3.082
4	$S^f = 1.558 \times 2.746^{sk} - 1.557$	0.001	3.344	0.299
5	$S^f = 0.612 \times 2.974^{sk} - 0.591$	0.020	1.998	0.500
10	$S^f = 0.824 \times 2.764^{sk} - 0.786$	0.038	2.359	0.424
6	$S^f = 0.546 \times 5.155^{sk} - 0.555$	-0.009	1.502	0.666
7	$S^f = 0.470 \times 5.206^{sk} - 0.503$	-0.034	1.401	0.714
8	$S^f = 0.963 \times 2.746^{sk} - 1.009$	-0.046	2.537	0.394
9	$S^f = 0.149 \times 16.611^{sk} - 0.126$	0.023	0.669	1.494
Укупно	$S^f = 0.290 \times 8.004^{sk} - 0.260$	0.030	1.010	0.990

Сл. 4 — Однос величине слегања при истом оптерећењу на средњем компаратеру и просека три спољна компаратера за флексибилну плочу



— Вредност коефицијента „а“ је у интервалу:

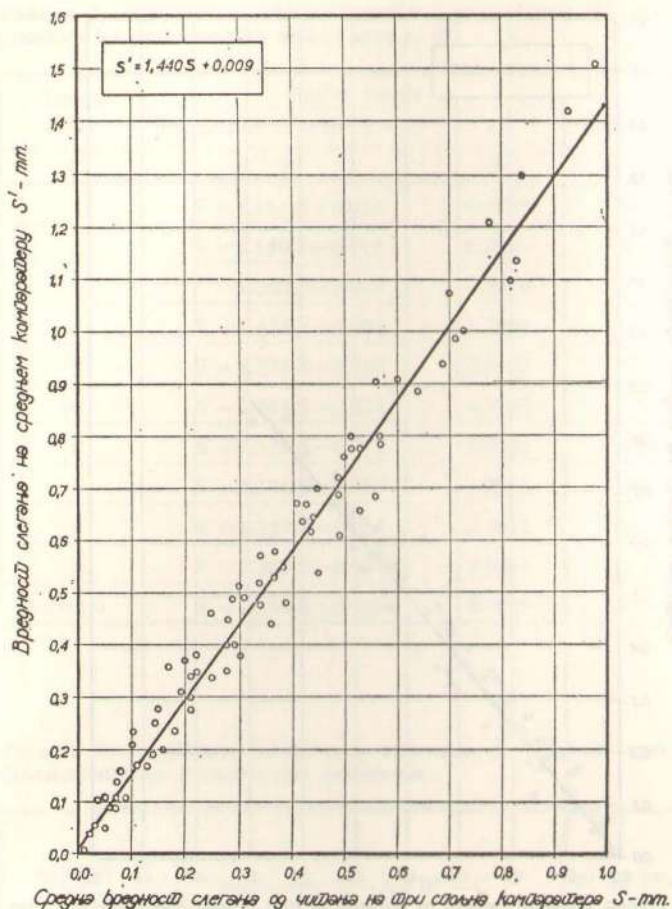
од 1,060 до 1,474 за круту плочу,
од 1,217 до 1,648 за флексибилну плочу.

Добијени резултати се разликују, у зависности од испитаног места, тако да није могуће дати један општи, а ипак довољно прецизан закључак за све коловозне конструкције јер су испитивања обављена само на једној врсти одређене структуре.

Из резултата слегања за сва испитана места, приказаних на одговарајућим дијаграмима на сликама 4 и 5, може се закључити следеће:

1. Слегања измерена средњим компаратером увек су већа од просечног слегања за три спољна компаратера, без обзира на врсту коришћене плоче.

2. Упоређењем једначина добијених за круту и флексибилну плочу може се уочити да је на свим местима, осим на месту број 7, нагиб праве за резултате одређене флексибилном плочом већи од нагиба праве за резултате одређене крутом плочом. Значи да је и слегање у средини плоче, у односу на просечно слегање измерено испод три спољна компаратера, веће на флексибилној него на крутој плочи.



Сл. 5 — Однос величине слегања при истом оптерећењу на средњем компаратеру и просека три спољна компаратера за круту плочу

3. На крутој плочи је вредност слегања на средњем компаратеру већа од просечне вредности слегања три спољна компаратера, као што показује линија регресије одређена на основу резултата испитивања на свим местима (слика 4). На основу ње се може закључити да је слегање у средини плоче за око 26% веће од слегања на њеним ивицама.

4. За флексибилну плочу добијају се слични резултати. То наводи на закључак да је, као и у претходном случају, слегање у средини плоче веће него на ивицама, да се јавља пре и да је проценат повећања променљив. За сва испитана места

износи у просеку око 45%, као што се види на дијаграму на слици 6, односно у табели 2.

4. ОДНОСИ ВЕЛИЧИНА СЛЕГАЊА ОДРЕЂЕНИХ ПОД ПЛОЧАМА СА КРУТОМ И ФЛЕКСИБИЛНОМ ПОВРШИНОМ НАЛЕГАЊА

За успостављање односа између величина слегања под плочом са крутом и флексибилном површином налегања коришћени су резултати добијени као просек три спољна компаратера, при истим величинама притисака плоче на површину коловоза.

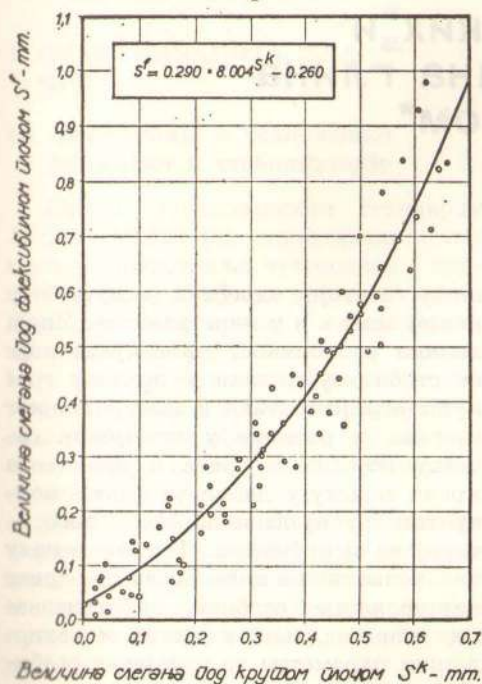
При обради података ради утврђивања испитиваног односа између величина слегања, приказаних на дијаграму на слици 6, коришћен је израз у облику:

$$S^f = A \cdot B^{S^k} - C$$

где је:

S^k — слегање плоче са крутом належаном површином,

S^f — слегање плоче са флексибилном належаном површином.



Сл. 6 — Однос величина слегања добијених као просек три спољна компаратора при истим величинама притиска за круту и флексибилну плочу

Коефицијенти А и В одређују величину закривљености линије, а израз $A-C$ даје величину одсечка на ординати са $S^k=0$. Изрази добијени за свако од испитаних места, као и

израз за резултате испитивања са свих испитаних места приказани су у табели 3 и на дијаграму на слици 6.

На основу добијених резултата може се закључити да су слегања под плочом са флексибилном површином налегања углавном већа од слегања под крутом плочом, а нарочито при већим оптерећењима.

5. ЗАКЉУЧАК

Испитивања уз примену различитих поступака наношења оптерећења и растерећења омогућила су да се утврде интервали у којима се налазе величине слегања у подручју еластичних и еластопластичних деформација.

Укупна слегања, измерена на средњем компаратеру (у центру кружне плоче), већа су од просечних слегања три спољна компаратера, постављена на 100 mm од центра плоче, без обзира на врсту плоче. При том је уочено да су разлике између слегања веће на плочи са флексибилном површином налегања од разлика на плочи са крутом површином налегања.

Слегања измерена под плочом са флексибилном површином налегања већа су од слегања под плочом са крутом површином. Добијене разлике повећавају се при повећању оптерећења.

Добијене разлике у слегањима, нарочито при мањим оптерећењима која се користе при контролним испитивањима тла и коловозних конструкција на путевима, такве су да не изискују коришћење плоче са флексибилном површином налегања треба примењивати зависно од циља постављеног при истраживањима.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Изналажење критеријума меродавног за мерење носивости коловозних конструкција. Научноистраживачки рад завршен 1970. године за потребе Савезног фонда за научни рад. Обрађивачи: Институт за испитивање материјала СР Србије, Београд (Здравко Јокић, дипл. инж.) и Институт грађевинарства Хрватске, Загреб (Твртко Шек, дипл. инж.).

Мр Бранимир БАБИЋ, дипл. инж.

Односи неких физичких и геомеханичких особина глина стабилованих кречом*

УВОД

Стабилизација тла као поступак којим се уз мањи додаток неког везива могу побољшати инжењерске карактеристике слабог тла врло је актуелна, а постаје и све интересантнија у данашње време. Природне резерве квалитетних материјала све су ређе и скупље, тако да коришћење материјала на лицу места добија знатно економско оправдање. Исправно изведена стабилизација доприноси квалитету радова, а употреба отпадних материјала и чување природних позајмишта значајни су и са становишта заштите човекове средине.

Последњих година јављају се бројни проблеми због слабе носивости тла, везани најчешће за превелику влажност, па би стабилизација тла кречом у путоградњи била врло интересантна.

Тај поступак је иначе теоретски и у пракси већ добро проверен и о

њему постоје одређена искуства у нашој земљи и у иностранству. Ипак, велика разноликост материјала који се стабилизује, како у погледу гранулометријског тако и минералшког састава, и разлике у хемијском саставу појединих врста и производа креча изискују да се за сваки конкретни случај обаве одређена лабораторијска испитивања. Тек на основу тих испитивања моћи ће да се одреде најповољније особине стабилованих машина, њихов састав и технолошки параметри за извођење стабилизације.

Испитивања која прописују стандарди појединих земаља своде се углавном на одређивање неких основних карактеристика тла и мешавина тла и креча (Проктор, чврстоћа, отпорност на воду и смрзавање), помоћу којих се могу одабрати прави материјали и мешавине. Детаљнија испитивања обављају се у оквиру студија, и то за специфичне материјале.

У овом чланку приказана је реактивација једног лабораторијског програма испитивања, којим је, поред одређивања већ уобичајених особина

* Ово је скраћени извод из истоименог магистарског рада прихваћеног на Грађевинском факултету Свеучилишта у Загребу у децембру 1975. године.

мешавина тло-креч, требало установити неке особине које се не испитују стандардно, а омогућују детаљнији увид у особине и понашање материјала.

Добијени резултати и постављени односи појединих физичких и механичких особина омогућили су више закључака и сазнања о испитаним материјалима у случају њихове обраде кречом.

1. СТАБИЛИЗАЦИЈА ТЛА КРЕЧОМ

1.1 Дефиниција и технолошки принципи и стабилизације

Према југословенском стандарду ЈУС У. Е9.026 [8], стабилизација тла кречом представља технолошки процес којим се одабране врсте тла обрађују додатком креча и воде, дајући мешавини већу стабилност и чврстоћу у саставу коловозних подлога, док је по Инглесу [10] стабилизација тла сваки поступак којима се ограничава или преовладава неко непожељно својство материјала.

Да би се добиле такве побољшане карактеристике, потребно је са основним материјалом и везивом обавити више технолошких радњи, које код путева отприлике имају следећи редослед:

- припрема основног материјала (ситњење),
- дозирање потребне количине везива,
- мешање основног материјала с везивом,
- регулисање влажности мешавине,
- сабијање,
- нега и заштита изведене стабилизације.

Ови поступци данас се изводе савременом механизацијом великог учинка и такве конструкције да је у великој мери осигурана заштита опе-

ратора од деловања креча. Постоји много типова специјалних уређаја за ситњење тла и мешање (фрезера) и механичких разастирача везива, док се сабијање обавља конвенционалним средствима — глатким и пнеуматским ваљцима или жежевима.

1.2 Механизам стабилизације тла кречом

Појаве које настају у глиновитом тлу када му се дода креч прилично су сложене — долази до одређених хемијских реакција, што се одражава у променама својства тла [4], [7], [11], [13], [15]).

За стабилизацију су најзначајније колоидне фракције тла. По дефиницији, то су честице које у воденој суспензији могу да изводе Брауново кретање, а величине су до 1 микрона. Глина је кристаличан материјал и претежно се састоји од такозваних минерала глине. Минерали глине заступљени су са два основна начина грађе — тетраедарском и октаедарском јединицом.

Те јединице састоје се од јона основних елемената или хидрооксида повезаних међусобно унутрашњим електростатичким силама. Основне јединице повезују се даље у листиће, а они се слажу у „палете“ или „сендвиче“ на разне начине, чинећи на тај начин глине различитих својстава.

Са инжењерског гледишта, постоје тако основне групе каолинита, илита и монморионита. Те глине су настале у природи од разних врста стена, у разним условима и под различитим секундарним утицајима, тако да им се особине веома разликују.

Ако се глиеном тлу дода креч (CaOH_2), долази до реакције између креча и минерала глине. Калцијум-хидроксид се разлаже на Са и ОН јоне. Долази до катјонске измене и у саставу глине укључује се калцијум. Особине тла се мењају.

Више аутора [2], [4], [5], [9] проучавало је ову реакцију. Она има веома брз ток, тако да се тлу тако рећи моментално након додавања креча повећавају обрадљивост, уградљивост, могућност збијања и почетна чврстоћа. После тога долази до дуготрајне реакције креча с минералима глине и активним силикатима, тј. до пуцоланске реакције. Силикати се разграђују и настаје постепено нова кристална фаза — калцијумови и алуминијумови хидрати, у којој се слећују зрна тла и повећава његова чврстоћа.

Из овога се види да креч није самостално везиво, као што је то, на пример, цемент него везиво настаје тек као производ реакције креча и компонената тла.

Ради тога су за стабилизацију кречом погодна једино кохезивна, пластична тла, тј. тла која садрже минералне глине способне да реагују с кречом. За стабилизацију кречом по-

годни су и крупнозрни материјали уколико садрже одређен део фракција глине.

1.4 Физичко-геомеханички ефекти и примена стабилизације

Физичко-геомеханички ефекти који је изазива креч су бројни, о чему је писано у многим радовима ([3], [4], [5], [6], [7], [11], [16], [18], [23]).

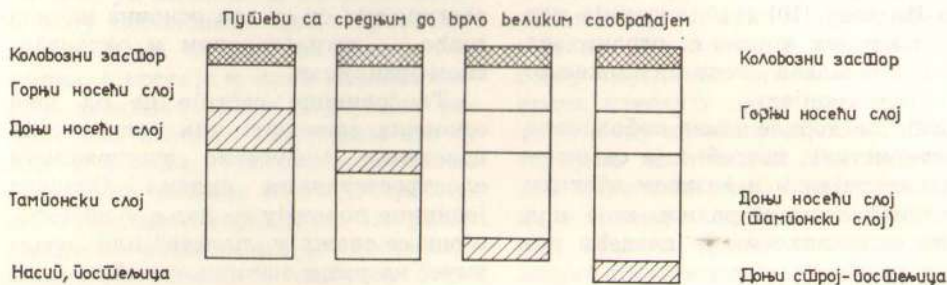
Појаве које изазива креч су, у најкраћим цртама, следеће:

— садржај воде у тлу се снижава (нарочито ако се употреби живи креч CaO);

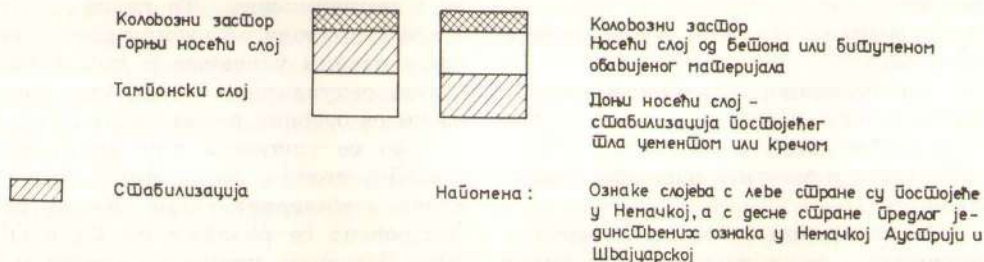
— гранулометрички састав се мења, тло добија очигледнију крупнозрну структуру;

— индекс пластичности се снижава;

— Прокторови елементи се такође мењају, оптимална влажност се повећава, а максимална запреминска тежина у сувом стању снижава



Пућеви са малим до врло малим саобраћајем



Сл. 1 — Могућности примене стабилованих материјала у коловозној конструкцији према Паулману

— једноаксијална чврстоћа и отпорност на смицање се повећавају;

— повећава се водопропустљивост;

— отпорност на смрзавање се повећава, иако је у овој врсти стабилизација проблематична.

Овако очигледни ефекти показују да се стабилизацијом добија сасвим другачији материјал него што је то било првобитно тло, што омогућује да се укључи у састав конструкције пута. У ком ће се елементу и на ком нивоу предвидети — зависи од механичких својстава стабилизованог материјала.

Паулман (слика 1) је приказао могућност примене стабилизације (разних врста) у коловозним конструкцијама путева, из којег се види где се све она може примењивати.

Свакако да при том треба пазити на врсту материјала. У постељници и у нижим слојевима задовољавају стабилизоване глине, док би у вишим слојевима требало тежити примени гранулираних материјала који садрже глиновите фракције, јер они могу да дају боље механичке особине, које се у таквим случајевима и траже.

Као критеријум за вредновање стабилизације кречом најчешће се узима једноаксијална чврстоћа. Наш стандард [15] за носиве слојеве тражи чврстоћу након 7 дана од најмање 7 kp/cm^2 . За постељницу су уобичајене вредности 4 kp/cm^2 .

Количине креча за стабилизацију износе обично од 1 до 10%, при чему се са 1 до 3% креча може постићи само одређено побољшање тла, са већим додацима и прави стабилизациони ефекти.

2. РЕЗУЛТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИХ ИСПИТИВАЊА

Планирана испитивања обављена су у Институту грађевинарства Хрватске, са три глиновита материјала

различитих геомеханичких и минералошких својстава. Могу се свести у следеће основне групе:

— испитивање утицаја енергије сабијања на свеже мешавине глине и креча и на једноаксијалну чврстоћу сабијених мешавина одређене старости;

— испитивање калифорнијског индекса носивости CBR и једноаксијалне чврстоће на идентичним епруветама ради одређивања њихове корелације;

— испитивање уобичајених — стандардних карактеристика стабилизација (границе конзистенције, гранулометријски састав, Проктор, отпорност на смрзавање и др.) ради њиховог међусобног упоређења код одабраних материјала.

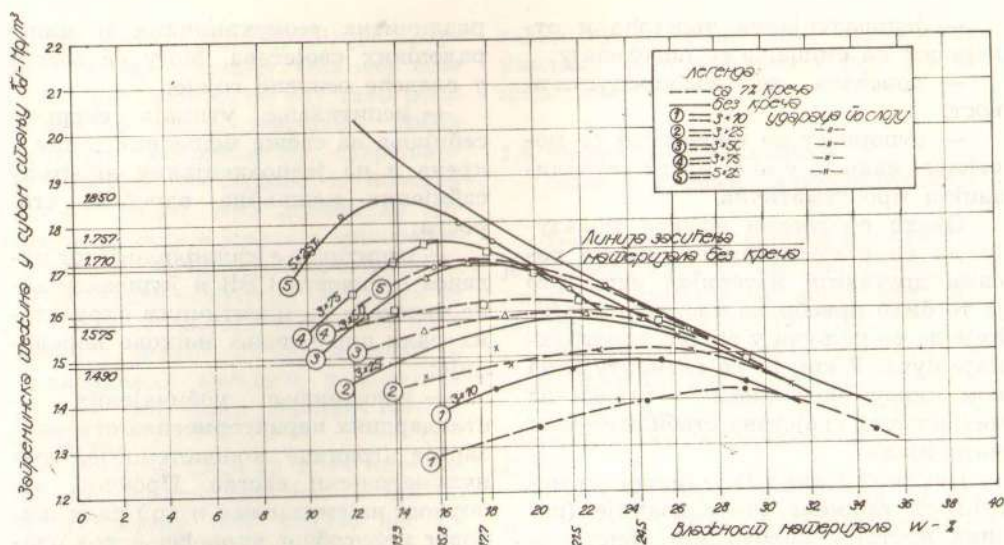
Геомеханичке особине и доминантне минералошке компоненте глина приказане су у табели 1. Види се да се ради о једној врсти глине средње пластичности (лабораторијска ознака Gm 2127), једној врсти глине високе пластичности (Gm 23) и једној врло високе пластичности (Gm 234). Прве две врсте глине састоје се претежно од серицита, илита и кварца, а последња од монморионита.

У испитивањима је употребљен хидратисани креч из фабрике у Кутини, који је по свим карактеристикама одговарао југословенском стандарду ЈУС Б.Ц8.040.

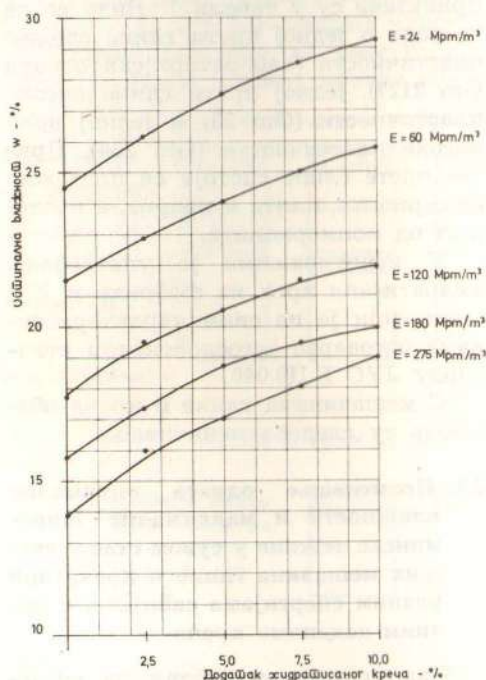
С мешавинама глине и креча обављена су следећа испитивања:

2.1. Испитивање односа оптималне влажности и максималне запреминске тежине у сувом стању свежих мешавина глине и креча при разним енергијама сабијања и разним додацима креча

Ова испитивања обављена су по Прокторовом поступку с разним бројем удараца аутоматског набијача, тако да је енергија износила 24, 60, 120, 180 и 275 Mpm/m^3 , тј. од енергије ма-



Сл. 2 — Прокторове линије глина Gm 23 са разним енергијама збијања без креча и са 7,5% креча



Сл. 3 — Однос оптималне влажности и количине креча при разним енергијама збијања за високопластичну глину Gm 23

ње од оне по стандардном Прокторовом поступку до модификованог Прокторовог поступка ради утврђивања промене оптималне влажности и максималне запреминске тежине у сувом стању при променама енергије и процента додатног креча.

Резултати су показали следеће:

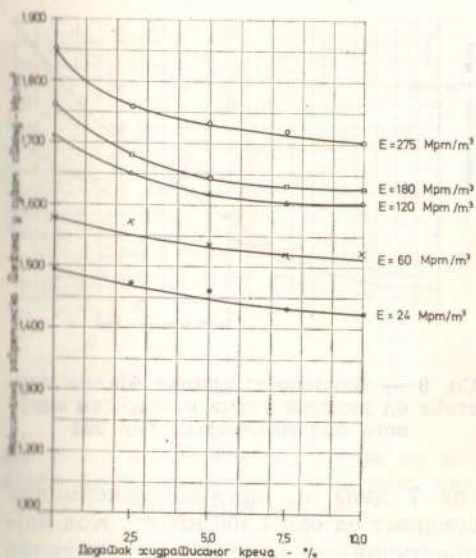
— Додатком креча мења се облик Прокторових линија (пример на слици 2), које постају блаже.

— Оптимална влажност расте с повећањем креча, а смањује се с повећањем енергије сабијања (пример на слици 3).

— Максимална запреминска тежина у сувом стању се, повећањем додатка креча, углавном смањује (пример на слици 4), а расте ако се примени већа енергија сабијања.

2.2 Испитивање односа једнооксијалне чврстоће и енергије сабијања код сабијених мешавина одређене старости

Као што се види из тачке 2.1, енергија сабијања повољно утиче на по-



Сл. 4 — Однос максималне запреминске тежине у сувом стању и додатка креча при разним енергијама збијања за материјал Gm 23

већање запреминске тежине мешавина глине и креча. Додатком креча запреминска тежина се при истој енергији смањује.

Запреминска тежина овде међутим нема исто значење као кад је у питању чист глиновити материјал. Мања запреминска тежина при стабилизацији није недостатак јер се овде чврстоћа и стабилност материјала јављају као последица пуцоланских реакција и појаве везивања, а не елиминације порозности — као у случају материјала без везива.

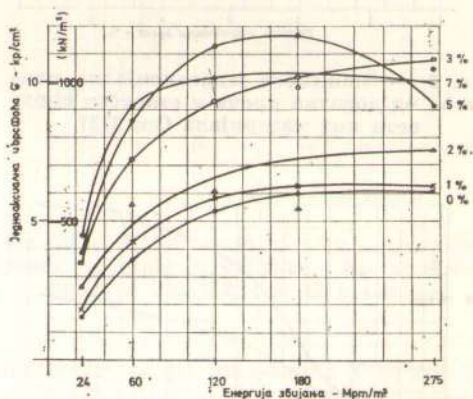
Зато је и планирана ова група испитивања како би се установило која је енергија најповољнија за постизање максималне једноаксијалне чврстоће.

У овим испитивањима влажност мешавина је за сваки проценат креча била константна и одговарала је оптималној по стандардном Прокторовом поступку.

Епрувете за испитивање израђене су у калупу ϕ 10 cm, висине 11,60 cm,

уз збијање аутоматским набијачем, које су пре испитивања стајале 7 дана у влажном простору на температури од 20°C до $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

На основу резултата са дијаграма (пример на слици 5) установљено је да код све три врсте глине повећањем енергије једноаксијална чврстоћа најпре расте брже, а затим се пораст смањује, па чак може да дође и до пада чврстоће.

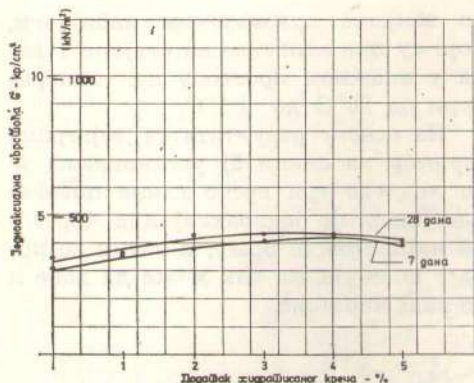


Сл. 5 — однос једноаксијалне чврстоће и енергије збијања при разним додацима креча материјала Gm 23

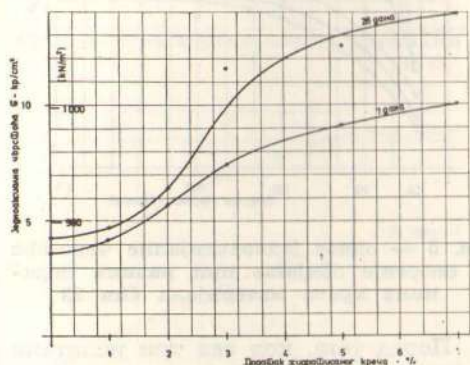
Поред тога, код сва три испитана материјала после збијања са енергијом од 180 Mpm/m³ чврстоћа се само незнатно повећава или опада. Ради тога се та вредност енергије у испитаним случајевима може сматрати у неколико оптималном.

2.3. Испитивање односа једноаксијалне чврстоће и процента креча код стабилованих мешавина разне старости

И ова испитивања су обављена на епруветама ϕ 10 cm, висине 11,68 cm, припремљеним са стандардном енергијом сабијања по Прокторовом поступку, уз одговарајуће влажности оптималне за сваки додатак



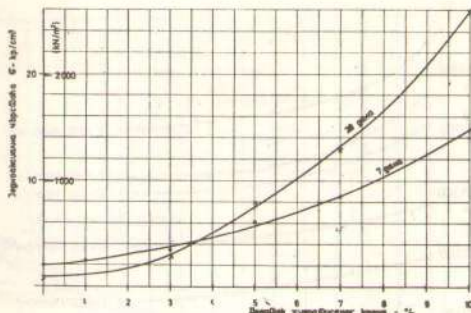
Сл. 6 — Зависност једноосијалне чврстоће од додатка креча и старости епрувета код материјала Gm 2127



Сл. 7 — Зависност једноосијалне чврстоће од додатка креча и старости епрувета код материјала Gm 23

креча. Епрувете су испитане после 7. односно 28 дана стајања у лабораторијским условима. Резултати су приказани у дијаграмима на слици 6, 7 и 8.

Види се да средња пластична глина (Gm 2127) доста слабо реагује с кречом. Чврстоћа после 28 дана није много већа од чврстоће после 7 дана, а ни по апсолутној величини није нарочито велика (око 400 kN/m²). Глина високе пластичности (Gm 23) добро реагује. Код ње је чврстоћа после 28 дана знатно већа од чврстоће по-



Сл. 8 — Зависност једноосијалне чврстоће од додатка креча и старости епрувета код материјала Gm 234

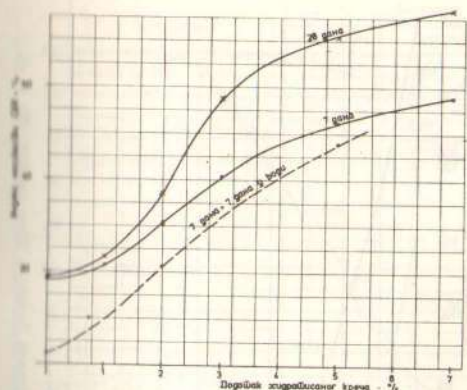
сле 7 дана и достиже максималну вредност од око 1.400 kN/m². Код најпластичније — врло високо пластичне глине (Gm 234) констатована је још већа реактивност, тако да је максимална чврстоћа после 28 дана износила око 2.600 kN/m².

2.4. Испитивање односа CBR и процента креча стабилованих материјала разне старости

Ова испитивања изведена су на епруветама истим као у претходној тачки.

Показало се да с повећањем додатка креча расте и CBR слично као једноосијална чврстоћа (пример на слици 9).

У овом испитивању уведен је и један додатни третман епрувета — после 7 дана нормалне неге епрувете су још 7 дана потапане у воду и после тога је испитан индекс CBR. Установљено је да креч врло повољно утиче на индекс CBR узорака, који су били у додиру с водом. Од врло малих величина на узорцима без креча (CBR = 0 до 4%), индекс носивости CBR узорака са кречом попео се до прилично великих вредности (CBR = 20 до 40%).



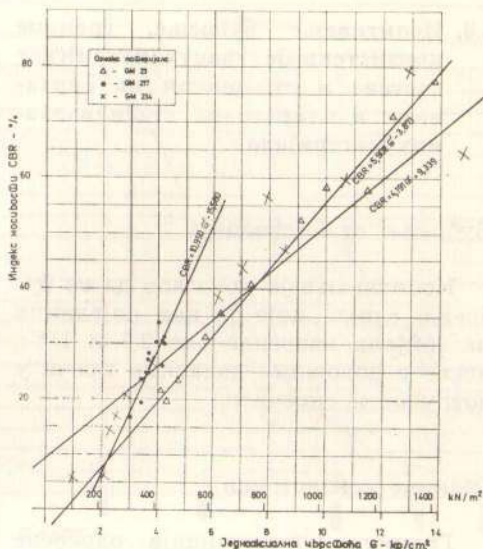
Сл. 9 — Зависност индекса CBR од додатка креча и третмана епрувета код материјала Gm 23

2.5. Одређивање корелације између једноаксијалне чврстоће и индекса CBR

С обзиром да су једноаксијална чврстоћа σ и индекс CBR одређивани на истоветним епруветама, било је могуће — из парова вредности — одредити статистичке законитости и корелације тих величина за поједине материјале и све материјале заједно.

Постојање добрих корелативних веза најавила је већ сличност линија чврстоћа $\sigma/\%$ креча с линијама CBR/ $\%$ креча, а то је потврђено и статистичком анализом.

Резултати су статистички обрађени помоћу електронског рачунара (CYBER 70, фирме CDC) применом статистичког програма STATJOB. До-



Сл. 10 — Корелација између једноаксијалне чврстоће и индекса CBR код материјала Gm 212, Gm 23 и Gm 234

бивене су регресије облика $Y = Ax + B$ (правци) и коефицијенти корелације $r = 0,864$ до $0,992$, што је врло добро.

Једначине линеарне регресије и коефицијенти корелације дати су у табели 2, а резултати испитивања и линије регресије нанесени на дијаграму на слици 10.

Добијене једначине линије регресије вреде свакако само за испитане материјале. За постављање општеважећих зависности требало би располагати с више података и на томе се ради.

Табела 2.

Материјал	Једначине линија регресије облика $Y = Ax + b$	Коефицијент корелације
Gm 2127	$CBR = 10,950 \sigma - 15,560$	0,864
Gm 23	$CBR = 5,902 \sigma - 3,871$	0,992
Gm 234	$CBR = 4,191 \sigma - 9,339$	0,962
Заједно	$CBR = 4,425 \sigma - 8,201$	0,960

2.6. Испитивање бубрења, границе конзистенције гранулометријског састава и отпорности на смрзавање и одмрзавање стабилизова-них материјала

Бубрење стабилизација

Испитивање је показало да се бубрење глина, које је код појединих материјала износило око 2,5 и 15%, могло с довољним додацима креча у потпуности спречити.

Границе конзистенције

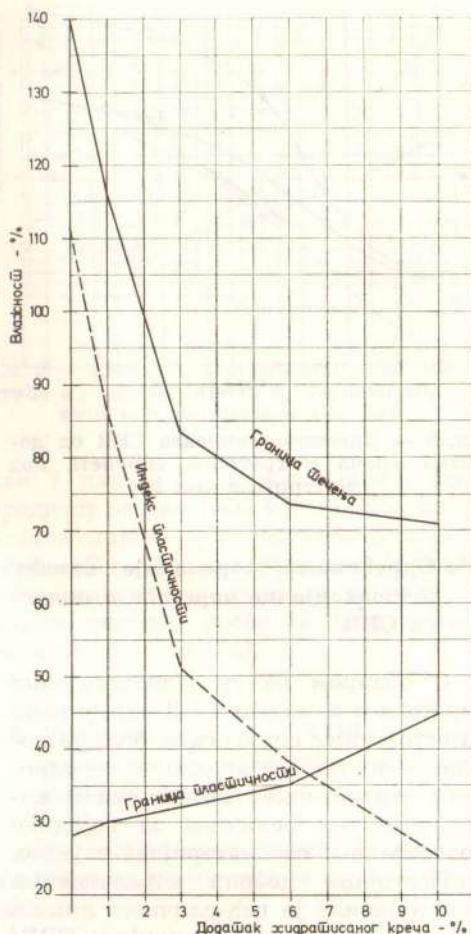
Границе конзистенције одређене су на материјалу из епрувета, после испитивања једнооксијалне чврстоће (старост 7 дана). Резултати су показали да се додатком креча индекс пластичности смањује и да је највеће смањење код најпластичније глине (слика 11).

Гранулометријски састав

Гранулометријски састав одређен је методом мокрог сејања, што је омогућило добијање дела линија гранулометријског састава до 0,06 mm. Ситније честице нису се могле одредити јер због утицаја креча ареометрирање не даје одговарајуће резултате.

Добијени подаци ипак показују да с додатком креча глине постају јаче крупнозрне, нашта утичу проценат креча и старост мешавине (пример на слици 12).

Ако се на основу граница конзистенције стабилизованог материјала старости 7 дана начини класификација по пластичности, произилази да је материјал добио пластичне карактеристике које одговарају прашинама.

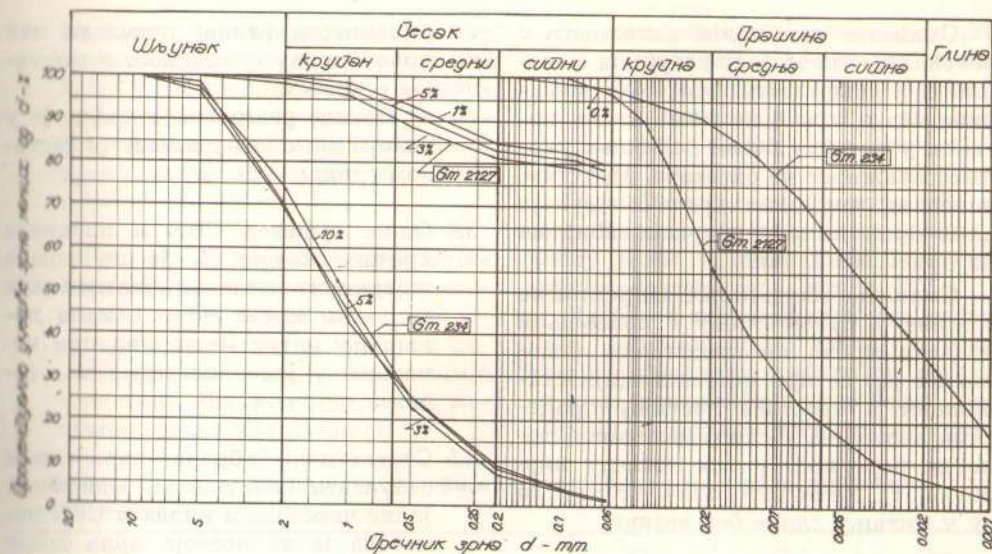


Сл. 11 — Промена граница конзистенције и индекса пластичности у зависности од додатка креча код материјала Gm 234 (после 7 дана)

Испитивање на утицај смрзавања и одмрзавања.

Изведено је само неколико опита смрзавања — одмрзавања, али су ипак добијени доста индикативни резултати.

У недостатку прописа о испитивању кречом стабилизованог материјала примењен је стандардни начин који се користи за испитивање цементних стабилизација [7]. Поступак се састо-



Сл. 12 — Утицај процента додатног креча на гранулометријски састав материјала Gm 2127 (после 1 часа) и Gm 234 (после 7 дана)

ји из 14 циклуса смрзавања до -15°C и одмрзавања уз истовремено упијање воде. Оцена се добија мерењем губитка тежине и смањења једнооксијалне чврстоће после завршених циклуса.

Епрувете за испитивање израђене су од мешавина које су давале чврстоћу од најмање 400 kN/m^2 .

Испитане су епрувете старости 7 и 28 дана.

Испитане епрувете су показале прилично слабу отпорност на примењени режим испитавања, па су појава на њима праћене само визуелно.

Стабилизоване мешавине од глинe средње пластичности издржале су свега 1 до 2 циклуса; оне од високопластичне глинe 5 до 6 циклуса (до појаве врло јаких пукотина), а стабилизоване мешавине од врло високопластичне глинe и свих 14 циклуса с мањим пукотинама.

Показало се да су отпорније стабилизације пластичних глинa и стабилизације које су имале већу старост (28 дана).

3. ЗАКЉУЧЦИ

На основу изведених испитивања и њихове анализе донети су неки општи закључци, а покушало се и са приказивањем могућих последица појединих појава на праксу.

3.1 Из резултата испитивања свежих мешавина од глинe и креча збијених с разним енергијама, може се закључити следеће:

— облик Прокторових линија постаје блажи; то је врло повољна особина јер материјал на тај начин постаје мање осетљив на варијације влажности при уграђивању;

— оптимална влажност стабилизованог материјала расте с повећањем количине додатог креча, а смањује се ако се енергија повећава.

Повећање оптималне влажности, које омогућава креч, је такође врло позитивна особина јер се тиме омогућава успешно уграђивање влажнијег материјала.

Смањење оптималне влажности с повећањем енергије показује да се већим сабијањем (ваљањем) неке мешавине тла и креча не може много постићи у погледу бољег сабијања уколико влажност не одговара. Међутим, повећана количина креча омогућује да се примени већа енергија сабијања на правилан начин.

Смањење максималне запреминске тежине у сувом стању с повећањем додатка креча не представља недостатак јер се при стабилизацији стабилност и чврстоћа постижу процесима везивања у самој мешавини, тако да порозност у том погледу није битна, тј. нема исто значење као да су у питању глине без везива.

3.2 Из добијених односа једноаксијалне чврстоће и енергије сабијања може се закључити следеће:

— енергија сабијања по стандардном Прокторовом поступку (60 Mpm/m^3) није довољна за постизање максималне чврстоће мешавина глине и креча, док је енергија по модификованом Прокторовом поступку непотребна велика, а у неким случајевима може да буде чак и штетна. Најповољнија енергија збијања за готово све случајеве износила је око 180 Mpm/m^3 .

С обзиром да се ради о лабораторијском испитивању, овакво понашање требало би проверити и у пракси. Сабијање енергијом 180 Mpm/m^3 при грађењу може се, коришћењем савремене механизације, остварити без потешкоћа.

3.3 На основу добијених односа једноаксијалне чврстоће и процента креча може се закључити да је глина средње пластичности ($G_m 2127$) показала малу реактивност с кречом, док су остале две високопластичне глине, а посебно врло високопластична монтмо-

рилонитска глина, показала чак врло високу способност реаговања с кречом.

Овакво реаговање свакако је у уској вези с минералошким саставом глине.

3.4 Однос индекса CBR и процента креча показује да је понашање појединих глина стабилованих додатком креча врло слично понашању истих мешавина при испитивању једноаксијалне чврстоће.

3.5 Статистичка обрада паралелних резултата испитивања једноаксијалне чврстоће и индекса CBR показала је да постоје врло добре корелације облика $y = Ax + B$ с коефицијентима корелације $r = 0,864$ до $0,992$.

Добијене корелације вреде свакако само за испитане материјале. За добијање општијих зависности требало би наставити с испитивањем на више материјала, тј. располагати са више података.

3.6 У погледу општих геомеханичких карактеристика — гранулометријског састава и граница конзистенције утврђено је подударно понашање које су установили поједини аутори, а које је наведено у тачки 1 овог чланка.

Очигледно су такође и знатне међусобне разлике код појединих материјала. Код пластичнијих глина, као што је уочено, одигравају се веће промене.

3.7 Обим испитивања кречом стабилованих глина на утицај циклуса смрзавања — одмрзавања и воде био је у овом раду мали, али су ипак добијени неки јасни индикативни резултати.

Тако се може закључити да креч у великој мери повећава от-

порност глина према води јер додатком креча расте вредност индекса CBR, од готово нуле до прилично великих вредности, а бубререње се довољном количином креча може спречити у потпуности.

У погледу смрзавања све испитане мешавине (осим донекле најпластичније глине) показале су се као недовољно отпорне на режим прописан за стабилизације цементом. Но, код појединих мешавина ипак има разлика:

- отпорније на смрзавање су стабилизације пластичних глина;
- отпорније на смрзавање су и стабилизације које су пре смрзавања имале већу старост.

Зато би се могло препоручити да се стабилизација кречом не изводи у касну јесен, кратко време пре спуштања температура испод 0°C.

Да би се постигла потпуна отпорност стабилизације глина кречом према смрзавању, требало би додавати неке (пуцоланске) додатке уз креч, што би се морало посебно проучити.

Табела 1 — Карактеристике материјала коришћених за израду мешавина са кречом

Карактеристике испитаних материјала	Gm 2127	Gm 23	Gm 234
Граница течења (%)	36,7	54,7	139,2
Граница пластичности (%)	18,9	19,7	27,8
Индекс пластичности (%)	17,8	35,0	111,4
Садржај честице < 0,02 mm (%)	56,5	75,5	90,0
Садржај честице < 0,06 mm (%)	96,1	94,7	97,0
Максимална запреминска тежина у сувом стању по стандардном Прокторовом поступку (Mr/m) ³	1,726	1,575	1,267
Оптимална влажност (%)	17,5	21,5	31,4
Специфична тежина (p/cm ³)	2,75	2,67	2,43
Процент органских састојака одређен помоћу H ₂ O ₂	0,4	0,0	6,4
Доминантна минералозна компонента	серицит или кварц	серицит или кварц	монторионит
pH	7,6	7,3	8,6
Класификација по А. Казаграндеу	CI	CH	CH
А-класификација	A-6	A-7	A-7

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Aichorn, W.: 12 Jahre Erfahrung bei Bodenstabilisierungen. Strassen und Tiefbau, 14(6) 436(1960).
- [2] Бабић, Б.: Испитивање могућности стабилизације превише влажног глиненог материјала. Зборник радова IGН, Загреб 1974, стр. 171
- [3] Бабић, Б. и Загорец, М.: Нека испитивања ради решавања водопрпусности и дна компензационог басена „Попово поље“. Зборник радова IGН, Загреб 1974, стр. 312
- [4] Brand, W.: Probleme bei der Verwendung schluffiger und toniger böden als Baustoff im Erd-und Strassenbau. Zement — Kalk — Gips, 16 (6), 237 (1973)

- [5] Dumbleton, M. J.: Lime-Stabilised Soil for Road Construction in Great Britain. Roads and Road Construction, 40 (479), 321 (1926)
- [6] Извештај Комисије VI ATR, FG и VSS, Bodenstabilisierung mit Kalk. Strasse und Autobahn (24 (7), 311 1973)
- [7] ЈУС У. Е9.024: Носећи слојеви подлоге за путеве од цементом стабилизovanог тла
- [8] ЈУС У.Е9.026: Носећи слојеви подлога за путеве од кречом стабилизованог тла (1970)
- [9] Kuonen, V. i Hirt, R.: Forschungsergebnisse über die Wirkungsweise des Kalkes in der Boderstabilisierung. Strasse und Verkehr 52, (11), 567 (1966)
- [10] McDowell, C.: Stabilisation of Soils with Lime, Lime-Flyash and Other Lime Reactive Materials. Highway Research Board, Bull. 231, 60 (1959)
- [11] O'Flaherty, C. A.: Highways Vol. 2 Highway Engineering. Edward Arnold (1974)
- [12] Paulmann, G.: Bodenverfestigungen im Entwurf der TVT aus der Sicht neuerer Erfahrungen. Strassenbau-Technik 22 (4), 164 (1969)
- [13] Pauhmann, G.: Untersuchungsverfahren bei Eignungsprüfungen für Bodenverfestigung mit Bindemitteln, Strassenbau-Technik 17 (212), 885 (1964)
- [14] Schluttig, H.: Anwendung der Kalkstabilisierung im Standambau, Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Dresden 14 (4), 921 (1965)
- [15] Жмавц, Ј.: Приручник за стабилизирање материјалов, Завод за разискаво материјала ин конструкциј, Љубљана

Велимир НОВАКОВИЋ, дипл. инж.

Изградња прве етапе ауто-пута од Зенице до Сарајева

1. УВОД

У послератном периоду од 1968. године у СР Босни и Херцеговини обим модернизације и изградње путне мреже био је релативно мали. Тако је 1959. године од укупно 5.172 km путева са савременим коловозом било 8,20%, а 1968. године од укупно 5732 km путева 22,54%.

Наглом развоју моторизације и општег привредног раста овакав квалитет саобраћајница није могао да удовољи, па се приступило великој и веома значајној акцији — остварењу програма реконструкције и модернизације путне мреже. Када је он реализован крајем 1965. године, било је 6.321 km путева, од чега са савременим коловозом 3.993 km или 63,17%.

Паралелно са остварењем овог програма грађена је и прва етапа ауто-пута од Зенице до Сарајева, иако делимично финансирана из Програма (средстава за планирани пут од Лашве до Какња). Остали извори средстава одређени су конструкцијом финансирања по Закону који је усвојила Скупштина СР Босне и Херцеговине. Знатан део средстава дала је

Међународна банка за обнову и развој (IV зајам за путеве), чији је проценат учешћа смањиван са порастом трошкова грађења.

Ова најмодернија саобраћајница у Босни и Херцеговини део је путног правца долином реке Босне, који припада европском путу Е-73, а повезује средњу Европу и средишни део наше земље са Јадранским морем. Делови овог путног правца у Босни и Херцеговини реконструисани су у току реализације Програма (од 1968. до 1975. године), и то уз већи обим и доградње, тако да су поједини потези могли бити искоришћени при изградњи ауто-пута долином Босне, уз одговарајуће доградње. Нарочито су значајни радови на потезу Добој—Зеница, а посебно изградња три тунела са припадајућом трасом пута: „Караула“ код Жепча, дужине 580 m, и два тунела у „Врандуку“, дужине 1.057 и 419 m, којима је траса знатно скраћена а елементи побољшани (нарочито уздужни профил). Када се овај путни правац реконструира у целини (обилазак око Маглаја и довршење краћег прекида код Модрича), то ће бити окосница друмског саобраћаја

наше републике за правац север — југ због повољних елемената долиנסке трасе, а нарочито уздужног нагиба, што је битно за саобраћај у зимским условима.

Ауто-пут од Зенице до Сарајева (прва етапа), дужине основне трасе 65,17 км, је најмодернији део овог путног правца и повезује два највећа индустријска центра наше републике, а такође и цели индустријски басен између њих (Какањ, Високо, Вареш, Бреза, Илијаш и Вогошћа). Његовом изградњом је ово подручје добило могућности већег и бржег развоја, што постојећи пут није могао да удовољи због неповезаности путева, малих ширина коловоза, лоших елемената, прелаза преко пруге у нивоу и др. (слика 1).

Реконструкцијом прикључног пута Лашва — Каоник, са укључењем на петљу у Лашви, повезани су западни делови Републике са саобраћајницом у долини Босне. Ова реконструкција је саставни део изградње прве етапе ауто-пута.

Изградњом нове саобраћајнице смањено је растојање између Зенице и Сарајева за 13 км. Међутим, смањење времена путовања је знатно веће и износи око 50 минута, јер је разлика у квалитету између нове и постојећих саобраћајница велика. Највеће смањење времена путовања постигнуто је на релацији Зеница — Какањ (око пет пута), док је раздаљина са 78 km смањена на свега 28 km.

2. ИНВЕСТИЦИОНО-ТЕХНИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА

Претходну инвестиционо-економску документацију радило је више организација, а идејне и главне пројекте трасе следеће пројектантске организације:



Сл. 1 — Мреже путева између Зенице и Сарајева са новим ауто-путом

— Пројектни завод „Траса“ (сада Институт за путеве Београд) — за деоницу Зеница — Лашва, дужине 9,5 km;

— Пројектни завод „Трасер“, Сарајево — за деонице Лашва — Мошћаница, Мошћаница — Бањевац, Високо — Илијаш и Илијаш — Јошаница, укупне дужине 40,21 km, и за реконструкцију пута Лашва — Каоник, дужине 5,3 km;

— Пројектантско предузеће „Пројект“, Сарајево — за деоницу Бањевац — Високо, дужине 15,46 km.

Идејне пројекте већих објеката (отвора преко 10 m израдила је „Траса“ за своју деоницу, а за остале деонице „Трасер“. Главне пројекте за све деонице израдио је „Трасер“, осим за деоницу Бањевац — Високо (радио је Пројектни биро Грађевинског предузећа „Партизански пут“) и за подвожњак у Лашви (израдио је Завод за истраживање, пројектовање и инжењеринг и саобраћај, Сарајево).

Саобраћајне пројекте за све деонице израдио је ИПС (Завод за истраживање, пројектовање и инжењеринг у саобраћају, Сарајево).

Пројекте биолошке заштите израдио је Предузеће „Парк“, Сарајево.

3. ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ ТРАСЕ

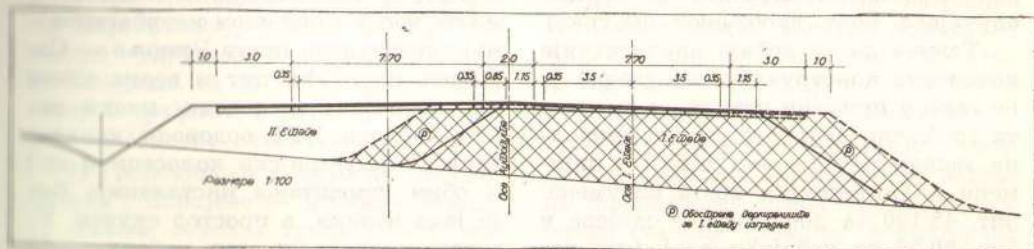
Пројектовање је обављено према стандардним елементима за ауто-путеве (рачунска брзина од 120 km/ч, и то идејни пројекти за комплетан

ауто-пут, главни пројекат за прву етапу. Минимални полупречник хоризонталних кривина је 600 m, а изузетно су примењена и четири мања ($R=450$ m), што не значи погоршавање услова саобраћаја с обзиром на тежњу ограничавања брзина.

Минимални полупречник вертикалних кривина је 15.000 m, а изузетно и 10.000 m. Како је траса положена у целини терасом реке Босне, подужни нагиби су релативно мали и износе до 2‰, а изузетно (само један потез од 450 m) има нагиб 3‰ (рампа на објекту испред Какња). При пројектовању попречног профила прве етапе ширина планума била је 13,4 m. Инвеститор је у току грађења смањио ширину ради финансијских уштеда (избацивањем траке за заустављање возила са једне стране и смањивањем ширине банке-половина зеленог појаса са друге стране), и то као привремено решење које треба надокнадити при изградњи комплетног ауто-пута. За узврат су изведена паркиралишта са обе стране, али су на тај начин ипак погоршани возни и сигурносни услови саобраћаја (слика 2).

Обезбеђена је прегледност за зауставни пут од 240 m, односно за дужину прегледности од 400 m, што је изискивало додатно проширење усека и засека, али је тиме повећана безбедност.

Сва укрштања са локалним путевима и железничким пругама и прик-



Сл. 2 — Карактеристични попречни профили ауто-пута Зеница—Сарајево

ључцима (осим једног) изведени су у два нивоа.

4. КОЛОВОЗНА КОНСТРУКЦИЈА

У току грађења измењена је делимично коловозна конструкција, па је изведена у следећим димензијама:

— тампонски слој	
дебљине	30 до 70 cm,
— носећи слојеви	
од битуменом	
обавијеног агрегата	14 cm,
— хабајући слој од	
битуменом обави-	
јеног еруптивног	
агрегата	4 cm.

Конструкција је прилично једноставна и нема све елементе — недостају везни слој и слојеви стабилизације.

Тампонски слој је изведен на око половини дужине од дробљеног материјала кречњачког порекла, а остали део трасе је од просејаног шљунковитог материјала из реке Босне, коме је додавано 30% предробљеног шљунка (од крупних фракција које преостају при просејавању), који се не може сматрати дробљеним агрегатом, јер му је већи део површине заобљен.

Код носећих слојева овај однос је повољнији у корист дробљених материјала јер је више од половине деонице изведено са дробљеним агрегатом а и остатак је имао најмање 30% дробљеног агрегата (у већини случајева опет дробљеног шљунка).

Тежња да се добије квалитетнија коловозна конструкција очигледна је не само у примени што већег процента дробљеног агрегата уместо природне мешавине шљунка већ и у примени квалитетнијих врста битумена: бит. 45/120 за доње носеће слојеве и бит. 50/75 за хабајући слој, што до сада није практиковано. Изузетно је

други носећи слој рађен са бит. 40/200, али на мањим потезима трасе, и то само уколико су рађени двослојно (II и III носећи слој).

Асфалтни слојеви уграђивани су без уздужног споја, са једним финишером ширине 8 m, или са два финишера у паралелном ходу, са највећим међусобним размаком од 20 m. Финишери су обавезно имали електронско вођење. Носећи слој рађен је на скоро две трећине дужине деонице, двослојно (2 x 7 cm), а на осталом делу једнослојно (у једном слоју).

Асфалтна маса произвођена је у пет асфалтних постројења, и то у три капацитета 60 тона на час, једном 110 и једном 160 тона на час, док су стварни радни капацитети били мањи, у зависности од временских услова, влажности агрегата, могућности уграђивања и сл. Капацитети за уграђивање (финишери и ваљци) углавном су били већи од капацитета производње и транспорта.

5. ПРЕТХОДНИ ИНВЕСТИТОРСКИ РАДОВИ

Инвеститор је имао врло великих проблема у вези са експропријацијом некретнина и измештањем разних инсталација због великог обима ових послова, неусклађености ставова свих учесника и паралелног извођења ових радова са процесом грађења. С обзиром да се појас ауто-пута налази у релативно уској долини реке Босне, у којој су смештени јака индустрија, многа насеља (већином неурбанизована), железничка пруга Врпоље — Сарајево, постојећи пут и веома много инсталација (далеководи, ниски напон, каблови, ПТТ, водоводи, канализације, индустријски колосеци и др.) и обим измештања инсталација био је јако велики, а простор скучен. Уговорена вредност ових радова, са 25 разних извођача, премашила је

45,000.000 динара, док су трошкови експропријације некретнина прешли 130,000.000 динара. Из појаса грађења уклоњено је преко 260 домаћинстава, са око 750 објеката, што је био врло специфичан посао јер је поред новчане накнаде требало обезбедити локације, извршен број нових станова (у градовима), привремени смештај и сл. Овако велики број објеката за рушење последица је непостојања просторног плана, јер је скоро половина објекта изграђена је у периоду од 1960. до 1968. године, а многи и после тога, када је већ била одређена траса ауто-пута.

Треба напоменути да је измештање инсталација изведено за комплетан ауто-пут, а експропријација некретнина делом само за прву етапу (око 34 km), а делом и за комплетан ауто-пут (око 31 km). Ови трошкови били су врло високи и износе око 31% досадашњих трошкова грађења, па се може констатовати да за овај обим послова и велике потешкоће које су проузроковали власници инвеститор, Скупштина општине и одговарајући судски органи нису предузели одговарајуће мере, тако да је експропријација некретнина била основна преокупација инвеститора.

6. ИЗВОЂАЧКЕ ОРГАНИЗАЦИЈЕ

На међународној претквалификацији учествовало је више домаћих и пет страних понуђача, а на лицитацији три групације домаћих извођача. Најповољнију понуду дало је Пословно удружење „Југославијапут“ из Београда, са којим је склопљен уговор о грађењу, а посао је распоређен на следеће извођаче:

1) Грађевинско предузеће „Босна-путеви“, Сарајево — деоница Зеница — Лашва, основна траса 9,6 km, измештени путеви (градске улице) 1,81 km, три велика објекта, саобра-

ћајна петља у Зеници (без објеката) и прикључни пут 0,58 km, са раскршћем, као и корекција реке Босне на дужини од 1.411 m;

2) Грађевинско предузеће „Планум“, Земун — деоница Лашва — Мошћаница, основна траса 12,15 km, четири велика објекта, саобраћајна петља у Лашви са прикључним путем и реконструкција прикључног пута Лашва — Каоник, дужине 5,30 km;

3) Грађевинско предузеће „Партизански пут“, Београд — деонице Мошћаница — Бањевац и Бањевац — Високо, основна траса 26,02 km, измештени категорисани путеви 6,34 km, саобраћајне петље у Какњу и Високом са прикључним путевима 2,03 km и раскршћима, 16 великих објеката, корекције реке Босне на дужини од 750 m и Радовске реке на дужини од 620 m;

4) Грађевинско предузеће „Ауто-пут“, Београд — деоница Високо — Илијаш, основна траса 9,50 km, пет великих објеката, прикључак у Подлуговима, корекција реке Босне на дужини од 906 m;

5) Грађевинско предузеће „Гра-нит“, Скопље — деоница Илијаш — Јошаница, основна траса 8 km, осам великих објеката, петља (лева обала) и полупетља (десна обала) у Јошаници (Вогошћа);

6) Грађевинско-индустријски комбинат „Стиг“, Пожаревац — започео је радове као кооперант Грађевинског предузећа „Планум“ и Грађевинског предузећа „Ауто-пут“ на изградњи великих објеката, а након показаних добрих резултата преузео директно извођење два моста преко реке Босне на петљама у Зеници и Високом;

7) Железничко-грађевинско предузеће Сарајево — извело је радове на подвожњаку испод трупa железничке станице „Зеница“ (прикључни пут за град), а у току су радови на подвожњаку у Лашви;

8) Основни извођачи ангажовали су доста коопераната: Предузеће за путеве Босне и Херцеговине — ООУР „Сарајевопутеви“ (производња тампона, агрегата за бетон и масе за асфалтне радове, израда хоризонталне сигнализације); Грађевинско предузеће „Мостоградња, Београд (монтажа главних носача, утезање и ињектирање); Грађевинско предузеће „Бетон“, Скопље, и Грађевинско-индустријски комбинат „Стиг“ (монтажа главних носача): „Ковина“, Високо (металне конструкције, оплате и оgrade); Средско комунално предузеће „Височица“, Високо (заштитне оgrade дуж пута и мреже на косинама); Грађевинско предузеће „Јastreбац“, Београд (радови на дренажама); „Унионинвест“ Сарајево (одбојне оgrade на траси) итд.

7. НАДЗОР И КОНТРОЛА РАДОВА

Контролу квалитета и количина радова и лабораторијска испитивања извели су:

1. Институт за путеве, Београд — на деоници од Зенице до Високог (47,67 km основне трасе);

2. Завод за саобраћај, Сарајево — од Високог до Јошанице (17,50 km основне трасе);

3. Испитивање великих објеката извео је Завод за испитивање материјала и конструкција Грађевинског факултета у Сарајеву;

4. Повремено су и друге организације изводиле претходна и контролна испитивања (Институт грађевинарства Хрватске, Загреб; Институт за испитивање материјала СР Србије, Београд; Војнотехнички институт, Београд, и др.).

8. ПРИКЉУЧЦИ

Изграђено је или довршава шест прикључака — саобраћајних петљи,

на међусобном растојању од 8,50 до 17,50 km, а налазе се:

— петља у два нивоа у Зеници, са прикључним путем за град и раскршћем на индустријском булевару са мостом преко реке Босне и ауто-пута и подвожњаком испод железничке станице са четири саобраћајне и две пешачке стазе, чијом изградњом се уједно решава и повезивање насеља „Блатуша“ са градом (слика 3);

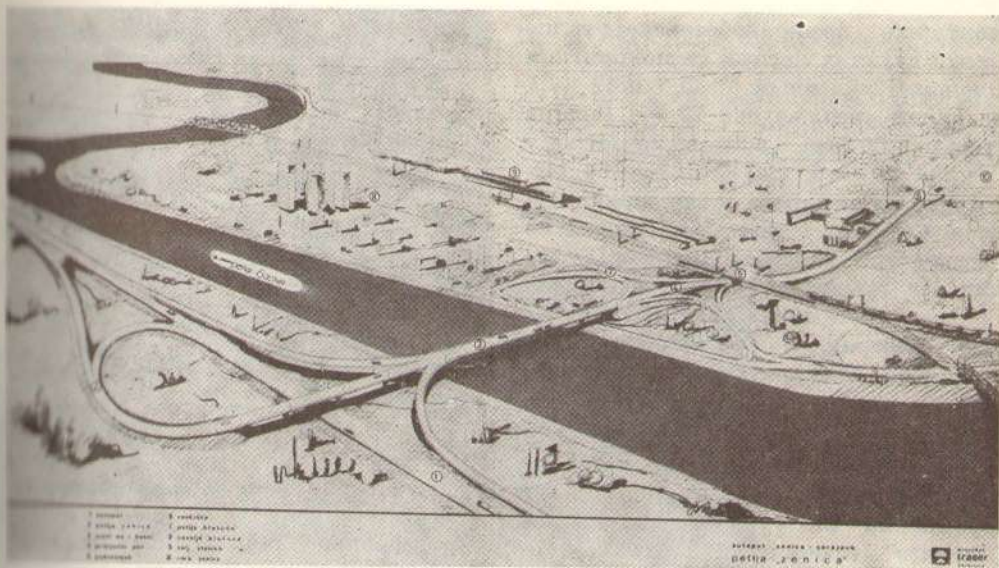
— петља у два нивоа у Лашви, за везу са путем Каоник — Травник — Доњи Вакуф и даље према мору, односно Босанској Карјини;

— петља у два нивоа у Какњу са прикључним путем за град, надвожњаком преко пруге и раскршћем за везу са градом и новом фабриком цемента;

— петља у два нивоа у Високом, са прикључним путем, мостом преко Босне и раскршћем за везу са градом, путем за Кисељак и индустријском зоном лоцираном између Високог и Какња;

— прикључак у Подлуговима за везу са Илијашем, Брезом и Варешом, са раскршћем на постојећем путу, и ако је петља у два нивоа на овој локацији имала најниже трошкове изградње, израђен је веома функционалан прикључак у нивоу јер има одличну прегледност, траке за укључење, искључење и лево скретање; међутим, ипак постоје два пресецања возних линија, па овај прикључак смањује ранг пута и ниво услуга; предузете су почетне мере да се прикључак преради у петљу са два нивоа, што је могућно без већих захтева на већ изграђеном прикључку, али је отежано и скупље решење због радова под саобраћајем;

— петља у Јошаници (Вогошћу) у два нивоа (лева обала) и полупетља (десна обала Босне) ради везе ауто-пута са Тузлом, Вогошћем и Сарајевом;



Сл. 3 — Пролаз ауто-пута кроз Зеницу са петљом у два нивоа

— почела је и изградња петље у два нивоа на Ступу (саобраћајница Сарајево — Илиџа), која није директно везана за ауто-пут, али индиректно јесте јер решава повезивање града са ауто-путем.

9. ВЕЋИ ОБЈЕКТИ

Ради обезбеђења захтеваних хоризонталних елемената трасе, морало се изградити више објеката, јер је траса положена уском долином реке Босне и њених притока и у близини железничке пруге и постојећег пута. Изграђено је 39 објеката класификованих у веће објекте (дужине преко 10 m). Њихова укупна дужина износи 4.930 m или 7,6% дужине основне трасе. То су:

- 6 објеката дужине од 11 до 30 метара;
- 12 објеката, дужине од 30 до 100 метара;
- 21 објекат, дужине преко 100 метара.

Преко реке Босне изграђен је 21 објекат, од којих два истовремено премошћују железничку пругу и постојећи пут. Изграђена су и три надвожњака преко електрификоване железничке пруге (са простором за други колосек и пролаз локалних путева) и два подвожњака испод пруге (један је у фази израде). Натпутњака и потпутњака има пет, а мостова преко притока реке Босне осам. Објекти су грађени само за једну етапу ауто-пута, тако да при другој етапи изградње треба радити паралелан објекат.

Примењени су разни системи конструкција: класични армирани бетон (пуне и олакшане, као и касетиране плоче), преднапрегнути и спрегнути бетон. Највећи број објеката изграђен је у систему преднапрегнутог бетона и типизираних са отвором од 30 m. Сваки распон има по четири монтажна главна и четири монолитна попречна носача, такође преднапрегнута. Да би се добила што комплетнија монтажна конструкција, рађене су

монтажне армиранобетонске талпе преко главних носача, са монолитном плочом. Каблови су $16 \phi 7$ и $12 \phi 7$, са силом утезања око 70 Мр (трајна сила око 50 Мр), а за мост на петљи у Зеници $36 \phi 7$, са силом од 160 Мр. Укупно су израђена и монтирана 444 главна носача, а монтажа је изведена помоћу три лансирне рампе“ Грађевинског предузећа „Бетон“ Скопље; Грађевинског предузећа „Мостоградња“, Београд, и Грађевинско-индустријског комбината „Стиг“, Пожаревац.

Фундирања су била релативно једноставна и обављена су помоћу бунара и плаштова, док су два објекта фундирана на бушеним шиповима „Benotto“, пречника 150 cm, које је извела „Геотехника из Загреба. Дубина укопавања износила је 2 до 6 метара, а скоро сви стубови темељени су у лапорцу, до којег се долазило након слоја крупног шљунка.

Стубови пречника 2 m и главни носачи рађени су углавном у металној оплати.

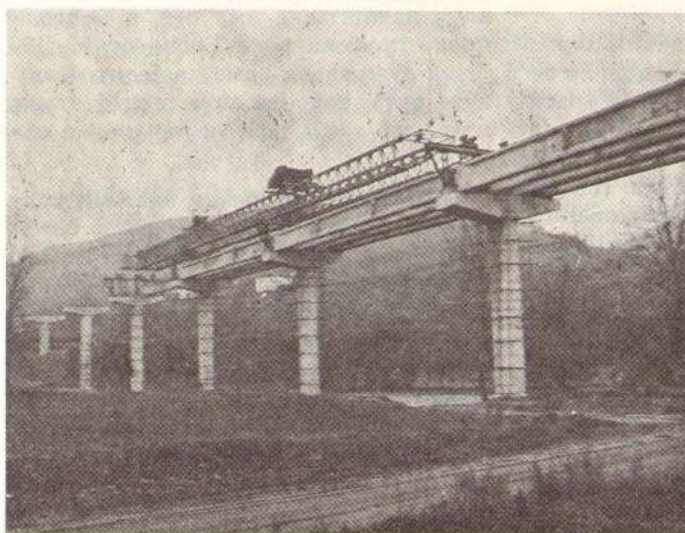
Објекти су рачунати са схемом оптерећења по ДИН, па су пробна испитивања мостова, према оптерећењу



Сл. 4 — Изградња моста код Какња, на 27+741 km

које се могло нанети, дала одличне резултате.

Од великог броја објеката неколико је специфично: мост на петљи у Зеници (основна дужина 215 m и два крака по 85 m); мост у Лашви (основна дужина 328 m и крак петље паралелан са објектом), мост пред Какњом на 27+741 km дужине 258 m (највиши објекат; слика 4 и 5) објекат преко реке Босне, пруге и пута на 47+862 km (дужине 310 m слика 6); мост преко реке Босне и клизишта на 61+055 km (дужине 600 m — слика 7). Вредност радова на већим об-



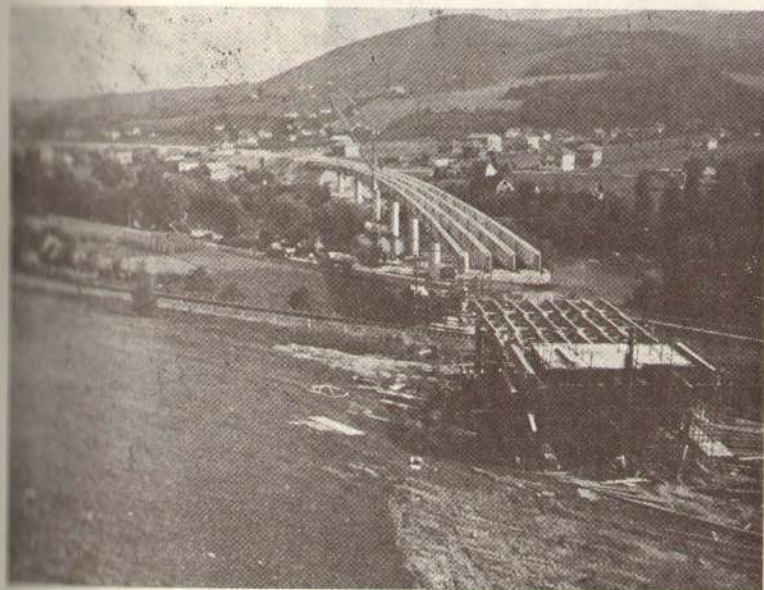
Сл. 5 — Постављање главних носача на мосту код Какња, на 27+741 km

јектима износи 31,04% од укупних садашњих трошкова грађења.

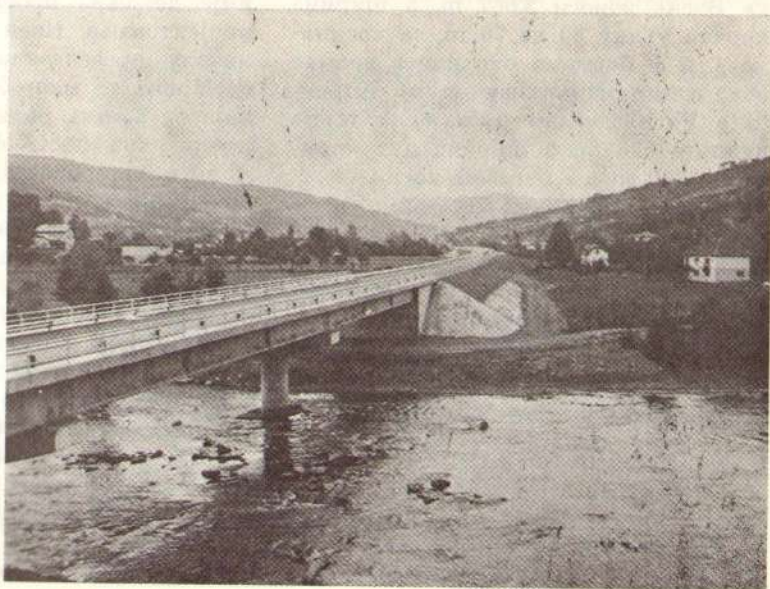
О изградњи објеката, карактеристикама конструкција, типизацији, брзини и економичности грађења треба објавити посебан чланак да би се сви детаљи могли приказати.

11. КОРЕКЦИЈЕ ВОДОТОКА

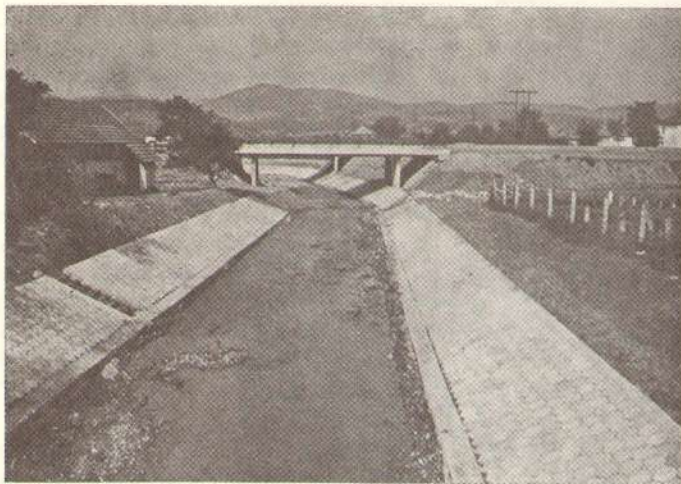
У току изградње саобраћајнице изведено је и више корекција водотока, и то осам потока, једног средњег (Радовска река — слика 8) и три већа водотока (река Босна). Постојала је



Сл. 6 — Изградња објекта преко железничке пруге и реке Босне, на 47+862 km



Сл. 7 — Мост преко реке Босне на 41+055 km



Сл. 8 — Изглед регу-
лисаног корита Радов-
ске реке испод ауто-
пута

дилема да ли градити блиске објекте или кориговати водоток и тиме избећи изградњу два објекта у првој и још два у другој етапи израде ауто-пута. Када се узео у обзир мањак ископа на траси у близини корекције, дилема је нестала, јер су корекције постале позајмишта. Тиме је уједно појефтинјена изградња друге етапе јер се неће градити нови објекти, а труп је практично формиран.

Укупна дужина три корекције реке Босне износи 3.067 m, а ширина корита у дну 60 до 70 m, са косинама 1:2 и бермама око нивоа велике воде (стогодишњи максимум). Корекција Радовске реке обављена је на дужини 620 m, а ширина дна корита је 7,40 m, са нагибом косина 1:2. Укупна дужина свих корекција потока је 3.050 m.

У зависности од геолошких и других услова косине корекција обложене су шестоугаоним бетонским призмама и израђени су подужни и попречни прагови у кориту.

12. УКРШТАЊА СА ЛОКАЛНИМ ПУТЕВИМА

Сва укрштања путева ранијег I до IV реда са првом етапом ауто-пу-

та изведена су у два нивоа, са објектима и потребним девијацијама на потпуно задовољавајући начин. Међутим, укрштања осталих многобројних, некатегорисаних локалних путева, изведена такође у два нивоа, довела су до неспоразума инвеститора са општинама и месним заједницама. Основни проблем није у настојању мештана да имају пут на ранијој локацији (иако је и то веома присутно) него чињеница да ова проблематика није довољно простудирана у току пројектовања. Нова саобраћајница, у начелу, пресеца терасу Босне њеном средином, те многобројна насеља одваја од школа, радних места, имања, продавница, постојећих железничких и путних саобраћајница и сл., па је адекватно требало решити и одвијање локалног саобраћаја.

1. Да би се нашла најповољнија решења и задовољили врло разноврсни и сложени захтеви, пројектована су и урађена 42 пролаза за пешаке и мања возила (отвора 3,0 x 2,5 m) 16 колских пролаза (отвора 5,0 x 3,5 m), 23 пролаза испод објеката (већих габарита у инудационом појасу Босне), као и 5 натпутњака. Иако је број пролаза релативно велики (86, или у просеку на сваких 760 m основне трасе), нису постигнута задовољавајућа ре-

шења из следећих разлога: принцип да сви пролази буду испод нивелете ауто-пута изазвао је потребу већег укопавања објеката у терен, јер је траса ауто-пута на неким потезима ниско положена. Тако има пролаза и у усецима и плитким насипима, а они су, по правилу, најнижа места на траси — те је одводњавање врло отежано на извесном броју пролаза.

Код неколико објеката морали су се копати дуги одводни канали (и до 300 m), дубине до 4 m (понекад и у лапорцу), који су такође били предмет спора са мештанима због напона експропријације. Укопани пролази имају и стрме улазно-излазне рампе, а без константног одржавања одводних канала може доћи и до напљављења.

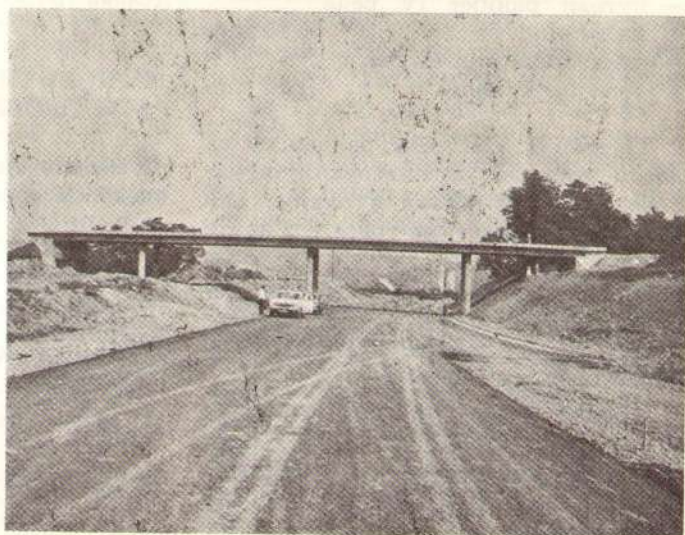
2. Усвојени рамовски, типски, армиранобетонски пролази имају и неке недостатке:

— Није могуће урадити канал у пролазу ради бољег одводњавања (дно је армиранобетонско), те су се морали радити плићи риголи додатним бетонирањем дна, чиме је смањивана висина пролаза. Међутим, ни ово није задовољавајуће решење јер

се риголом тешко могла хватати вода која у пролаз долази са три стране, ка одводном каналу.

— Пролази су пројектовани са надслојем целе коловозне конструкције, а често и дела насипа, иако је, макар и минимално, подизање нивелете пролаза веома битно за одводњавање. Требало је пронаћи оптималну нивелету пролаза да би се добило што мање укопавање и избегло слабљење коловозне конструкције, односно израда прелазних плоча, што је рађено делимично у току грађења.

— Димензије пролаза нису најбоље одабране. Да је код пешачких пролаза висина повећана на 2,7 m, могли би да пролазе и камиони средње носивости, а код колских пролаза ширина од 5,0 m је у нормалним случајевима велика јер је довољна једна саобраћајна трака, пошто се возила свакако морају сачекивати, а дужина пролаза, и код комплетног ауто-пута, није велика. Како и трошкови грађења расту брже са ширином него са висином пролаза, требало је тражити оптималну ширину. У току грађења, код укопаних колских пролаза, већа ширина је искоришћена



Слика 9 — Патпутњак за
међу Какањ на
28+500 km

ради изградње уздигнуте пешачке стазе, чиме је омогућен саобраћај пешака и када је пролаз био поплавлен. Не упуштајући се у стварне трошкове израде типова пролаза, показало се да су класични објекти (бетонски опорци и армиранобетонска плоча) флексибилније и функционалније решење ради бољег прилагођавања теренским условима.

У току извођења радова настојало се да се изгради што више пролаза локалних путева испод великих објеката те су се добијала боља решења габарита (висина и до 4,5 m), а и мањи трошкови грађења јер су рађени само бетонски зидови ради заштите од великих вода.

13. ИЗМЕШТАЊА ПОСТОЈЕЋИХ ПУТЕВА

Да би се очувао континуитет постојећих путева, они су измештени на местима колизије са новим саобраћајницом у следећим дужинама:

- путеви ранијег I и II реда и градске улице на дужини 9,37 km,
- путеви ранијег IV реда на дужини 5,18 km,
- некатегорисани сеоски путеви на дужини 21,14 km.

Путеви I и II реда рађени су са истом ширином и конструкцијом коловоза које су имали и раније, али са бољим елементима трасе јер прате трасу ауто-пута.

Путеви IV реда имају такође веома добре елементе, а ширина планума им је углавном 5 m ($4+2\times 0,5$), као и асфалтни застор.

Сеоски путеви имају планум 4 m ($3+2\times 0,5$), коловозну конструкцију од 20 cm уваљаног туцаника или шљунка и асфалтни застор дебљине 5 cm на делу пролаза кроз труп прве етапе

ауто-пута (пролаз и рампе), а неки и на целој дужини трасе.

Поједине месне заједнице су самодоприносом финансирале израду асфалтног застора и на осталим потезима ових путева, што је препородило сеоска насеља.

Ни при пројектовању као ни приликом спровођења експропријације није вођено рачуна о најнижој категорији ових путева — земљаним путевима за приступ имањима (нису обухваћени у наведеном прегледу). Нова саобраћајница је, на већем делу трасе, окомито пресекла парцеле власника, те је требало оставити простор за приступне путеве, понекад и са обе стране, што се морало радити накнадно — у току грађења.

У ове радове спада и реконструкција прикључног пута Лашва — Каоник, дужине 5,30 km, са минималним полупречником хоризонталних кривина $R=120$ m, ширином планума 8 m ($6+2\times 1$), тампонским слојем дебљине 30 до 60 cm, носећим слојем од битуминизираног агрегата дебљине 10 cm и хабајућим асфалтним слојем од 3 cm. Услови при извођењу радова били су веома отежани због великог интензитета саобраћаја и кањонских делова трасе.

14. КОЛИЧИНЕ ГЛАВНИХ РАДОВА И ПРОБЛЕМАТИКА ГРАЂЕЊА

Радови на траси изведени су у следећем обиму:

- широки откоп 3,439.319 m³
(категорије III до VI)
- насип 2,678.544 m³,
- тампонски слој 368.876 m³,
- бетонски радови 43.825 m³,
(само потпорно обложени зидови),
- асфалтни коловоз 694.470 m²,
- одбојна ограда 41.834 m,

- заштитна ограда (мрежа) 77.317 m,
- већи објекти 4.950 m.

Још се не може дати тачна цена радова, али досадашњи износ је 11.155.200 динара по километру основне трасе.

На свечаном отварању радова 20. јуна 1972. године у Зеници падала је јака киша, што се наставило током већег дела изградње — овај основни услов (време) очигледно није био наклоњен градитељима. Изузетак чине само два дужа периода стабилног времена (1973. и 1975. године), од којих је други био ван главне сезоне грађења и није дао најбоље ефекте. Зиме су биле благе и без већих падавина, те су се могли изводити радови на објектима (који су и завршени раније), али не и на траси због велике влажности материјала. Лоше временске прилике изазвале су расквашавање материјала из ископа, па се није могао уграђивати ни након престанка киша већ се један део морао деградирати због већег процента влажности од оптималне. Карактеристично је да су скоро сва засецања, изван каменитих материјала, давала материјале лоших геомеханичких особина, па су и замене подплата биле честе. Тиме се на појединим потезима појавио мањак материјала за насипе, те је инвеститор морао обезбеђивати нова позајмишта у току самог грађења.

Почетак радова на већем делу трасе био је врло отежан због непостојања прилаза, па се морало чекати на изградњу сталног или радити привременим објекат преко реке Босне да би се несметано могли транспортовати материјали за насипе и бетонне радове. Поред исецканости трасе, поједини потези су имали само једно напредно место (са чела), што је успоравало радове, а у случају расквашености тла и потпуно их онемогућавало јер је прилаз већем потезу трасе био онемогућен.



Сл. 10 — Изграда засека на 14+400 km

Услед непроходности и исецканости трасе знатно су повећане транспортне даљине јер се саобраћај одвијао заобилазним, локалним путем. Ово повећање дужине транспорта износило је два до три пута, што се могло избећи претходном изградњом потребних објеката и навоза на њих. На ужим деловима долине (кањонски део у Лашви) траса је положена коритом реке Босне у дужини од 2,4 km, уз обезбеђење потпорним зидовима. Да није било ниског водостаја Босне 1973. године, када су изграђени ови зидови, њихово фундаирање би представљало озбиљан проблем.

Истражним радовима у току изrade пројеката констатована су три клизишта: на 20+560 km; од 21+700 km до 22+500 km (Тичићи) и од 60+900 km до 61+300 km (Доња Вогошћа). На клизишту Тичићи изведен је највећи обим радова јер многе дубоке попречне и плиће уздужне дренаже, канали дуж трасе и ободни канали, као и растерећење и планирање падине, а преостају још радови на биолошкој заштити. За најтеже клизиште — у Доњој Вогошћи — анализиране су три тунелске варијанте и објекат дуж реке Босне. Изградњом овог објекта, дужине 600 m, клизиште је савладано без већих потешкоћа, а вероватно и са најмање

трошкова. Средњи део објекта фундиран је на бушеним шиповима Φ 150 cm, дубине 10 до 13 m, којима је уједно учвршћен и труп железничке пруге.

Међутим, у току грађења појавило се више нових клизишта на следећим локацијама, а санирана су изградњом потпорних зидова, дренажних система и растерећењем падина: од 1+700 km до 1+820 km (Камберовићи); од 5+640 km до 5+960 km (Перји Хан); од 15+080 km до 15+520 km (Долипоље); од 20+600 km до 20+700 km (Бињешево), и од 21+250 km до 21+600 km.

У току грађења показало се да је цели потез трасе од 20+500 km до 23+400 km нестабилан и представља потенцијално клизиште, па је требало тражити друга решења за пролазак трасе.

Саобраћајница је на појединим деловима изграђена дуж електрификоване железничке пруге Врпоље — Сарајево, те су се радови морали обављати под сталним надзором железничких органа и уз стриктно придржавање дате сагласности. Ово је нарочито изражено при изradi зидова испод трупа железничке пруге, миширању у близини пруге, изградњи надвожњака и подвожњака, а знатно је отежавало радове због велике фреквенције саобраћаја на прузи. На крају је ипак железничка пруга дошла у повољнији положај јер су осигурани насипи у кориту Босне, укинути многи прелази у нивоу, регулисани потоци који су плавили труп пруге и сл.

Извођачи радова су ангажовали знатна механичка средства и квалификовану радну снагу за извођење радова, иако не сви са истим интензитетом и успехом. Радове су најефикасније извела грађевинска предузећа „Гранит“, „Ауто-пут“, „Стиг“ и „Боснапутеви“. Примењена је одговарајућа савремена механизација, и то

машине за ископ „Caterpillar“ D8 и D7, „Komatsu“, више мањих булдожера, скрепера и багера; утоваривачи „Caterpillar“ 977 и 966, „Volvo“ и домаћи ULT; транспортна средства „Краз“, „Маз“, „Белаз“, „Фоден“, „Татра“, „Ом“ и др.; средства за набијање ABG SAW 185 „Dynapack“ CA 20 и 45, те OC 20, а најчешће „BW-200“.

15. ОПРЕМА АУТО-ПУТА

Уграђена опрема одговара квалитету саобраћајнице, а произвело ју је више коопераната:

— вертикалну сигнализацију испоручило је углавном Предузеће „Лисморад“ из Загреба, а такође и „Декор“ из Загреба,

— челични, пластификовани смеорокази, троугаоног пресека (произвођач „Декор“), уграђени су на растојању 50 m, иако је предложено да се поставе на 25 m због честе магле у долини Босне;

— одбојне ограде произвео је и уградио „Унионинвест“ из Сарајева, са косим завршенима у земљи;

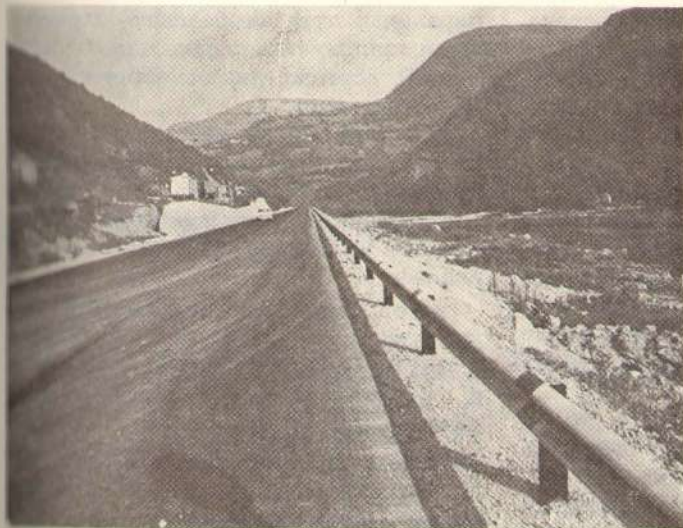
— заштитне ограде рађене су од плинских цеви Φ 3" на растојању од 6 m, са фармерским плетивом (производ Творнице мрежа из Цазина), које су за терен фиксирани са два мања стуба Φ 1,5"; ове радове извело је већим делом Среско комунално предузеће „Височица“ из Високог;

— Хоризонталну сигнализацију и мотке за зимску службу поставило је Предузеће за путеве Босне и Херцеговине — ООУР „Сарајевопутеви“;

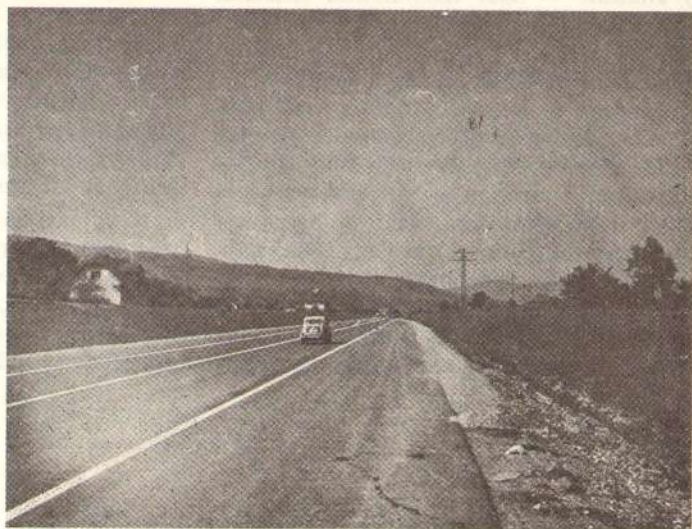
— појас експропријације обележен је бетонским белегама.

16. ДРУГА ЕТАПА ИЗГРАДЊЕ АУТО-ПУТА

Комплектирање ауто-пута, изградњом у другој етапи, предвиђа се у периоду од 1985. до 1995. године, ета-



Сл. 11 — Изглед готовог ауто-пута, на потезу око 11+500 км



Сл. 12 — Изглед готовог ауто-пута, на потезу 53+500 км

— по деоницама, што ће зависити од саобраћајног оптерећења, расположивих финансијских средстава и сигурности саобраћаја.

Изградња ће бити олакшана и јефинија у поређењу са првом етапом из следећих разлога:

— измештене су инсталације за комплетан ауто-пут;

— експропријација некретнина изведена је на око 31 км за компле-

тан ауто-пут, а уклоњено је доста објеката и на неекспроприсаном појасу друге етапе;

— на скоро 13 км трасе изведени су земљани радови за обе етапе у разним степенима довршености (већим делом материјал депонован из клизишта);

— поједини делови трасе и објекти изграђени су за комплетан ауто-пут: саобраћајне петље са прикљу-

чним путевима, корекције водотока, измештање локалних путева (категорисаних и некатегорисаних), изградња потребних објеката (натпутњака), ископ одводних канала до реципијентата итд.

Отежавајући услови извођења и веће коштање радова настаће ради ометања саобраћаја на деоници изведеној у првој етапи ради формирања новог градилишта, проналажења већег броја позајмишта за материјале насипа, јер на траси друге етапе нема ископа већег обима и сл.

Израда главних пројеката не би требало да представља већу потешкоћу јер је идејним пројектом и изведеним радовима омогућена несметана изградња друге етапе, осим за петљу у Лашви — због извршених измена.

17. ЗАКЉУЧЦИ

СР Босна и Херцеговина је од 1968. године кренула крупним корацима ка изградњи савремених путних саобраћајница, чији је првенац ауто-пут од Зенице до Сарајева, најквалитетнија саобраћајница у овој републици због одличних елемената, добре прегледности, резервисаности само за моторни саобраћај (постоји

паралелан пут) обезбеђењем укрштања и прикључака у два нивоа (осим једног), естетске уклопљености трасе у околини и сл.

Привреда је са нестрпљењем дочекала пуштање ове саобраћајнице у промет 20. децембра 1975. године. Постављени аутоматски бројач регистровао је следеће саобраћајно оптерећење:

— од 20 до 28. децембра 1975. године просечно 4.463 возила на дан,

— од 28. децембра 1975. године до 6. јануара 1976. године просечно 3.594 возила на дан.

Смањење је вероватно условљено падавинама снега, а најновији подаци дају приближно исто оптерећење.

Број возила је скоро исти за оба смера вожње. Вероватно је да је највећи број возила на релацији Зеница — Сарајево и обратно, јер је за сада транзитни саобраћај мањи, Узевши у обзир зимски период и почетни период коришћења нове саобраћајнице су задовољавајући.

Пројектовање и сви инвеститорски послови рађени су за комплетан ауто-пут, па ће стечена искуства послужити за изградњу будућих саобраћајница вишег ранга, чија изградња предстоји у СР Босни и Херцеговини.

Владан ШЕВЧИК, дипл. инж.

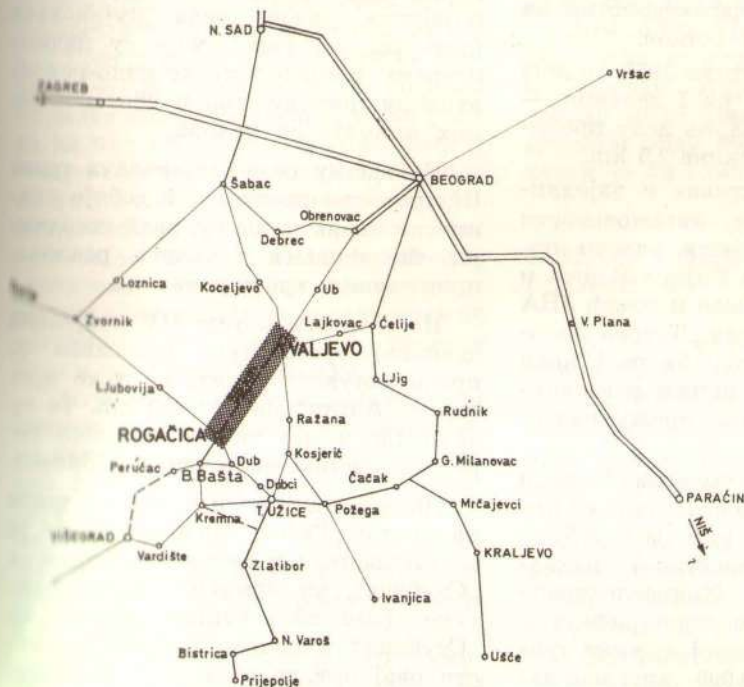
Нови путни правац Ваљево-Бајина Башта

Један од важних путева у односу на постојеће, планиран регионалном мрежом, је и новопроектовани пут од Ваљева, преко Покуте и Рогачице, до Бајине Баште.

Овај путни правац је значајан јер ће омогућити најкраћу везу два сусе-

дна региона: Колубарског басена са широм околином Ваљева и подручја Дрине са Бајином Баштом.

На овом правцу Рогачица је раскрсница дринских путева: узводно ка Бајиној Башти и Вишеграду, низводно ка Љубовији и Зворнику, а у за-



Сл. 1 — Положај пута Вољево — Рогачица у путној мрежи

леђу ка Титовом Ужицу, односно Ваљеу. Тако ће се ова подручја, која су досада била међусобно слабо повезана, новим путем уклопити у јединствену саобраћајну мрежу.

Дужина пута од Ваљева до Рогачице износила би око 56 km. Пут би прелазио најнижи превој брдско-планинског венца између Повлена и Јабланика — Дебело Брдо на 1.051 m висине.

Грађење овог пута су 1975. године из правца Рогачице ка Ваљеу започеле инжењеријске јединице ЈНА у сарадњи са Предузећем за путеве „Титово Ужице“. Инвеститор је Скупштина општине Бајина Башта.

Према већ изграђеном делу пута, дужине 2,5 km (грађевинска стаза пробијена је и на преосталих 6 km), што је и најтежа деоница — од Рогачице до села Козјака, може се закључити да ће пут бити веома добар — планинског карактера са обиљем интересантности, пошто је техничко решење уклопљено у природни амбијент са лепотама и карактеристикама које красе дрински регион.

И са ваљевске стране 1975. године изведени су радови на I деоници — од Ваљева до Јовања, на делу пролаза кроз Седларе, дужине 2,5 km.

тврђују потребу активне и заједничке међуопштинске ангажованости

Изведени и започети радови по скупштина општина Бајина Башта и Ваљево, уз ангажовање и помоћ ЈНА и предузећа за путеве „Титово Ужице“ и „Београд“ како би овај нови путни правац и на ширем регионалном плану употпунио мрежу савремених путева.

Директним повезивањем Ваљева и Бајине Баште (као варошице са интензивним степеном развоја и добрим туристичким могућностима), захваљујући изградњи Хидроелектране „Перућац“, пут још више добија у значају јер му на целој дужини гравитира 15.000 до 20.000 житеља, ма-

хом планинског подручја. На тај начин саобраћајница ће динамичније утицати и на културно-привредни развој и повезивање тог подручја са јачим привредним центрима.

ПРИКАЗ ПРОЈЕКТА

Пут се од Ваљева до Рогачице и даље, до Бајине Баште, пружа од севера ка југу. Излази из Ваљева, по прелазу Колубаре, новим мостом код Јадра, решен је пролазом поред пиваре и приградског насеља Седларе. Даље је коришћен правац постојећег пута до села Поћуте и, великим делом, десна обала долине реке Јабланице до места званог Шаран. Одатле су коришћене падине испод Грачанице и Поћуте због геолошки повољнијег терена у односу на долињске делове горњег тока реке Јабланице.

Пружање нове трасе од Поћуте ка Дебелом Брду усмерено је више вододелничким правцем, уз коришћење највиших делова села Вујиноваче (село расутог типа), чије су падине изузетно погодне у туристичко-рекреативном погледу, као и због повољних климатских услова.

На одсеку села Вујиновача траса III пројектне деонице већ добија планински карактер па су, ради погоднијег савлађивања висинске разлике, примењене и три серпентине.

На следећем потезу (IV пројектна деоница) траса пута положена је преко могућег пролаза — уске превлаке „Анита“ на 27+200 km. То су условиле и већ знатно отежане теренске прилике на падинама Повлена.

Даље развијање и полагање трасе ка превоју Дебело Брдо обављено је на стеновитим и сунчаним падинама „Стубице“, уз примену две серпентине. Баш због тешког терена на „Стубици“ и његове неприступачности овај пут до сада није изграђен.



Сл. 2 — Распоред деоница на путу од Ваљева до Рогачице.

Пројектантска група која је радила на овом терену под отежаним условима до касне јесени 1974. године добро је била упозната са свим детаљима и подацима неопходним за израду пројекта, па су постигнути резултати који са техничко-финансијског аспекта представљају најбоље могуће решење и с обзиром на целину пута од Ваљева до Бајине Баште.

У оцени ваљаности пројектних решења истиче се доминантна атрактивност већ израженог дела пута изнад Рогачице, док се за трасу IV деонице — од Вујиноваче до Дебелог Брда (са ваљевске стране) може рећи да ће пут на делу „Стубице“ бити у ствари најспектакуларнији с обзиром на начин његовог уклапања у природни амбијент кроз који пролази, због чега се може упоредити са већином атрактивних планинских путева у суседним алпским земљама, и то како по техничко-функционалном решењу тако и по естетском ефекту.

„Стубица“ је већ годинама, због неприступачности, онемогућавала било какву акцију продора овим правцем. Међутим, иако је на већини географских карата пут Вољево — Рогачица уцртан као проходан, он то, нажалост, није. Пролаз и његово коришћење ма којим моторним возилом је немогуће.

Дебело Брдо је посебно интересантно као део невелике висоравни (на

1.050 m надморске висине), са правцем пружања од истока ка западу. Оно чини и границу између општина Бајина Башта и Ваљево. Удаљено је од Ваљева 30,29 km а од Рогачице 25,66 km.

На Дебелом Брду је споменик народном хероју Живану Ђурђевићу, поред кога пролази и траса. Пројектом је предвиђена и изградња симетрично распоређених паркиралишта за прилаз овом споменику.

Дебело Брдо је граница територије предузећа за путеве „Титово Ужице“ и „Београд“. Израда пројекта напредовала је из Ваљева и Рогачице ка Дебелом Брду. Редослед деоница приказан је на слици 2.

СЕКТОР ДЕБЕЛО БРДО — РОГАЧИЦА

На овом сектору одређене су три деонице као што се види на слици 2.

Имајући у виду целину подухвата за изградњу овог пута (при анализи проблема пројектантске или финансијске природе, укључујући и обим радова за свих 56 km новог пута), тежња је била да се на основу елемената који се могу сагледати оствари реалан пројекат, са функционалним решењима за његово извођење.

Пројекат за сектор Дебело Брдо — Рогачица идентичан је по концеп-

цији решења за разноврсне и сложене проблеме са трасом пута од Ваљева до Рогачице како би се постигли слични технички и финансијски ефекти.

Тезина терена је за оба сектора доминантна и у довољној мери изражена термином „планински пут“. Ово се нарочито подвлачи и стога што ранг пута (у зависности од многих фактора) одређује елементе и инвестициону суму, јер грађење зависи и од висине потребних средстава и приоритета. Имајући у виду обим радова, дужина пута и могућа финансијска ангажовања у целини при повезивању Ваљева и Бајине Баште мораће се водити рачуна о реалности захтева и могућностима за остварење утврђеног пројекта.

Прелазећи са Дебелог Брда у рејон Бајине Баште треба истаћи да је карактеристика овог подручја (III пројектне деонице) изразито заталасани терен — на висоравни (кота 1.051 m, на Дебелом Брду до коте 885 m на прелазу реке Трешњице на 20+887 km, која припада сливу Дрине).

Нови пут ће повезати централну висораван Зарожја и планинских насеља и места на овом правцу: Пашину Раван, Смиљево Поље и Винчину Воду, кроз која траса пута пролази. Треба напоменути да је прелаз преко Винчине Воде на коти 1.091,49 m (15+778 km од Рогачице). То је и максимална висина пута, за око 40 m виша од превоја на Дебелом Брду.

За дати положај трасе на III деоници, која уједно има и оптималан правац пружања, на терену су пронађена решења којима су елиминисане бројне постојеће серпентине на одсеку Дебело Брдо — Пашина Раван, око Смиљевог Поља, и на делу Винчина Вода — Леденице. Пројектоване су свега три серпентине, са великим полупречника у окретницама $R=20$ m, $R=25$ m и $R=30$ m, при че-

му су у пројекту постигнуте одлуке вознодинамичких услова за трасу у планинском терену.

Само на Одсеку Винчина Вода — Леденице, на коти 998 m, елиминисане су три тешке серпентине, иако је висинска разлика ових места 93,49 m, на дужини 1.278 m, што је захтевало примену подужног нагиба 7,4‰.

Пролазом преко Горње Присеке на коти 946 m (12+500 km) траса је усмерена сунчаним подацима ка Рогачици. Превој Горње Присеке је у ствари вододелница између дринског и планинског подручја, што умногоме побољваша климатске услове на преосталом делу трасе пута до Рогачице. На том делу траса је положена једним делом у зони шумског појаса који покрива падински део, што указује и на могућности повољне заштите при експлоатацији, поред тога што је страна и сунчана.

Траса је изнад села Тодоровића развијана уз примену 2 серпентине, да би затим повољном опруженошћу прошла и кроз село Козјак.

Може се запазити извесна сличност по теренским условима са ваљевске стране на делу кроз село Вујиновачу са амбијентом пролаза кроз село Козјак и даље према Рогачици, с обзиром да се и овде положајем саме трасе повезује више насеља брдског региона Овчиње, који ће гравитирати новом путу. Природне лепоте овог краја и доминантан положај самог пута на овом делу великим делом ће употпунити његову наменску изградњу. И природне лепоте околине ће допринети атрактивности пута, са прегледом на вијугаву Дрину и босанске планине.

За део трасе од Рогачице до села Козјака (I пројектна деоница), где је најпре почела изградња, може се рећи да је и најтежа деоница. Са више алтернатива решаван је проблем излаза из Рогачице, било да нови пут

прође кроз само насеље или да се на изводном делу постојеће раскрснице путева за Бајину Башту, Љубовију и Рогачицу будући пут повеже са Ваљево-м.

Комисијски је одлучено да се по-ђе од постојеће раскрснице путева за Рогачицу и Бајину Башту, односно Љубовију и Ваљево. Посебан проблем, с обзиром на конфигурацију и теренске услове, представљало је изна-лажење оптималног правца за савлађивање висинске разлике на падинама изнад Рогачице ка селу Козјаку.

Захваљујући релативно најповољнијим геолошким карактеристикама терена, у материјалу са претежно суним шкриљцима, и сунчајној падини развијање трасе је решено уз примену три серпентине на довољном међусобном растојању. Овај део трасе већ су извеле јединице ЈНА од 6+000 km до 2+500 km, док су на преосталом делу изведени земљани радови све до 7+475 km. У прилог бољем решењу на овој деоници треба поменути и иницијативу инвеститора Предузећа за путеве „Титово Ужице“ да се побољша решење од 3+125 km до 6+121 km смањењем подужног нагиба од 9,4‰ до 10,4‰ на потезу од 3+260 km до 5+050 km на 4‰ до 7‰. Овај захтев условило је накнадно развијање трасе уз примену још две серпентине. Овим је дужина трасе повећана за 1.159 m, те укупна дужина I деонице пута од Рогачице до села Козјака, након допуне пројекта, износи 7.475 km уместо 6.316 km, према првобитном решењу.

Да би решење правца пута Ваљево — Рогачица — Бајина Башта било комплетније, требало би изградити и нови мост преко реке Рогачице, пошто је постојећи дрвени а налази се 1 km изводном од насеља, на путном правцу Љубовија — Бајина Башта.

Сагледавајући проблем у целини, треба напоменути да предстоји и реконструкција пута Рогачица — Баји-

на Башта, дужине 12 km, чиме би се и околни путни правци овог региона и главни дрински пут употпунили и осавременили.

МОГУЋНОСТИ ЗА РАЗВОЈ ОВОГ КРАЈА И БОЉЕ ПОВЕЗИВАЊЕ БАЈИНЕ БАШТЕ И ВАЉЕВА

Овај пут допринеће општем развоју доста заосталог подручја између Ваљева и Бајине Баште. Могућности за то уочаване су у току доста дугог временског периода проведеног на изради обимне студије пројекта, на терену и у бироу, на изналажењу функционалних решења за положај саме трасе.

Посебно треба истаћи регион Повлена са околином, који је за сада познат малом броју посетилаца, баш због теже приступачности. Овај регион обилује природним лепотама и повољним климатским условима, што је предуслов за туристичко-рекреативни развој овог краја.

Непостојање путне везе негативно утиче на развој једног подручја. Помањкање овог пута на правцу Ваљево — Бајина Башта онемогућило је ма какав развој, а истовремено допринело и учесталом иселавању и напуштању домова под паролом „бекства у градове“. Одавно је познато да без добрих комуникација нема услова за развој.

И сам положај и правац пута Београд — Ваљево — Рогачица — Бајина Башта представљаће бржу везу између ових места (дужина 148 km, са временом путовања 3 часа) у односу на путну везу Београд — Горњи Милановац — Чачак — Титово Ужице — Бајина Башта (дужина 244 km и време путовања 4 часа). Према томе, релација преко Ваљева краћа је око 96 km, а време путовања у нашим условима мање за 1 час.

Упоређујући нову путну везу са већ постојећим путем преко Горњег Милановца, треба истаћи да је тај пут већ јако оптерећен и да до Прељине (Чачка) има увећано саобраћајно оптерећење заједничког правца ка Краљеву, односно Титовом Ужицу. То указује на чињеницу да ће нови пут знатно растеретити саобраћај возила која директно иду ка Бајиној Башти и насељима поред Дрине. Ова прерасподела саобраћајних токова иде у прилог новом путном праву Ваљево — Бајина Башта због краће дужине, растерећења Ибарског пута, а посебно што ће се његовим завршетком створити предуслови за бржи развој овог подручја.

Сигурно је да ће нови путни правац омогућити и изградњу прилазних путева ради повезивања и оних насеља која су на оптималној удаљености и упућена на ову нову комуникацију, према гравитационом региону, а преко ње и на везу са појединим успутним већим центрима за снабдевање.

За остварење, планираног програма изградње овог пута дужине 56 km потребно је око 280 милиона динара, рачунато по ценама из 1975. године што, према конструкцији финансирања и времену грађења, распоређено за период од 4 до 3 године, износи 70 до 93 милиона динара годишње.

Драгољуб МАЦУРА, дипл. инж.

Неки проблеми у вези са грађењем ауто-пута кроз СР Србију

Када је 1958. године грађен ауто-пут „Братство-јединство“ кроз СР Словенију, оформљена је веома снажна Дирекција за изградњу, на чијем је челу био добар стручњак и истакнути политичар Цирил Мравља. И за кратку деоницу пута од Загреба до Љубљане, на територији СР Хрватске, основана је посебна организација за координацију радова и надзор, којом је руководио Иван Целмић. Обе ове службе импоновале су својом организованашћу, задацима којима су се бавиле и тиме што су бринуле за сваки детаљ у вези са грађењем и припремом за експлоатацију пута.

Наравно, о путу од Загреба до Љубљане, брижљиво пројектованом и савесно и зналачки грађеном, могло се говорити само све најбоље када је завршен. У сличном, али не баш потпуно истом тону, може се говорити и о путу од Београда до Ђевђелије. И овде су пројекти добро рађени и још боље ревидирани. Постојале су доста јаке инвеститорске групе које су разнашале проблеме који нису могли да буду решени пројектима. У току грађења пута организоване су и ом-

ладинске радне акције — овај политички моменат био је довољан да се обезбеди извесна предност у снабдевању градилишта овог пута дефицитним материјалима.

Међутим, на овом путу, грађеном пет година, осетиле су се тешкоће због закашњења пројеката и отежане испоруке грађевинског материјала. Поједини детаљи у вези са грађењем или експлоатацијом пута решавани су на брзину и са ограниченим ефектом. Тако је, на пример, замена тупцаничке подлоге засутим макадамом (1961. године) или битуменом обавијеним шљунком (1962. године) изведена после сасвим ограниченог сагледавања самог решења и његових последица. Да су у инвеститорским групама постојале одговарајуће службе које су могле да се позабаве овим питањима, пут од Београда до Ђевђелије би много више личио на пут од Љубљане до Загреба.

Изградњу пута од Новог Сада до Београда усмеравала је Дирекција за изградњу ауто-пута. И она је многе проблеме решавала и решила тако да је остварен задовољавајући квалитет

пута. Међутим, и на овом путу један детаљ изведен је тако да се треба запитати да ли је неко о томе уопште мислио и размишљао, иако вероватно јесте. Наиме, разделне линије на коловозу обележене су онако како је предвиђено пројектом за комплетан ауто-пут. На једном коловозу који је само део будућег ауто-пута разделне линије морале би се сасвим другачије обележавати него што је то на овом путу урађено да би изграђена конструкција била најбоље могуће искоришћена.

У марту 1976. године обављена је лицитација за грађење ауто-пута од Добановаца до Умчара (уз „прескакање“ деонице кроз Београд). Радови су уступљени, извођачи радова — познати. Грађење ће ускоро започети. Ова вест обрадовала је све наше грађане, посебно оне који чешће користе тај пут, а нарочито оне којима је „на срцу“ развој наше путне мреже. Зато треба одати пуно признање свима који су допринели да се приступи овим радовима, и то не само зато што ће се изградњом овог пута олакшати услови саобраћаја на том правцу већ можда више због визионарског карактера ове изградње. Наиме, то ће бити први сектор ауто-пута кроз нашу земљу на интерконтиненталном правцу Лондон — Калкута, односно први део пута „Братство-јединство“, који ће повезивати четири наше републике.

Може се очекивати да ће и остале друштвено-политичке заједнице предузети потребне мере да се и на њиховој територији приступи грађењу ауто-пута, утолико пре што постоји и међународна подршка (СР Немачке и Турске), изражена у билатералним разговорима највиших представника Југославије и ових земаља.

Када овај ауто-пут буде изграђен, нестаће и помисао на некакво саобраћајно изоловање наше земље, до кога би могло да дође ако би се мре-

же ауто-путева градиле на територијама суседних земаља, што је предлагано пре неколико година. Јер, ауто-пут „Братство-јединство“ представља једини природни правац интерконтиненталног пута на овом делу и његово било какво вештачко обилажење не долази у обзир јер то не допуштају ни саобраћајни ни економски разлози.

Међутим, данашње стање ствари мало узнемирује стручњаке који знају какве тешкоће треба разрешити при грађењу једног оваквог пута, а посебно — при грађењу којим треба адаптирати постојећи коловоз у траку будућег ауто-пута.

Пре нешто мање од године дана Југословенски центар позвао је, преко инжењера Ж. Хибе, професора М. Марковића и мене да кажемо своје мишљење о потреби дискусије о мрежи ауто-путева и, у склопу тог питања, о приступу организацији грађења првог ауто-пута у СР Србији. Ми смо подржали ову иницијативу Југословенског грађевинског центра и обећали да ћемо помоћи у организовању дискусије, али и предложили да се о томе консултују „Србијапут“ (инвеститор), Друштво за путеве Србије, Секретаријат за саобраћај Извршног већа и други. Инжењер Хиба је у то време, а и касније, организовао неколико састанака о овом питању. Какви су резултати постигнути, није ми познато. Једино знам да данас, непосредно пред почетак грађења ауто-пута, не постоји посебна организација која би бринула о хиљадама детаља које треба решавати паралелно са извођењем радова, како би се изградио квалитетан ауто-пут.

Пре неколико дана, после обављене лицитације за уступање радова на грађењу ауто-пута, један од наших угледних путара — извођача, незадовољан због тога што у пројектном елаборату нису довољно дефинисани услови за извођење радова,

рекао ми је: „У иностранству су све ствари потпуно утврђене и нема никакве основе за било какво преговарање извођача са инвеститором у току грађења. Међутим, овако ће многе ствари морати накнадно да се утвachuју, а то значи да ће и цене морати да се томе прилагођавају. Зна се ко ће при том добро да прође.“ Том приликом поставило се и питање ко је прегледао главни пројекат.

Разне фазе пројекта и праћење и преглед појединих решења раде се већ више година. Генерали пројекат прегледао је Стручни савет Пословног удружења предузећа за путеве, чији сам био председник. Касније, када је овај стручни савет престао са радом, израду идејног, а затим и главног пројекта прегледала је и пратила комисија инвеститора, на челу са професором М. Марковићем. Раду комисије присуствовали су инжењери В. Драговић, М. Шиљак, М. Радовић и ја и они чланови шире комисије из чије специјалности је решење које је требало прегледати (геомеханичари, геолози, стручњаци за коловозне конструкције и др.). У току прегледа појединих пројектних решења комисија је захтевала да јој се поднесе ради прегледа потпуно заокружен и завршен пројекат, без обзира што су поједини детаљи раније прегледани и прихваћени. Када је завршен идејни пројекат, комисији је приказан комплетан елаборат, који је она прегледала на основу извештаја инжењера М. Шиљка.

Више месеци нисам присуствовао прегледу било каквог пројекта па сам мислио да је пројекат у целини коначно прегледан без мене. Последњи пут прегледана су решења у оловци санације неких клизишта између Врчине и Мале Иванче, на која су стављене многе примедбе и захтеви за допуну података. Мислио сам да може слободно време није могло да се ујалопа са радом комисије и да је

преглед, не само санације ових клизишта већ и целог завршног пројектног елабората, обављен без мене. Међутим, из разговора са професором Марковићем сазнао сам да се комисија уопште није састајала и да је преглед пројекта остао на мртвој тачки.

Један од детаља који је комисија разматрала, а који није коначно решен је врста коловозне конструкције. Познато је да су последњи километри цементнобетонске коловозне конструкције у нашој земљи изграђени 1962. године на деоници од села Раље према Марковцу. Ова врста коловозних конструкција гради се веома много у свету и чини чак и до 50% и више свих коловозних конструкција. Међутим, наши стручњаци, без обзира да ли раде код инвеститора, извођача или у институтима, изгледа не воле цементнобетонску коловозну конструкцију због тога што се она мора извести веома квалитетно у свим фазама рада и детаљима и што се учињене грешке не могу лако отклонити, као што је случај са асфалтом.

Међутим, предност цементнобетонске конструкције су такве да их не треба посебно истицати, и то нарочито данас када је цена нафте и битумена знатно повећана па треба давати огромна девизна средства за набавку битумена. Истовремено се у нашој земљи пуштају у погон нови капацитети за производњу цемента. Има ли шта логичније од тога да се примени цементнобетонска коловозна конструкција када је она у сваком погледу квалитетнија, захтева мање минералног агрегата и домаће, јефтиније везиво. Из свих тих разлога комисија је, на инсистирање професора Марковића и мене, закључила да пројектни елаборат за деоницу од Добановаца до Београда обавезно обухвати варијантно решење за коловозну конструкцију, с тим да извођач радова може да понуди јефти-

нију од две врste конструкcija. Међутим, ово је остао само закључак комисије. Он није примењен у пројекту. Оваквих примера има доста — ова два која су наведена поменута су јер се у овом тренутку најбоље могу уочити.

Ако се прихвати стара мисао да се пројектовање пута завршава његовим

грађењем, а да решавањем текућих проблема не може да се бави неко ко није укључен од почетка у рађање пута, лако је закључити да одмах треба формирати техничкорачуноводствену организацију која би преузела све послове у вези са извођењем радова на овом ауто-путу.

Јован ШУТИЋ, дипл. инж.

Договор о основама друштвеног плана Југославије за развој магистралних путева од 1976. до 1980. године

Полазећи од до сада спроведеног споразума и договарања самоуправних организација и заједница, Савезно извршно веће и извршна већа република и аутономних покрајина утврдили су заједничке интересе и циљеве које треба остварити у развоју магистралних путева у периоду од 1976. до 1980. године.

Од укупно 15.000 km магистралне мреже у овом периоду предвиђа се изградња 1.310 km. При том се за изградњу магистралног пута број 1 (ауто-пут „Братство-јединство“: југословенска граница — Јесенице — Љубљана — Загреб — Београд — Ниш — Скопље — Ђевђелија — југословенско-грчка граница) предвиђа дужина од 583 km.

Заједнички интереси и циљеви при утврђивању овог плана су:

- повољније укључивање Југославије у мрежу међународних путева;
- остваривање бољих веза између републичких и покрајинских центара, као и већих друштвено-економских значајних урбаних средишта;
- постизање веће безбедности саобраћаја на магистралним путевима.

Да би се обезбедио одређени квалитет ових путева, наредном периоду треба предузети следеће мере:

- утврдити минимум јединствених норматива за одржавање путева;
- саобразити техничке и саобраћајне елементе са постојећим прописима за ову категорију путева;
- побољшати режим саобраћаја опремањем магистралних путева одговарајућим саобраћајним знацима;
- наставити са типизацијом, унификацијом и стандардизацијом опреме за магистралне путеве.

Приликом утврђивања приоритета у изградњи и реконструкцији магистралних путева полазило се од следећих критеријума:

- саобраћајне функције пута,
- густине саобраћаја и оптерећења пута,
- врсте саобраћаја,
- друштвено-економског значаја и
- степена изграђености пута.

Учесници договора обавезују се да ће у периоду од 1976. до 1980. године, у оквиру својих права и обавеза, остварити услове да се изгради и реконструише 1.310 km мреже магистрал-

них путева (од чега део чине ауто-пу- ти потребно укупно око 29.500 мили- теви), зашта ће, према проценама, би- она динара, за следеће деонице:

1. Деонице на магистралном путу број 1 — ауто-пут „Братство-јединство“: југословенско-аустријска граница — Јесенице — Љубљана — Загреб — Београд — Ниш — Скопље — Бевђелија — југословенско-грчка граница (укупно 583 km) 17.046 милиона динара.

— У СР Словенији (укупно 76 km) 3.510 милиона динара

— тунел Караванке	6 km
— Накло — Крањ — Љубљана	27 km
— Црнуче — Долги Мост	27 km
— Долги Мост — Шкофљице	16 km

— У СР Хрватској (укупно 148 km) 5.400 милиона динара

— Запрешић — Загреб — Окучани	148 km
-------------------------------	--------

— У САН Војводини (укупно 66 km) 1.976 милиона динара

— Кузмин — Добановци	66 km
----------------------	-------

— У СР Србији (укупно 243 km) 5.560 милиона динара

— Добановци — Београд	18 km
— Београд — Баточина	128 km
— Баточина — Алексинац	90 km
— обилазак око Ниша (јужни)	7 km

— У СР Македонији (укупно 50 km) 600 милиона динара

— Куманово — Скопље — Титов Велес	50 km
-----------------------------------	-------

2. Деонице на осталим магистралним путевима (укупно 727 km) 12.454 милиона динара

— У СР Босни и Херцеговини (укупно 233 km) 4.400 милиона динара

— пролаз кроз Сарајево	13 km
— Сарајево — Коњиц	50 km
— Бања Лука — Клашнице	10 km
— остале деонице	160 km

— У СР Црној Гори (укупно 99 km) 1.000 милиона динара

— Титоград — Никшић	54 km
— остале деонице	45 km

— У СР Македонији (укупно 40 km) 400 милиона динара

— У СР Хрватској (укупно 45 km) 1.600 милиона динара

— обилазак око Ријеке	14 km
— Гробник — Горње Јелење	10 km
— Стрмница — Калдрма	21 km

— У СР Словенији (укупно 31 km) 940 милиона динара

— Раздрто — Сежана — италијанска граница	31 km
--	-------

— У СР Србији (укупно 67 km) 990 милиона динара

— Београд — Панчево	18 km
— обилазак око Ниша (источни)	15 km
— обилазак Беле Паланке и Пирота	9 km
— Лесковац — Приштина	25 km

— У САН Војводини (укупно 146 km) 2.724 милиона динара

— Фекетић — Нови Сад	42 km
— Нови Сад — Инђија	30 km
— Инђија — Батајница	23 km
— Панчево — Београд	5 km
— Нови Сад — Зрењанин	46 km

— У САН Косово (укупно 76 km) 400 милиона динара

— Приштина — Лесковац	24 km
— Ветерник — Штинље	28 km
— остале деонице	24 km

Обим радова и инвестициона улагања према договору по појединим републикама и аутономним покрајинама

Босна и Херцеговина	укупно	233 km	4.400 милиона динара
Црна Гора	укупно	89 km	1.000 милиона динара
Македонија	укупно	90 km	1.000 милиона динара
Хрватска	укупно	193 km	7.000 милиона динара
Словенија	укупно	107 km	4.450 милиона динара
Србија	укупно	310 km	6.550 милиона динара
Војводина	укупно	212 km	4.700 милиона динара
Косово	укупно	76 km	400 милиона динара

Инвестиције у укупном износу од 29.500 милиона динара реализоваће се, према овом договору, из следећих извора:

— постепеном прерасподелом пореза на промет бензина и плинског уља изнад просечне стопе по стопама утврђеним савезним прописима у републикама и аутономним покрајинама, у складу са билансним могућностима;

— повећањем износа за путеве у цени бензина и плинског уља у складу са системом и политиком цена;

— приходима по посебним прописима;

— домаћим кредитима и јавним зајмовима;

— иностраним кредитима (Међународне банке, кофинансирањем и из осталих кредита).

Учесници овог договора се обавезују да ће у оквиру својих права и дужности организовати праћење остварења заједничких интереса и циљева утврђених овим договором и међусобно се обавештавати о стању и проблемима остварења овог договора.

Бранислав КРСМАНОВИЋ, дипл. инж.

Стање постојећих коловозних конструкција са асфалтним засторима на аеродромским површинама у погледу ефикасности и квалитета примењених решења

Војнотехнички институт ЈНА, на захтев Команде Ратног ваздухопловства и Противваздушне одбране, започиње обиман научноистраживачки задатак ради утврђивања стања постојећих аеродромских коловозних конструкција и оцене ефикасности, односно целисходности примењених решења. Овај задатак је од велике важности за организације и појединце који се баве пројектовањем, изградњом, експлоатацијом и улагањем у аеродромску инфраструктуру. Могуће је да се у спровођењу овог задатка укључе и други институти, чиме би се знатно добило у брзини и квалитету интерпретације резултата.

РАЗВОЈ АЕРОДРОМСКЕ МРЕЖЕ

У последњих 30 година изграђена је у потпуности примарна мрежа аеродрома за потребе цивилног вазду-

шног саобраћаја и ратног ваздухопловства, са укупном површином маневарских површина од око 10,000.000 m². С обзиром да је ово био и период наглог развоја авијације и ваздушног саобраћаја у целом свету, па и у нашој земљи, и да је у том периоду дошло и до релативно брзог прелаза са лакших типова авиона на клипни погон на млазну авијацију са авионима тежине претежно од 40 до 100 тона, на нашим аеродромима су примењивани савремени бетонски и асфалтни застори.

Ови објекти грађени су у периоду значајном због знатног еволуирања знања, схватања и техничких могућности грађења савремених коловоза, као и техничких услова за њихову изградњу. Изразите промене у типовима ваздухоплова повисиле су и захтеве у погледу стабилности и квалитета извођења коловозних конструкција у целини, а посебно бетон-

ског и асфалтног застора. Дошло је и до наглог развоја знања у области технологије производње бетонске и асфалтне масе и познавања реолошких особина асфалтних застора. Технологија уграђивања савремених бетонских застора знатно је напредовала, а нарочито асфалтних застора, где је напредак био изванредан, па је технологија у потпуности измењена у протеклом периоду.

Већина главних, а такође и већи број помоћних полетно-слетних стаза на нашим војним аеродромима потиче из периода интензивне изградње и формирања савремених аеродрома — од 1948. до 1958. године. Изграђене су на основу важећих техничких прописа и стандарда и имају веома сличне карактеристике у погледу димензија и врсте застора, његове носивости и квалитета. Пројектоване су и изграђене са цементнобетонским застором дебљине 15 до 25 cm, на подлози од шљунка или дробљеног камена, осим ретких које су израђене са асфалтним застором, и то углавном делимично (у Задру и Батајници).

Квалитет бетонских застора одговарао је ондашњој технологији грађења, са познатим недостацима, пре свега у слабој завршној обради, недовољној равности застора и слабој структури и отпорности површинског слоја бетона. Налазећи се константно у експлоатацији различитог интензитета, у зависности од врсте и места аеродрома у склопу Ратног ваздухопловства, ове полетно-слетне стазе и остале маневарске површине одржале су се у употреби до данас — са неким изузецима, и налазе се углавном у близини границе нормалног века трајања. С обзиром да број и обим оштећења на њима показују тенденцију прогресивног повећања и захтевања дубљих слојева застора, као и због модернизовања апарата Ратног ваздухопловства, планира се реконструкција већине тих објеката. На

неким је већ и изведена — применом асфалтних пресвлака у виду ојачања.

Са знатно вишим техничким стандардом изграђено је у периоду од 1959. до 1970. године више нових аеродрома са бетонским коловозним застором на маневарским површинама. То су данас аеродроми наше примарне мреже за континентални и интерконтинентални саобраћај, категорије „А“ по ИЦАО-класификацији, у Београду, Дубровнику, Загребу и Љубљани и наши главни линијски аеродроми за унутрашњи и континентални саобраћај у Титограду, Сплиту, Приштини и Сарајеву. Све ове бетонске површине изграђене су коришћењем савремених гарнитура за бетонске засторе, које су се састојале од разастирача и једног до два финишера, док је бетон справљан у централном постројењу од гранулисаног материјала, речног шљунка или дробљеног каменог агрегата.

Ма колико да је ова технологија била у своје време савремена, она је са данашњег аспекта имала много недостатака: ручна израда спојница, превелик број експанзионих спојница, ручна обрада бетонске површине, слаба нега бетона и др. Недовољна равност је највећа мана бетонских застора из тога доба. То их је убрзо, у конкуренцији са асфалтним засторима, бацило у други план.

Оправке и реконструкције бетонских површина отпочеле су 1961. године израдом асфалтних пресвлака преко дотрајалих бетонских површина на аеродромима изграђеним у време II светског рата. Дебљина асфалтних пресвлака била је око 10 cm, што је, према тада расположивим подацима, требало да буде довољно да се спречи рефлектовање бетонских спојница на површини новог асфалтног застора. У исто време изграђено је неколико нових аеродрома чија је инфраструктура имала асфалтни застор. Они су сада у употребљивом стању

за све врсте ваздухоплова, осим неких изузетака где је посао неквалитетно изведен па има тешкоћа у експлоатацији.

Асфалтни застори интензивно су коришћени од 1967. године за изградњу аеродрома у Задру, Ријеци, Охриду и Тивту и при реконструкцијама постојећих бетонских полетно-слетних стаза у Батајници, Пули, Петровцу и др. Тенденција прелажења на асфалтне засторе наставља се због њихове подобности за експлоатацију, грађење и одржавање, мада се најављује ренесанса бетонских коловозних поскупљења битумена и веће производње цемента у нашој земљи.

МОГУЋНОСТИ ДАЉЕ ПРИМЕНЕ АСФАЛТНИХ ЗАСТОРА

Позитиван развој примене асфалтних застора треба да буде потврђен успешним искуствима и резултатима из претходних година, као и другим повољностима и рентабилношћу за убудуће.

Повољност и рентабилност примене асфалтних застора у даљим изградњама и реконструкцијама је, пре свега, у изванредно опремљеним и оспособљеним организацијама за извођење асфалтних радова у цивилној оперативи и инжењерским јединицама ЈНА. Међутим, све то треба да буде потврђено и позитивним резултатима раније примењених решења, о чему треба припремити опсежну анализу и испитивање ради давања одређеног суда, што до сада још није урађено.

Пројектовање појединих објеката за изградњу или реконструкцију и израда техничких услова обављани су од случаја до случаја, уз коришћење појединих искустава из претходних градњи. У знатној мери коришћења су и лична искуства надзорних органа и извођача, као и резултати лабораторијских испитивања обављаних

у току грађења и снимања равности готових коловоза.

У последњих неколико година радilo се на ревизији постојећих стандарда за асфалтне мешавине ЈУС У.Е4.014 „Технички услови за израду асфалтних бетона“ и ЈУС У.Е9.020 „Класичне и савремене подлоге за путеве“. Ови стандарди примењивани су до сада и за аеродроме у већој или мањој мери, без обзира на раније специфичности зато што у нашој земљи до сада још нису донети никакви нормативи, стандарди или бар технички захтеви који би ближе одредили потребе аеродрома на том плану.

Предлогом за измене поменутих стандарда знатно су пооштрени услови за квалитет камена који се користи за производњу каменог агрегата, и то у погледу захтева за отпорност на брушење и на удар по Третону, што би, познавајући материјале који се користе у нашим условима, могло да дисквалификује употребу кречњака као материјала за израду горњих носећих слојева.

У једном одређеном периоду степени истрошености асфалтног застора на некој полетно-слетној стази и ауто-путу знатно се разликују. Основна разлика је у количини саобраћаја, која има као последицу висину учесталости оптерећења и проценат хабања, као и интензитет саобраћаја, односно бруто-тонажу коју је примио асфалтни коловоз. Оптерећење маневарских аеродромских површина знатно је слабије него на ауто-путевима или оптерећеним градским улицама. Из тог разлога касније допунско збијање — компримовање асфалтног застора у експлоатацији на полетно-слетне стазе је незнатно. Чак долази и до делимичног отварања застора под дејством температурних промена и падавина. Због ових разлика асфалтни застори примењени на аеродромским површинама имају своје одређене специфичности. Мередав-

ни параметри, резултати испитивања и толеранције између путева и аеродрома разликују се, мада су до сада примењивани слични прописи и стандарди.

ЗАКЉУЧАК

Постоји, дакле, више разлога за опсежније испитивање и анализу изграђених асфалтних застора на нашим аеродромима. Основно је да се провере ефикасности и квалитет употребљених решења. Суд добијен на овај начин представљаће, пре свега, полазну основу за даљу примену ове врсте застора, са решењима која ће се базирати на добијеним позитивним резултатима.

Испитивања ће бити конкретно усмерена у следећим правцима:

а) Макроскопски преглед и опис стања површине застора (испошћавања, деформације, подужни и попречни спојеви, једрина зрна, сегрегација, структура и др.).

б) Контрола храпавости и равности испитиваних коловоза.

в) Вађење непоремећених узорака из асфалтних застора до пуне дебљине ради добијања просека слојева, њихове везе и дебљине застора, и то најмање на 5 карактеристичних места по једном објекту.

г) Осматрање и снимање обавијања и абсорпције везива помоћу стереомикроскопа.

д) Одређивање физичко-механичких особина уграђених мешавина (гранулација, садржај везива, збије-

ност, стабилност, кохезија, пад стабилитета, особине екстрахираног везива и др.).

ђ) Анализа употребљивих минералних материјала са аспекта геолошког порекла.

е) Статичка испитивања готових коловоза и утврђивање њиховог садашњег LCN броја.

На основу прикупљених података и резултата испитивања припремиће се анализа за сваки аеродром посебно, као и упоредна анализа свих испитиваних аеродрома према следећем:

— осврт на квалитет извођења радова,

— климатске прилике,

— саобраћајно оптерећење,

— експлоатационе погодности,

— оцена стања коловозног застора, са посебним освртом на особине употребљених материјала и настале промене физичко-механичких особина асфалтних мешавина,

— утврђивање узрока појаве крива, нарочито појаве рефлектовања пукотина изнад спојница на бетонским плочама, као и испошћености, клизања и хабања.

Са интересовањем треба наравно очекивати завршну оцену и мишљење о целисходности примењених техничких решења, што ће свакако користити и да се покрене поступак да се преко Друштва за путеве утврде одређени нормативи, у оквиру постојећих стандарда, за путеве утврде одређени нормативи, у оквиру постојећих стандарда, за аеродромске коловозне површине.

Никола БУРИЋ, дипл. инж.

Актуелни проблеми грађења савремених путева

Зашта се одредити — за асфалтни или цементнобетонски коловозни застор — дилема је стара колико и грађење савремених путева, али увек, а поготову данас, веома актуелна.

Основно правило при избору коловозног застора је да треба, у складу са локалним условима, изабрати коловозни застор који је најекономичнији у тим условима. С правом се може поставити питање да ли је увек баш тако.

Последњи метри коловоза са цементнобетонским застором израђени су 1962. године на ауто-путу „Братство-јединство“, на деоници од Раље до Параћина. Од тада на путевима у Србији није изграђен ниједан метар цементнобетонског коловозног застора. Све коловозне конструкције завршене од тада израђене су са асфалтним коловозним застором.

Поставља се, сасвим оправдано, питање шта је разлог — неекономичност, лоша искуства у грађењу, отежано одржавање или нешто друго.

Од наведених фактора сваки је био од мањег или већег значаја, али је сигурно најмање значајан разлог била економичност. Та чињеница мора се прихватити.

Неадекватан квалитет неких изведених деоница и лоше одржавање, као и изванредан „бум“ асфалтних застора у току последњих десет година утицали су на потпуно одбацивање цементнобетонских коловозних застора. При том није вођено рачуна о основном елементу — економичност. Тако се у нашу земљу данас увози и затим прерађује не тако јефтина сировна нафта, док на другој страни леже неискоришћене огромне резерве сировина потребних за добијање цемента. То је и основни разлог што се поново поставља питање избора најекономичнијег коловозног застора, и то не само у Југославији већ и у другим, далеко развијенијим и богатијим земљама света. О томе је разговарано и на последњем Светском конгресу за путеве, одржаном прошле године у Мексику.

Данас је ова тема утолико актуелнија јер је битумен за кратко време достигао фантастично високу цену, која нас приморава да добро проанализирамо наше досадашње концепције о коловозним засторима.

Циљ овог чланка није да анализира већ познате чињенице о добрим и лошим особинама асфалтних и це-

ментнобетонских коловозних застора Међутим, неопходно је истаћи да је у току последњих десетак година технологија израде цементнобетонских коловозних застора знатно усавршена. Посебан напредак остварен је у изради спојница, које се сматрају основним недостатком ове врсте коловоза. Не може се занемарити ни битан напредак остварен у квалитету маса за заливање спојница, које су доскора представљале озбиљан проблем у одржавању цементнобетонских коловозних застора. Овоме треба додати и разне врсте хемијских препарата који се додају бетону ради побољшања отпорности коловозних застора на дејство мрза, утицај соли и друго.

Када се све ово узме у обзир, с правом се може поставити питање зашто су из употребе избачени цементно бетонски коловозни застори и постоје ли за то објективни разлози.

Одговор на ово питање јасан је и врло прецизан. Данас не постоје никакви објективни разлози за одбацивање цементнобетонских коловозних застора или за давање одређених предности асфалтним, поготову када се узме у обзир економичност. Њој се данас, с обзиром на врло високе цене коштања израде путева и ауто-путева поклања посебна пажња, а

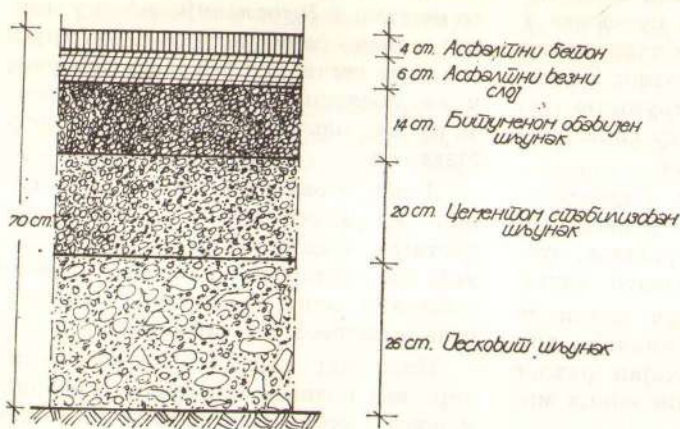
нарочито када је у питању коловозна конструкција, чије коштање представља највећу ставку у трошковима грађења једног савременог пута.

Да би ово било што јасније, на једном примеру анализирали су трошкови грађења асфалтног и цементнобетонског коловозног застора. Анализирана је деоница ауто-пута „Братство-јединство“ од Сурчина до Умчара. Као база за упоређење узете су цене које је понудило Пословно удружење „Југославија-пут“ за деоницу од Малог Пожаревца до Умчара. Трошкови коловозне конструкције са цементнобетонским застором анализирани су под истим условима као и пројектована коловозна конструкција са асфалтним застором.

За упоређење су одабране четири коловозне конструкције: пројектована коловозна конструкција са асфалтним коловозним застором (слика 1), две коловозне конструкције са цементнобетонским коловозним застором (слике 2 и 3) и једна у потпуности асфалтна коловозна конструкција позната под именом „full depth“ (слика 4).

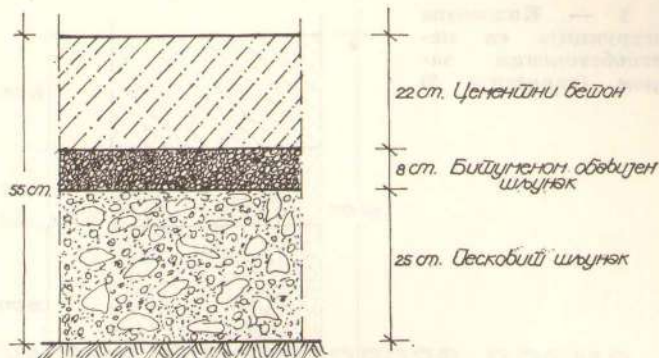
Пројектована коловозна конструкција на новом коловозу, приказана на слици 1, састоји се из:

— тампонског слоја од песковитог-шљунковитог материјала (захтевани



Сл. 1 — Пројектом предвиђена коловозна конструкција са асфалтним застором

Сл. 2 — Коловозна конструкција са цементнобетонским застором (варијанта 1)



модул стишљивости $M_s \geq 500 \text{ kp/cm}^2$), дебљине 26 cm у збијеном стању;

— слоја природне мешавине песковито-шљунковитог материјала стабилизованог са 3% цемента, дебљине 20 cm у збијеном стању;

— слоја битуминизованог шљунка (минимални стабилитет по Маршалу 360 kp), збијен у два слоја дебљине $2 \times 7 = 14 \text{ cm}$;

— везног слоја дебљине 6 cm;

— хабајућег слоја од асфалтног бетона дебљине 4 cm.

Ова коловозна конструкција коштала је 501,02 динара по квадратном метру.

Као алтернатива дата је коловозна конструкција са цементно бетонским коловозним застором у две варијанте. По првој (слика 2) коловозна конструкција састоји се из:

— тампонског слоја од песковито-шљунковитог материјала (захтевани модул стишљивости $M_s \geq 500 \text{ kp/cm}^2$), дебљине 25 cm у збијеном стању;

— слоја битуминизованог шљунка (минимални стабилитет по Маршалу 360 kp/cm²), дебљине 8 cm;

— цементнобетонског коловозног застора дебљине 22 cm.

Ова коловозна конструкција коштала је 442,94 динара по квадратном метру.

Коловозна конструкција са цементнобетонским коловозним застором

по другој варијанти (слика 3) састоји се из:

— тампонског слоја од песковито-шљунковитог материјала (модул стишљивости $M_s \geq 500 \text{ kp/cm}^2$), дебљине 25 cm у збијеном стању;

— слоја природне мешавине песковито-шљунковитог материјала стабилизованог са 3% цемента, дебљине 15 cm у збијеном стању;

— цементнобетонског коловозног застора дебљине 22 cm.

Цена ове коловозне конструкције је 437,94 динара по квадратном метру.

Као трећа алтернатива за упоређење узета је коловозна конструкција израђена у потпуности од битуменом обавијеном материјала („full depth“), која се састоји из:

— Слоја битуминизованог шљунка (минимални стабилитет по Маршалу 250 до 360 kp/cm²), дебљине $3 \times 10 = 30 \text{ cm}$ у збијеном стању;

— везног слоја дебљине 6 cm;

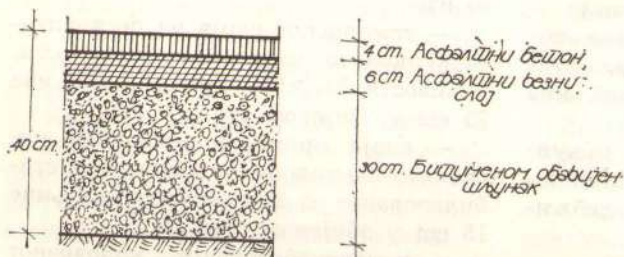
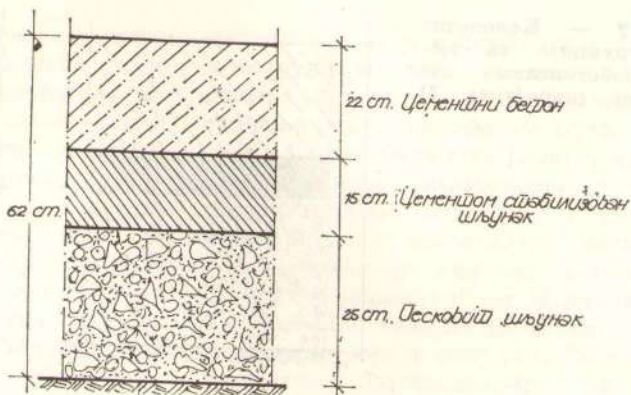
— хабајућег слоја од асфалтног бетона дебљине 4 cm.

Цена ове коловозне конструкције је 493,00 динара по квадратном метру.

На основу наведених цена једног квадратног метра коловозне конструкције може се закључити следеће:

— Коловозна конструкција са цементнобетонским коловозним засто-

Сл. 3 — Коловозна конструкција са цементнобетонским застором (варијанта 2)



Сл. 4 — Коловозна конструкција са асфалтним застором „full depth“

ром, према првој варијанти, јефтинија је од пројектом предвиђене коловозне конструкције за 11,31%.

— Коловозна конструкција са цементнобетонским коловозним застором у другој варијанти јефтинија је од пројектом предвиђене коловозне конструкције за 14,40%.

— Пројектом предвиђена коловозна конструкција кошта приближно

колико и „full depth“ коловозна конструкција.

Потребно је истаћи да носивост наведених конструкција и степен њихове заштићености од штетног дејства мраза није исти. Најсигурнија је пројектом предвиђена коловозна конструкција, а најосетљивија „full depth“ конструкција. Због тога је неопходно даље испитивати и ову врсту конструкција у нашим условима.

Др Душан СВЕТЕЛ, дипл. инж.

Примена битумена за коловозе према новим стандардима и техничким условима

УВОД

Нови стандард за битумен за коловозе — ЈУС У.М3.010/75 (са обавезном применом од 1. октобра 1975. године) предвиђа нове врсте битумена, које се знатно разликују од врста битумена по до сада важећим стандардима, и то како по пенетрационим границама тако и по условима квалитета.

Новим Техничким условима за израду асфалтних бетона — ЈУС У.Е4.014 (са обавезном применом од 1. марта 1975. године) предвиђена је примена одређених врста битумена према новом стандарду за битумен за коловозе, пошто се очекивало да ће нови стандард за битумен бити објављен пре 1. марта 1975. године.

Предлогом техничких услова за израду горњих носећих слојева од битуминизираних материјала по врућем поступку, који је настао издвајањем и ревизијом тачке 10. Стандарда за класичне и савремене подлоге за путеве (ЈУС У.Е9.020/66) и ускоро треба да буде усвојен и објављен, предвиђена је такође примена неких

врста битумена према новом стандарду.

С обзиром на знатан број новина, како у врстама и особинама битумена тако и у начину примене и врстама битумена у асфалтним мешавинама за хабајуће, везне и носеће слојеве коловозне конструкције, у овом чланку биће приказане најважније измене у односу на до сада важеће стандарде и техничке услове.

ЈУГОСЛОВЕНСКИ СТАНДАРД ЗА БИТУМЕН ЗА КОЛОВОЗЕ

Југословенски стандард за битумен за коловозе — услови квалитета по ЈУС У.М3.010/75 — уводи више новина у односу на стари стандард за битумен за коловозне засторе ЈУС У.М3.010/65.

Врсте битумена предвиђене ранијим југословенским стандардом нису одговарале ни према распону пенетрације нити према њиховим вредностима, јер је овим стандардом био обухваћен готово потпуни обим пенетрације од 10 до 320 степени пенетра-

Табела 1.

Особине битумена		В р с т а б и т у м е н а							
		БИТ. 35/300	БИТ. 40/200	БИТ. 45/120	БИТ. 50/75	БИТ. 55/50	БИТ. 60/35	БИТ. 65/25	БИТ. 70/15
Тачка размекшавања по ПК (°C)		32 до 36	37 до 42	43 до 46	47 до 51	52 до 56	57 до 61	62 до 66	67 до 73
Пенетрација (дубина продирања) на 25° C (0,1 мм)		260 до 320	160 до 240	90 до 150	60 до 90	40 до 60	30 до 40	20 до 30	10 до 20
Индекс пенетрације ИП		—	—1,0 до + 0,7	—1,0 до + 0,7	—1,0 до + 0,7	—1,0 до + 0,7	—1,0 до + 0,7	—1,0 до + 0,7	—1,0 до + 0,7
Дуктилитет (растегљивост) најмање (см)	на 15°C	100	—	—	—	—	—	—	—
	на 25°C	—	100	100	100	100	40	20	5
Тачка лома по Фрасу највише (°C)		—20	—15	—12	—10	—6	—4	—1	+3
Парафински број, највише (%)		2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Количина пепела, највише (%)		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Нерастворљивих састојака (без пепела) највише (%)		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Релативна густина, најмање		0,99	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Особине битумена после петочасовног загревања на 163°C									
Губитак масе, највише (%)		2,5	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Повишење тачке размекшавања по ПК, највише (%)		10	10	10	10	10	8	6	6
Тачка лома по Фрасу, највише (°C)		—14	—10	—8	—6	—5	±0	+1	+5
Смањење пенетрације, највише (%)		60	60	60	60	60	60	50	40
Дуктилитет, најмање (см)	на 15°C	50	—	—	—	—	—	—	—
	на 25°C	—	50	50	50	50	15	5	2

БИТУМЕН ЗА КОЛОВОЗНЕ ЗАСТОРЕ

		Пенетрација									
		10	20	30	40	60	90	200			
Ранији стандард	Врсте битумена	БИТ 70/15	65/25	60/35	55/50	50/75	45/120	40/200	35/300		
Нови стандард	Врсте битумена	БИТ 15	БИТ 25		45	60	90	130	200		

АСФАЛТНИ БЕТОН ЗА ХАБАЈУЋЕ И ВЕЗНЕ СЛОЈЕВЕ

АСФАЛТНИ БЕТОН ЗА ХАБАЈУЋЕ И ВЕЗНЕ СЛОЈЕВЕ										Пенетрација
		10	20	30	40	60	90	200		
ПЕШЧАНИ АСФАЛТ	Ранији стандард				55/50	50/75				
	Нови стандард				45	60	90			
АСФАЛТНИ БЕТОН	Ранији стандард					50/75	45/120	40/200	35/300	
	Нови стандард				45	60	90			

НОСЕЋИ АСФАЛТНИ СЛОЈЕВИ

РАНИЈИ СТАНДАРД	Ситнозрне	Пенетрација									
		10	20	30	40	60	90	200			
НОВИ СТАНДАРД	Средњезрне										
	Крупнозрне					50/75	45/120	40/200			
	I класа				45	60					
	II, III класа				45	60	90				
	IV, V класа				45	60	90	200			

СЛИКА 1

ције. То је био један од недостатака стандарда јер сва подручја вискозитета, односно пенетрације нису интересантна и битна за примену. Осим тога, границе пенетрације биле су сувише широке, и то нарочито за мекше врсте битумена, тако да су се за одређене примене користили битумени неодговарајућих карактеристика.

У табели 1. дате су врсте битумена и услови квалитета према ранијем стандарду за битумен за коловозне засторе, док су у табели 2. наведене врсте и услови квалитета за битумен за коловозе према новом стандарду.

Уместо ранијих осам врста битумена, у распону пенетрације од 10 до 320 степени пенетрације, у новом стандарду предвиђено је седам врста битумена, у распону пенетрације од 10 до 210 степени пенетрације. Битумени пенетрације изнад 210 искључени су из примене јер не одговарају као везиво у асфалтним мешавинама пошто доводе до појаве мешавина деформација појединих слојева коловозне конструкције.

Као што се види на слици 1, распони пенетрација појединих врста битумена, а нарочито оних мекших, мањи су у новом стандарду.

У новом стандарду битумен се означава према називној пенетрацији, а не према вредности тачке размекшавања и пенетрације.

Новим стандардом тражи се да битумени буду постојани на дејство виших температура и дуготрајно загревање. Ово се огледа у строжим критеријумима за особине битумена после његовог петочасовног загревања на температури од 163°C .

Од посебног значаја за квалитет битумена и могућност његове примене је температура осетљивост битумена, тј. промена вискозитета битумена у функцији температуре. Уколико је ова осетљивост мања, битумен има боље реолошке карактеристике и бо-

ље се понаша на ниским и високим температурама, које могу условити и појаву деформација, односно пукотина у асфалтном застору. Из табеле 2. види се да су по новом стандарду предвиђене тачке лома битумена ниже, а да су, истовремено, границе вискозитета, односно пенетрације уже. Одређивање вискозитета битумена у што ширим температурним границама веома је важно. При том је нарочито значајно познавање вискозитета у температурним границама при којима се припрема, уграђује и компримује асфалтна мешавина. У новом стандарду предвиђено је зато и обавезно одређивање динамичког вискозитета на 60°C и кинематичког вискозитета на 135°C .

Ревизијом стандарда за битумен за коловозе постигнут је значајан напредак у односу на ранији југословенски стандард, и то како у погледу асортимана, односно врста битумена тако и у погледу граница пенетрација и осталих услова којима треба да се обезбеди добијање битумена повољнијих карактеристика.

ЈУГОСЛОВЕНСКИ СТАНДАРД — ТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ЗА ИЗРАДУ АСФАЛТНИХ БЕТОНА

Техничким условима за израду асфалтних бетона — ЈУС У.Е4.014, насталим ревизијом стандарда ЈУС У.Е4.014 из 1964. године, унете су знатне измене како у вези с квалитетом асфалтних мешавина и њиховим саставом тако и у погледу врста битумена које се примењују. Очекивало се да ће стандард за битумен бити знатно раније објављен, па се Техничким условима за асфалтни бетон тражи обавезна примена битумена по новом стандарду за битумен.

Технички услови за израду асфалтних бетона који се уграђују у хабајуће и везне слојеве коловозне конструкције врло су ригорозни кад је

Табела 2.

Особине битумена		Врсте битумена						
		БИТ. 200	БИТ. 130	БИТ. 90	БИТ. 60	БИТ. 45	БИТ. 25	БИТ. 15
Пенетрација (дубина продирања) на 25°C	дм	160 до 210	120 до 150	80 до 100	50 до 70	35 до 50	20 до 30	10 до 20
Тачка размекшавања по ПК	°C	37 до 43	41 до 46	45 до 51	40 до 50	54 до 60	59 до 66	66 до 72
Индекс пенетрације, ИП, најмање		—1,0	—1,0	—1,0	—1,0	—1,0	—1,0	—1,0
Дуктилитет (растегљивост) на 25°C, најмање	см	100	100	100	100	50	15	5
Тачка лома по Фрасу, највише	°C	—15	—13	—11	—8	—6	—3	+1
Садржај парафина, највише	%	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Нерастворљивих састојака у тетрахлоругљенику (CCl ₄), највише	%	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Релативна густина на 25°C, најмање		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Губитак масе после пет сати загревања на 163°C, највише	%	1,0	0,8	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5
Смањење пенетрације после загревања, највише	%	40	40	40	40	35	35	30
Тачка лома по Фрасу после загревања, највише	°C	—12	—10	—8	—6	—4	—1	+3
Динамички вискозитет на 60°C	цП	одређује се						
Кинематички вискозитет на 135°C	цСт	одређује се						

у питању квалитет, односно врста битумена. Искуство је показало, а то је и на свим светским конгресима одржаним последње деценије истицано, да је један од главних узрока појаве пластичних па и вискозних де-

формација на нашим и страним путевима примена меких врста битумена, који имају сувише низак вискозитет у температурним границама у којима се пут експлоатише. Савременим динамичким испитивањем асфал-

тних мешавина утврђено је да се коришћењем мекших врста битумена добијају асфалтне мешавине на којима се при фреквенцијама променљивог оптерећења, проузрокованим дејством саобраћаја, јављају пластичне деформације.

Стога се у новим техничким условима предвиђа примена само три врсте битумена: БИТ. 90, БИТ. 60 и БИТ. 45.

Ове врсте битумена примењују се за све асфалтне мешавине састављене по принципу асфалтних бетона, за хабајуће и везне слојеве коловозне конструкције и за путеве свих саобраћајних класа.

Према ранијим техничким условима за израду асфалтних бетона за пешчани асфалт била је прописана примена битумена БИТ. 55/50 и БИТ. 50/75, за ситнозрни асфалтни бетон са мало ситнежи битумена БИТ. 50/75 и БИТ. 45/120 а изузетно БИТ. 55/50 (за ситнозрни асфалтни бетон са доста ситнежи), за крупнозрни асфалтни бетон и биндер битумена БИТ. 45/120 и БИТ. 40/200, а изузетно БИТ. 50/75 и БИТ. 35/300. Карактеристично је за овај стандард да се за ситнозрни асфалтни бетон са доста ситнежи, крупнозрни асфалтни бетон и биндер препоручују битумени БИТ. 45/120 и БИТ. 40/200, а изузетно тврђи или чак мекши битумени. Препорука да се за асфалтне мешавине примењују овако меке врсте битумена (које се најчешће и примењују) највећа је грешка и недостатак ранијих стандарда.

Новим техничким условима за израду асфалтних бетона ситнозрни асфалтни бетони са мало ситнежи, тј. опеке не примењују се, односно не предвиђају као стандардни тип асфалтне мешавине. Сви асфалтни бетони, осим пешчаног асфалта, означавају се према највећем зрну и деле на асфалтне бетоне за хабајуће сло-

јеве и асфалтне бетоне за везне слојеве.

На слици 1 упоредно су приказани битумени који се препоручују за примену при изради пешчаног асфалта и асфалтних бетона за везне и хабајуће слојеве, и то према ранијем и новом стандарду. У вези с припремом пешчаних асфалта нема битнијих разлика, док је код свих других асфалтних бетона предвиђених за хабајуће и везне слојеве разлика врло велика. Према ранијем стандарду најтврђа врста битумена је имала границе пенетрације 60 до 90, а било је предвиђено да се примењују све мекше врсте битумена, па чак и оне пенетрације до 320. Према новим техничким условима, најмекша дозвољена врста битумена има границе пенетрације 80 до 100, а предвиђа се примена и две тврђе врсте битумена граница пенетрације 50 до 70 и 35 до 50. То значи да се новим техничким условима за асфалтне бетоне забрањује примена три врсте мекких битумена који су се раније примењивали, док се истовремено предвиђа примена две врсте тврђег битумена који раније нису били предвиђени за ове врсте асфалтних мешавина.

На основу нових техничких услова за израду асфалтних бетона Институт за путеве у Београду препоручио је примену одређених врста битумена у зависности од примењене врсте асфалтног бетона, класе саобраћајног оптерећења и атмосферских услова, као што се види у табели 3.

ЈУГОСЛОВЕНСКИ СТАНДАРД — ТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ЗА ИЗРАДУ ГОРЊИХ НОСЕЊИХ СЛОЈЕВА ОД БИТУМИНИЗИРАНОГ МАТЕРИЈАЛА ПО ВРУЋЕМ ПОСТУПКУ

Предлог техничких услова за израду горњих носећих слојева од би-

Табела 3.

Класа саобраћајног оптерећења	Врста асфалтног бетона	Врста битумена
Путеви за врло густ саобраћај (за надморске висине испод 500 м)	Хабајући слој 0/8, 0/11, 0/16 Везни слој 0/16, 0/22	БИТ. 60
Путеви за врло густ саобраћај (за надморске висине изнад 500 м)	Хабајући слој 0/8, 0/11, 0/16 Везни слој 0/16, 0/22	БИТ. 90
Путеви за густ саобраћај (за надморске висине испод 500 м)	Хабајући слој 0/11, 0/16 Везни слој 0/16, 0/22	БИТ. 60
Путеви за густ саобраћај (за надморске висине изнад 500 м)	Хабајући слој 0/11, 0/16 Везни слој 0/16, 0/22	БИТ. 90
Путеви за средње густ саобраћај	Хабајући слој 0/5 Хабајући слој 0/8 Хабајући слој 0/11, 0/16 Везни слој 0/11	БИТ. 60 (БИТ. 45) БИТ. 60 (БИТ. 90) БИТ. 90 БИТ. 60, БИТ. 90 (БИТ. 45)
Путеви за саобраћај мале густине	Хабајући слој 0/5 (0/2) Хабајући слој 0/8 Хабајући слој 0/11 Хабајући слој 0/16	БИТ. 60 БИТ. 60 (БИТ. 45) БИТ. 60 (БИС. 90) БИТ. 90
Путеви за саобраћај врло мале густине	Хабајући слој 0/5 (0/2) Хабајући слој 0/8	БИТ. 60 (БИТ. 45) (БИТ. 90) БИТ. 90

туминизираним материјала по врућем поступку настао је издвајањем и ревизијом тачке 10. Стандарда за класичне и савремене подлоге за путеве — техничких услова за израду ЈУС У.Е9.020 од 1966. године.

Предлог техничких услова за израду горњих носећих слојева од битуминизираним материјала такође је ригорозан у односу на врсте примењеног битумена. Сматра се да је узрок стварања деформација на коловозима не само примена мекших врста битумена у хабајућим и везним слојевима коловозне конструкције већ и примена мекших и неодговарајућих

врста битумена у горњим носећим слојевима коловозне конструкције.

По важећим прописима за асфалтне мешавине за горње носеће слојеве коловозне конструкције, за ситнозрне мешавине примењују се битумени БИТ. 45/120, БИТ. 50/75 и БИТ. 55/50, а за средњезрне и крупнозрне мешавине битумени БИТ. 40/200, БИТ. 45/120 и БИТ. 50/75, према ранијим прописима за битумен за коловозне засторе.

Према новом предлогу техничких услова, примена врсте битумена зависи првенствено од величине саобраћајног оптерећења, па се за путеве

I класе предвиђа коришћење само најтврђих врста битумена БИТ. 60 и БИТ. 45, за другу и трећу класу врсте БИТ. 90, БИТ. 60 и БИТ. 45, а за четврту и пету класу БИТ. 200, БИТ. 90, БИТ. 60 и БИТ. 45.

Као што се види на слици 1, на којој су упоредо приказане врсте битумена које се примењују према постојећем стандарду, као и из предлога новог стандарда, убудуће се и за носеће слојеве предвиђа примена тврђих, вискознијих врста битумена. За носеће слојеве путева са врло густим саобраћајем примењују се тврђи битумени (БИТ. 45 и БИТ. 60) него за хабајуће и везне слојеве, за које, за овај саобраћајни разред, може да се примени и битумен БИТ. 90.

За носеће слојеве путева са густим и средње густим саобраћајем примењују се исте врсте битумена као и за везне и хабајуће слојеве. Само на путевима са саобраћајем мале и врло мале густине, на којима се везни слојеви и не примењују, може се примењивати и битумен БИТ. 200, који се до сада редовно примењивао у носећим слојевима за све врсте саобраћајног оптерећења, па често и на ауто-путевима.

ЗАКЉУЧАК

Новим југословенским стандардом за битумен за коловозе ЈУС У.М3.010/75 предвиђене су врсте битумена са ужим границама пенетрације и бољих особина него у ранијем стандарду.

Техничким условима за израду асфалтних бетона ЈУС У.Е4.014 и Предлогом нових техничких услова за израду горњих носећих слојева од битуминизираних материјала по врућем поступку предвиђена је примена тврђих врста битумена у односу на раније стандарде из 1964. и 1966. године.

Од врста битумена предвиђених новим стандардом за битумен за коловозе БИТ. 25 и БИТ. 15 примењују се и за ливене и тврдо ливене асфалте.

Битумен БИТ. 130, према новом стандарду за битумен за коловозе, не примењује се за носеће, везне и хабајуће слојеве коловозне конструкције код којих се у носеће слојеве уграђују битуминизирани материјали по врућем поступку, а у везне и хабајуће слојеве асфалтне мешавине по принципу асфалтног бетона.

За горње носеће, хабајуће и везне слојеве коловозне конструкције у које се уграђују мешавине по овом принципу примењиваће се битумени БИТ. 90, БИТ. 60 и БИТ. 45.

Само изузетно, и то за горње носеће слојеве коловозних конструкција на путевима са саобраћајем мале и врло мале густине, примењиваће се битумен БИТ. 200.

Битумен БИТ. 200, који се до сада примењивао у доста великим количинама, у будуће ће се примењивати за добијање битуменских емулзија и сл. С обзиром на цену битумена, вероватно се он неће примењивати ни у доњим носећим слојевима за које се већином примењују механичке и хемијске стабилизације на бази хидрауличких везива. Нова испитивања су показала да у хемијским стабилизацијама на бази угљоводоничних везива, тј. за битуменским стабилизацијама такође треба примењивати тврђе врсте битумена.

На почетку грађевинске сезоне у 1976. години примењиваће се стога углавном три врсте битумена, и то БИТ. 90, БИТ. 60 и БИТ. 45. Ово ће пре свега представљати тешкоћу за произвођача битумена, који дотле треба да преоријентишу технологију његовог добијања на тврђе и квалитетније врсте битумена. Грађевинска предузећа ће морати да савладају те-

шкоће око измене технологије у припреми, уграђивању и, нарочито, збијању асфалтних мешавина у одређене слојеве коловозних конструкција.

Циљ ове информације је да се на

време скрене пажња произвођачима и потрошачима битуменог везива на тешкоће које се могу појавити на почетку грађевинске сезоне, а које безусловно треба на време савладати.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Гранжан Миодраг, дипл. инж.: „Тенденција у новим техничким условима за израду асфалтних бетона“. „ПУТ И САОБРАЋАЈ“, 21 св. 9—10, 19—25 (1975).
- [2] Светел, др Душан, дипл. инж.: „Предлог нових југословенских спецификација за битумен за коловозе“. „ЦЕСТЕ И МОСТОВИ“, 21, 97—113 (1975).
- [3] ЈУС У.М3.010: Југословенски стандард — Битумен за коловозе
- [4] ЈУС У.Е4.014: Југословенски стандард — Технички услови за израду асфалтних бетона.

Мирослав ВЕНЦЛ, дипл. инж.

Основни појмови примењене статистике

УВОД

Савремене методе рада у грађевинарству захтевају праћење појава одређене врсте, а затим њихову каснију анализу ради давања коначне оценое одређеним процесима. Ове анализе захтевају статистичку обраду података, па ће у овом чланку бити изнете основне поставке којима се служи статистика ради лакшег сналажења у великом броју података којима обилује сваки процес. Неки проблеми појављују се готово свакодневно а захтевају познавање основних поставки статистике ради лакше интерпретације резултата: одређивање марке бетона, њена зависност од водоцементног фактора, зависност збијености материјала од броја прелаза ваљака, зависност једноаксијалне чврстоће хемијске стабилизације од процента цемента итд.

СКУП — УЗОРАК

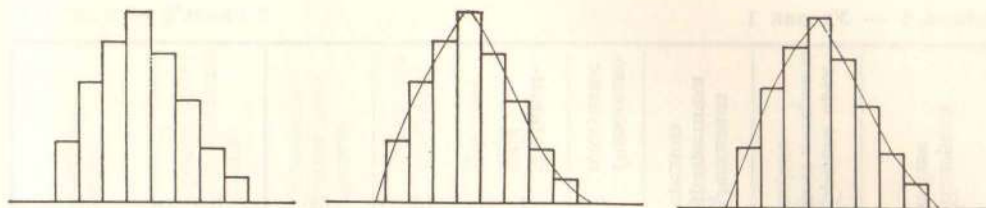
Статистички скупови су скупови на чијим елементима се мери једно или више обележја и чије вредности варирају од елемента до елемента.

Статистички скуп из кога се извучи подскуп назива се популација (основни скуп). Тако извучен подскуп основног скупа назива се узорак и кроз његове карактеристике се оцењује основни скуп (популација). Узорак може да буде одређен на више начина (случајно, методом квота итд.). Узорак одређен по методи квота (елементи имају још неку сличност поред испитивања) не дозвољава могућност оценое грешке популације. Узорак базиран на рачун вероватноће (случајни узорак) дозвољава одређивање грешке популације, па се углавном и користи.

Популација или узорак могу се представити тако да је независно променљива одређена вредност у популацији или узорку, а зависно променљива је учесталост (фреквенција) у популацији. У ту сврху се користе различите могућности графичког представљања (хистограм, полигон фреквенције и крива фреквенција итд.), приказане на сликама 1 до 3.

Функционална зависност вредности и њене фреквенције у узорку може се изразити као:

— непрекидна функција (распоред),



— прекидна функција (распоред).

Најчешћи облици непрекидног распореда су:

— нормалан распоред (Гаусова крива),

— Студентов распоред,

— Фишеров распоред.

Најчешћи облици прекидног распореда су:

— биномни распоред,

— Поасонов распоред,

— хипергеометријски распоред.

Величина узорка одређена је бројем елемената, па се деле на:

— велике узорке (број елемената је већи од 30),

— мале узорке.

Случајан узорак се, уколико има више од 30 елемената, обрађује по функцији нормалног распореда, а уколико је у питању мали узорак, обрађује се по функцији Студентовог распореда.

ИЗРАЧУНАВАЊЕ КАРАКТЕРИСТИКА УЗОРКА

Најважније карактеристике узорка су:

— аритметичка средина $\bar{x}$,

— просечно квадратно

одступање (варијанса) S^2 ,

— стандардна девијација S ,

— коефицијент варијације V ,

— коефицијент асиметрије b_1 ,

— коефицијент спљоштености b_2 .

У следећа два примера биће приказан поступак израчунавања наведених карактеристика узорка. На је-

дном од слојева коловозне конструкције обављена су мерења опитом плочом и добијени резултати образују два случајна узорка.

Табела 1 — Узорак 1

Табела 2 — Узорак 2

На основу овако утврђених карактеристика могуће је одредити коме моделу распореда припада одговарајући узорак.

Потребни услови су:

— за биномни

распоред 1) $0 < \bar{x}/n < 1$

2) $S^2 \approx \bar{x}(1 - \bar{x}/n)$

— за Поасонов

распоред 1) $\bar{x} \approx S^2$

— за нормалан

распоред 1) $b_1 \approx 0$ 2) $b_2 \approx 0$

Уколико постоји сумња у оцени припадности распореда одређеном моделу, приступа се израчунавању теоријских вероватноћа за одговарајуће моделе, па се на основу средњег квадратног одступања формираног од разлике стварних и теоретских фреквенција изабира онај модул распореда који код кога је средње квадратно одступање најмање ($\sum d^2/n$).

ОЦЕНА ПОПУЛАЦИЈЕ НА ОСНОВУ ПОКАЗАТЕЉА ИСПИТИВАНОГ УЗОРКА

Полазећи од тога да је узорак случајан и да зато има нормалан распоред, може се оценити цела популација. Аритметичка средина случајног узорка представља оцену праве аритметичке средине скупа. Могућност

Табела 1 — Узорак 1

Интервал појаве	Средња вредност интервала појаве	Очекивана аритметичка средина	Очекивано одступање	Фреквенција				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
760 до 769	764,5	804,5	—40	1	— 40	1.600	— 64.000	2,560.000
770 до 779	774,5	804,5	—30	3	— 90	2.700	— 81.000	2,480.000
780 до 789	784,5	804,5	—20	20	—400	8.000	—160.000	3,200.000
790 до 799	794,5	804,5	—10	24	—240	2.400	— 24.000	240.000
800 до 809	804,5	804,5	0	31	0	0	0	0
810 до 819	814,5	804,5	10	29	290	2.900	29.000	290.000
820 до 829	824,5	804,5	20	18	360	7.200	144.000	2,880.000
830 до 839	834,5	804,5	30	2	60	1.800	54.000	1,620.000
840 до 849	844,5	804,5	40	2	80	3.200	128.000	5,120.000
Суме				130	20	298.000	26.000	18,340.000
[Нормални моменти (средње вредности)]					0,154	229.231	200.00	141,076.923
					m ₁	m ₂	m ₃	m ₄
Централни моменти други трећи четврти					l ₂ = m ₂ — m ₁ ² = 229,207			
					l ₃ = m ₃ — 3m ₂ m ₁ + 2m ₁ ³ = 94,240			
					l ₄ = m ₄ — 4m ₃ m ₁ + 6m ₂ m ₁ ² — 3m ₁ ⁴ = 140986,415			
Аритметичка средина $\bar{x} = 804,500 + m_1 =$					804,654			
Варијанса S ² = l ₂					229,207			
Стандардна девијација S = $\sqrt{l_2} =$					15,139			
Коефицијент варијације V = S/ $\bar{x}$ =					1,88%			
Коефицијенат асиметрије b ₁ = l ₃ ² /l ₂ ³ =					0,001			
Коефицијенат спљоштености b ₂ = l ₄ /l ₂ ²					2,684			

одступања аритметичке средине случајног узорка од праве аритметичке средине дефинисана је стандардном грешком. Стандардна грешка оцене праве средине одређује се по обрасцу:

$$S_m = S/\sqrt{n},$$

где је S стандардна девијација масе за коју се сматра да је иста као и стандардна девијација узорка који је одређен по закону вероватноће. Математичка и експериментална испитивања довела су до закључка да

је резултат тачнији уколико се рачуна са „степенима слободе“ а не са бројем чланова, тако да образац гласи:

$$S_m = S/\sqrt{n-1}.$$

На основу добијене стандардне грешке може се оценити интервал у коме ће се наћи права аритметичка средина скупа. Аритметичка средина се одређује по обрасцу:

$$\bar{X} = \bar{x} \pm A \cdot S_m,$$

где је вредност коефицијента А ус-

Табела 2 — Узорак 2

Интервал појаве	Средња вредност интервала појаве	Очекивана аритметичка средина	Очекивано одступање	Фреквенција	fd	fd ²	fd ³	fd ⁴
1	2	3	4	5	6	7	8	9
760 до 769	764,5	804,5	-40	2	- 80	3.200	-128.000	5.120.000
770 до 779	774,5	804,5	-30	8	-240	7.200	-216.000	6.480.000
780 до 789	784,5	804,5	-20	19	-380	7.600	-125.000	3.040.000
790 до 799	894,5	804,5	-10	22	-220	2.200	- 22.000	220.000
800 до 809	804,5	804,5	0	27	0	0	0	0
810 до 819	814,5	804,5	10	32	320	3.200	32.000	320.000
820 до 829	824,5	804,5	20	25	500	10.000	200.000	4.000.000
830 до 839	834,5	804,5	30	14	420	12.600	378.000	11.340.000
840 до 849	844,5	804,5	40	5	200	8.000	320.000	12.800.000
Суме				154	560	54.000	412.000	43.320.000
Нормални моменти (средње вредности)					3,377	350,649	2675,325	281298.701
					m ₁	m ₂	m ₃	m ₄
Централни моменти: други трећи					I ₂ =m ₂ -m ₁			
					I ₃ =m ₃ -3m ₂ m ₁ +2m ₁ ³ =			
четврти					339,248			
					799,688			
					I ₄ =m ₄ -4m ₃ m ₁ +6m ₂ m ₁ ² -3m ₁ ⁴ =			
					268762,085			
Аритметичка средина $\bar{x}=80,5+m_1=$					807,877			
Варијанса $S^2=I_2=$					339,248			
Стандардна девијација $S=\sqrt{I_2}=$					18,419			
Коефицијент варијације $V=S/\bar{x}=$					2,28%			
Коефицијент асиметрије $b_1=I_3/I_2^{3/2}=$					0,016			
Коефицијент спљоштености $b_2=I_4/I_2^2=$					2,335			

ловљена одређеном вероватноћом „p“ и величином узорка према табели 3.

РАЗЛИКА ИЗМЕЂУ ДВЕ ОЦЕНЕ ПОПУЛАЦИЈЕ

Врло је честа ситуација да се упоређују два узорка и на основу тог упоређења оцењује да ли су оба издвојена из исте масе или представљају две различите масе. Оцена се

даје на основу усвојене вероватноће „p“ и на основу стандардне грешке разлике аритметичких средина приказане у уобичајеном (стандардном) облику.

Разлика аритметичких средина у уобичајеном (стандардном) облику је:

$$T = \bar{X}/S_t$$

где је

$$\bar{X} = \bar{x}_1 - \bar{x}_2, \text{ а } S_t = \sqrt{S_1^2/n_1 + S_2^2/n_2}$$

Табела 3 — Величине коефицијента А

n=1	p=95%	p=99%
5	2,57	4,03
6	2,45	3,71
7	2,36	3,50
8	2,31	3,36
9	2,26	3,25
10	2,23	3,17
11	2,20	3,11
12	2,18	3,06
13	2,16	3,01
14	2,14	2,98
15	2,13	2,95
16	2,12	2,92
17	2,11	2,90
18	2,10	2,88
19	2,09	2,86
20	2,09	2,84
21	2,08	2,83
22	2,07	2,82
23	2,07	2,81
24	2,06	2,80
25	2,06	2,79
26	2,06	2,78
27	2,05	2,77
28	2,05	2,76
29	2,04	2,76
30	2,04	2,75
31	1,96	2,58

Добијена вредност Т процењује се у односу на коефицијент А. Уколико је $T \leq A$, сматра се да је разлика аритметичких средина случајна и да оба узорка репрезентују исту популацију. Ако је $T > A$, сматра се да је разлика значајна и да су у питању две различите популације. Ево једног примера извођења оцено на основу два раније наведена узорка:

Узорак 1:

$$n_1 = 130, \bar{x}_1 = 804,654, \\ S_1^2 = 229,207.$$

Узорак 2:

$$n_2 = 154, \bar{x}_2 = 807,877, \\ S_2^2 = 339,248. \\ \bar{X} = 3,223, S_t = 1,991, T = 1,618, \\ \text{за „p“} = 95\%, A = 1,96.$$

Пошто је $T < A$, може се рећи да је разлика аритметичких средина случајна и да оба узорка репрезентују исту популацију носивости коловозне конструкције.

Иако су узорци анализирани тако да је дат само проценат повољних резултата (p), у односу на укупан број испитиваних елемената узорка (n), вредност нормализоване аритметичке средине се одређује по обрасцу:

$$T = p/S_p,$$

где је

$$P = p_1 - p_2, \text{ а } S_p = p_1(1 - p_1)/n_1 + \\ p_2(1 - p_2)/n_2$$

Примењујући претходна два узорка за давање оцено, добило би се следеће:

Узорак 1:

$$n_1 = 130, p_1 = 82/130 = 0,631, \\ (1 - p_1) = 0,369.$$

Узорак 2:

$$n_2 = 154, p_2 = 103/154 = 0,669, \\ (1 - p_2) = 0,331. \\ P = 0,038, S_p = 0,057, T = 0,670, \\ \text{за „p“} = 95\%, A = 1,96.$$

Оцена разлика остаје иста, што значи да је случајна и да оба узорка репрезентују исту популацију.

РЕГРЕСИОНА АНАЛИЗА

Из потребе испитивања међусобних утицаја одређених појава и мера њихове међусобне зависности дошло се до истраживања познатих под име-

ном регресиона анализа. Основни показатељи у оквиру ових испитивања су једначина регресије и коефицијенат корелације (индекс корелације). Једначина регресије одређује зависност, односно очекивану везу у појавама, а коефицијенат корелације указује на квалитет те везе.

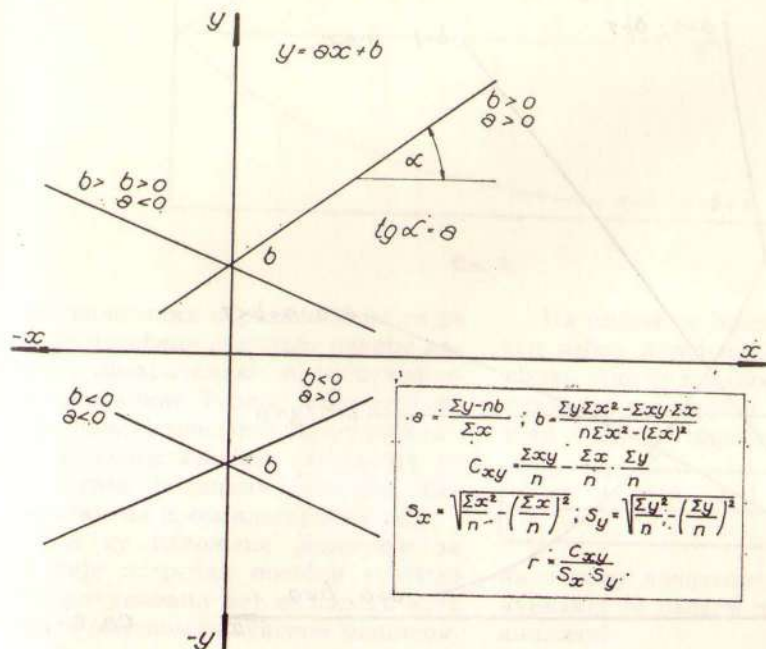
Регресиона једначина може имати облик линеарне, криволинијске или сложене функције, али се већина промена може дефинисати линеарном једначином или функцијом другог степена. Да би се одредила тражена једначина регресије, мора се поставити услов који ће бити испуњен. Најчешће примењиван услов је да је збир квадрата одступања минималан (мада се могу поставити и други услови у зависности од природе појаве која се испитује), што значи да је збир квадрата разлика стварних вредности добијених једначином регресије минималан.

Да би се испитала зависност две појаве, потребно је једну одредити као независно променљиву (x) а другу

као зависно променљиву (y), а затим се, на основу постављеног услова и претпостављених облика једначине регресије, одређује коефицијенат корелације, па се на основу њих усваја најпогоднији облик једначине регресије. Поред наведених елемената (једначина регресије и коефицијенат корелације), треба одредити и стандардну грешку регресије (ради оцено одступања вредности „ y “ од добијене једначине регресије), као и коефицијенат детерминације (r^2) који даје процену учешћа појаве „ x “ у појави „ y “ док је остали део ($100\% - r^2$) последица фактора који нису обухваћени испитивањем.

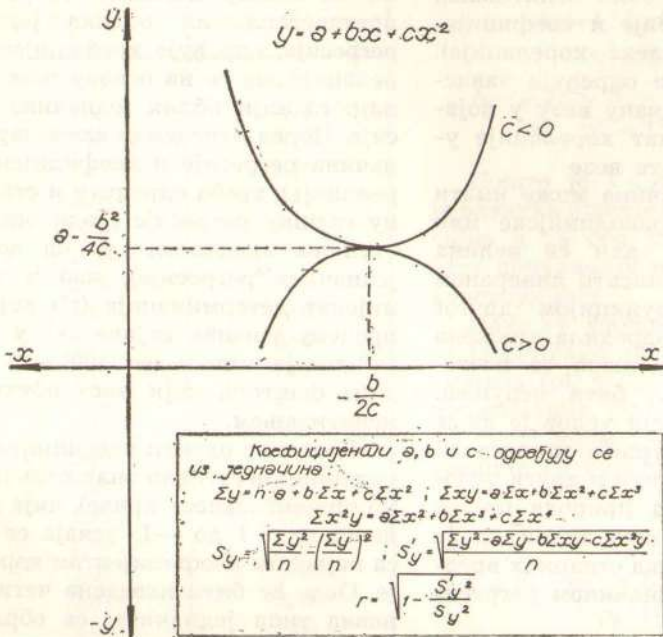
Пошто се одреди коефицијенат корелације (негативан знак означава само оријентисаност криве), чија је вредност од $+1$ до -1 , усваја се крива са највећим коефицијентом корелације. Овде ће бити наведена четири основна типа једначина, са обрасцима за израчунавање карактеристичних елемената:

1) линеарна једначина: $y = ax + b$;



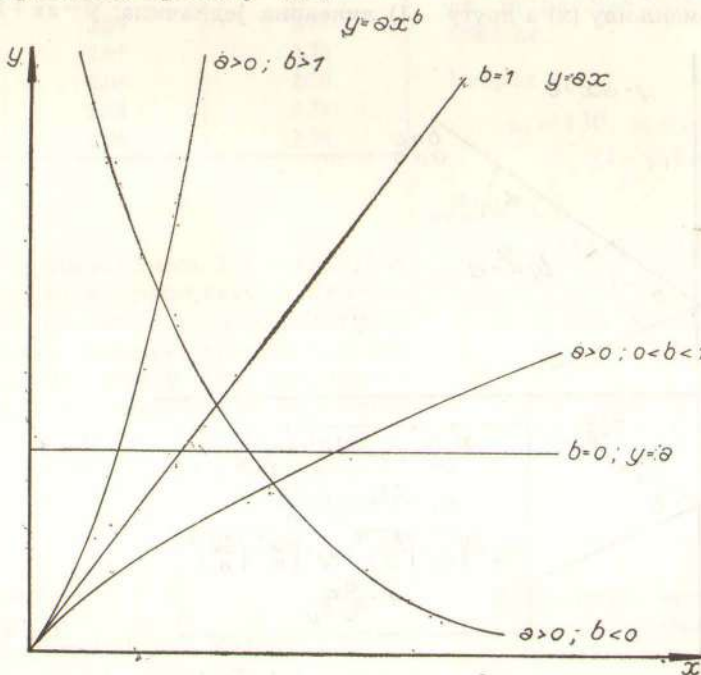
Сл. 4.

2) квадратна парабола: $y = a + bx + cx^2$;



Сл. 5.

3) логаритамска крива: $y = ax^b$;



Сл. 6.

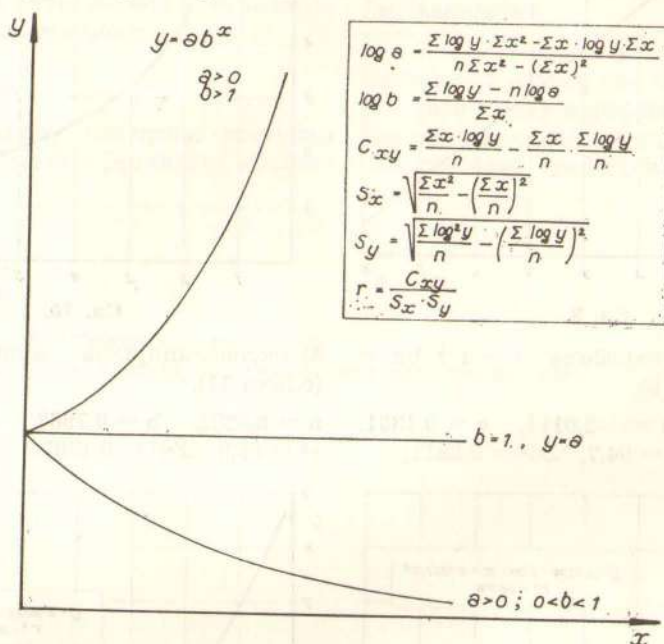
$$\log \theta = \frac{\sum \log y \cdot \sum \log^2 x - \sum \log x \cdot \log y \cdot \sum \log x}{n \cdot \sum \log^2 x - (\sum \log x)^2}$$

$$b = \frac{\sum \log y - n \log \theta}{\sum \log x}; \quad C_{xy} = \frac{\sum \log x \cdot \log y}{n} - \frac{\sum \log x}{n} \cdot \frac{\sum \log y}{n}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum \log^2 x}{n} - \left(\frac{\sum \log x}{n}\right)^2}; \quad S_y = \sqrt{\frac{\sum \log^2 y}{n} - \left(\frac{\sum \log y}{n}\right)^2}$$

$$r = \frac{C_{xy}}{S_x \cdot S_y}$$

4) експоненцијална крива: $y = ab^x$.



Сл. 7.

Из наведених образаца види се да постоји одређена сличност између линеарне, логаритамске и експоненцијалне једначине. Разлог је тај што све три једначине представљају праву линију у координатним системима са различитим поделама (декадна, билогаритамска и семилогаритамска).

Овде су изложене једначине за које није потребан посебан третман при израчунавању већ се подаци могу обавити обичном рачунском машином.

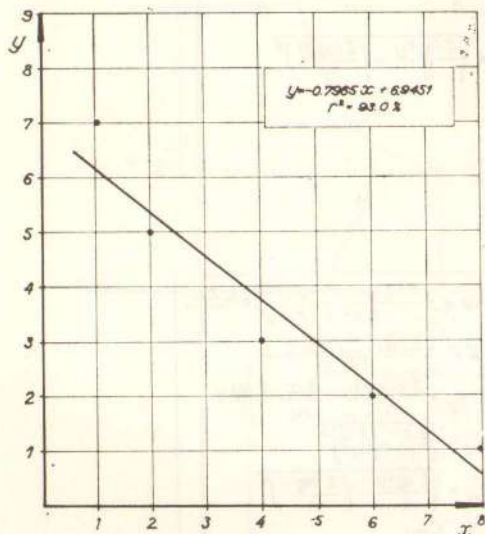
На следећем примеру биће приказан избор најоптималније регресионе криве. Ако се претпостави да су испитивањем две појаве „x“ и „y“ добијени следећи парови вредности:

„x“	1	2	4	6	8
„y“	7	5	3	2	1

на основу наведених образаца израчунавају се подаци потребни за даљу анализу:

1) линеарна једначина: $y = ax + b$ (слика 8),

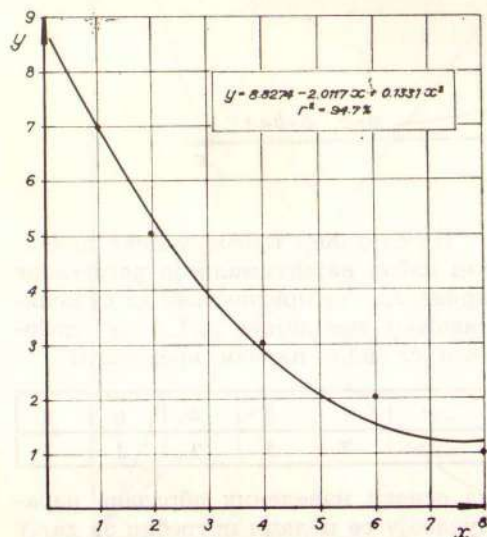
$a = -0,7965$, $b = 6,9451$, $r = -0,9643$,
 $r^2 = 93$, $\Sigma d^2 = 1,6349$;



Сл. 8.

2) квадратна парабола: $y = a + bx + cx^2$ (слика 9),

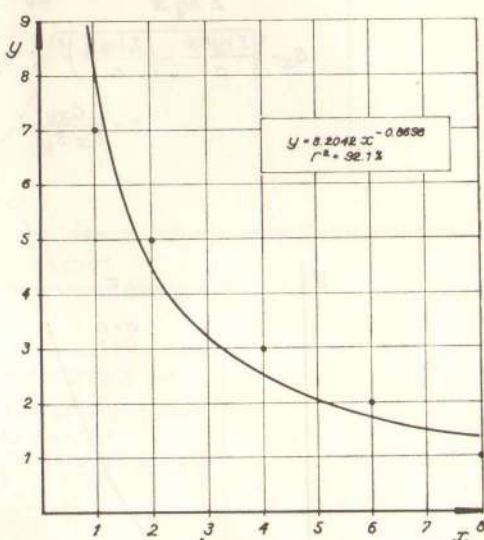
$a = 8,8274$, $b = -2,0117$, $c = 0,1331$,
 $r = 0,9732$, $r^2 = 94,7$, $\Sigma d^2 = 0,3911$;



Сл. 9.

3) логаритамска крива: $y = ax^b$ (слика 10),

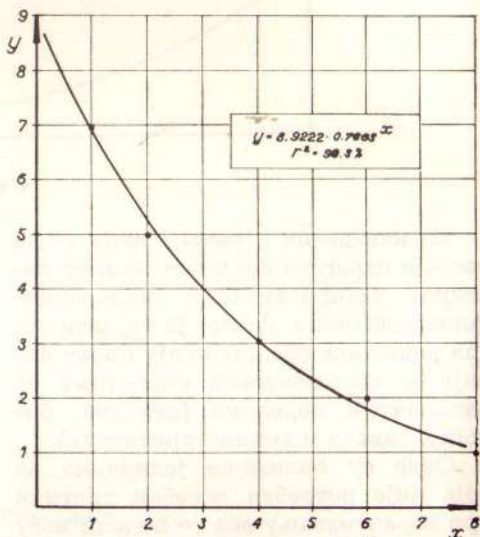
$a = 8,2042$, $b = -0,8698$, $r = -0,9596$,
 $r^2 = 92,1$, $\Sigma d^2 = 2,1994$,



Сл. 10.

4) експоненцијална крива: $y = ab^x$ (слика 11),

$a = 8,9222$, $b = 0,7663$, $r = -0,9963$,
 $r^2 = 99,3$, $\Sigma d^2 = 0,1307$.



Сл. 11.

На сликама 8; 9; 10 и 11 приказане су све четири регресионе криве. На основу добијених података може се усвојити да је најповољнији облик једначине регресије експоненцијална крива:

$$y = 8,9222 \cdot 0,7663^x.$$

Може се десити да за једну исту вредност „ x “ има више вредности „ y “. У том случају повећава се број парова, с тим што се вредност „ x “ понавља онолико пута колико пута постоји одговарајућа вредност „ y “.

ЗАКЉУЧАК

1. На основу наведеног поступка могу се, на основу резултата испити-

вања, оформити узорци и њиховим испитивањима одредити карактеристике популације.

2. Могуће је оцењивати зависност узорака, односно припадност одређеним популацијама, што даје могућност одређивања узрока који изазивају промене (формирање узорка на различите начине — по висини, тежини итд.).

3. Могуће је испитати односе одређених појава и анализирати њихову зависност.

4. Треба имати у виду да при испитивању односа две појаве не треба по сваку цену одређивати регресионе криве већ да њихов однос треба приказати само графички.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Ивановић, Б.: Теоријска статистика
- [2] Обрадовић, С. и Сентић, М.: Основи статистичке анализе

Светислав СТОЈАНОВИЋ, техн.

Заштитимо човекову средину озелењавањем путног појаса

Сведоци смо нагле експанције моторног саобраћаја како у свету тако и код нас. Комфор који моторна возила пружају недовољан је, међутим, да надокнади сву штету проузроковану издуним гасовима којима та возила немилосрдно трују средину у којој живимо. Улогу неутрализатора отровног дејства тих гасова умногоме имају, симилацијом, „зелена плућа“ града — дрвореди, травњаци и цветне површине.

Пут, као једна од основних веза између насељених места, има у свом профилу површине које су већ предоређене да буду „зелене“: банке, косине насипи и усека и одводни јаркови дуж путева. Но, у САП Војводини ове површине све су друго само не „зелене“.

Повод за овај напис било је у ствари врло занимљиво информативно предавање, које је у оквиру рада Секције Друштва за путеве у Новом Саду одржао Иља Петковић, дипл. инж., човек задужен за озелењавање путних појасева на територији Покрајине. Предавање је одржано у Радној заједници Заједничких служби. По његовим речима, данашње ста-

ње у погледу озелењавања је веома критично. Политика путне привреде била је у последње две године више усмерена на „нове километре асфалта“ него на пратећу опрему пута, у коју спада и озелењавање. Довољно је као пример навести да је за одржавање постојећег и сађење новог зеленила намењено 500 динара по километру саобраћајнице. Овај износ недовољан је како за одржавање постојећег зеленила (прскање, кресање и уништавање корова) тако и за подизање нових садница.

Међутим, нико не очекује да се сада за озелењавање доделе нека огромна финансијска средства, нити је то сврха овог написа. Можда би само требало посветити много више пажње одржавању постојећег „зеленог фонда“ уз путне правце — да га сами учесници у саобраћају не уништавају, да се коров не пали него прска хемијским средствима, да се организују радне акције младих на његовом одржавању...

Зелене и цветне површине прате путне правце у Чехословачкој, Пољској Мађарској, Румунији. Да се и не помињу путеви у СР Словенији!

Стога би највише средстава и рада требало uložiti у одржавање постојећих зеленила. Не би било на одмет када би се, осим тога, сваке године подизале и нове зелене површине.

С обзиром на све то, а и ради заштите средине у којој живимо, требало би обавезати инвеститоре да се у оквиру пројектног задатка обради прилог пројекту пута који се односи на озелењавање. У почетку би то могле да буду и деонице на новопроектованим путним правцима, да би се касније (у зависности од финансијских средстава) проширило на комплетне путне правце.

Ради примера наводи се пројекат пута од Новог Сада до Бачке Паланке, урађен 1957. године, који је са-

држао и прилог плана озелењавања. Оно је изведено и данас се путнику у току вожње тим путем поглед одмара на дивним зеленим површинама. На жалост, у Покрајини после тога ниједан пројекат није имао овакав „зелени“ план.

Како и колико треба радити — стручњаци врло добро знају. Основни проблем је, међутим, недостатак финансијских средстава за озелењавање. Стога је овај чланак пре свега упућен онима који формирају и усмеравају средства намењена путоградњи.

Због тога предлагемо да пројектна документација убудуће обавезно садржи пројекат озелењавања путног појаса.

Одржана ванредна седница скупштине Друштва за путеве Србије

Ванредна седница Скупштине Друштва за путеве СР Србије одржана је 24. фебруара 1976. године у Београду. Седницу је отворио председник Друштва професор Живорад Ђукић, дипл. инж.

На основу Предлога статута, Скупштини су присуствовали делегати које су изабрале секције и групе Друштва за путеве са територије Социјалистичке Републике Србије, заједно са социјалистичким аутономним покрајинама Косово и Војводина.

На седници је усвојен Статут Друштва, а изабрани су и чланови Одбора самоуправне контроле.

Суштина новог Статута, који је усаглашен са Уставом СФРЈ и Уставом СР Србије, састоји се у увођењу делегатског система у рад Друштва и укључивању Друштва као друштвено-стручне организације преко Социјалистичког савеза у наш друштвено-политички систем.

Као што је познато, чланови Друштва били су активно укључени у припрему и израду новог Статута.

Усвајањем новог Статута, речено је у кратком образложењу, превазилази се до сада недовољно дефинисан статус Друштва с обзиром на то да је Друштво за путеве део наше заједнице, са одређеним циљевима на унапређењу путне мреже и аеродрома, у оквирима научног и технолошког развоја, као и са циљевима ве-

заним за унапређење и развој економских, друштвених и самоуправних односа у области путне привреде и друштвене самозаштите.

После усвајања Статута, изабрани су чланови Одбора самоуправне контроле: Бранислав Златановић, дипл. инж., из „Косовопроекта“, Београд; Стојанка Трифуновић, дипл. екон., из Института за путеве, Београд; Момчило Шотра, из „Војводинапута“, Нови Сад; члан кога буде накнадно одредила Секција „Косово“ у Приштини и Милан Миливојевић, дипл. инж., из Грађевинског предузећа „Планум“, Земун.

После ванредне седнице Скупштине, професор Живорад Ђукић, дипл. инж. и Радован Радоман, дипл. инж., из Института за путеве, Београд, одржали су предавања: „Пројектовање и грађење путева“ и „Флексибилне коловозне конструкције“ (као I и II тема на XV међународном конгресу за путеве у Мексику, 1975. године), у присуству око 120 чланова Друштва за путеве.

2. СА ТРЕЋЕ СЕДНИЦЕ ИЗВРШНОГ ОДБОРА ЗА ПУТЕВЕ СРБИЈЕ

Поред разматрања текућих питања, на овој седници, одржаној 30. марта ове године, посвећена је посеб-

на пажња покретању иницијативе за расписивање народног зајма за изградњу путева у СР Србији.

Информацију о раду Финансијске комисије, у вези с расписивањем овог зајма, поднео је Вићентије Капларевић, дипл. инж. На основу контаката са Извршним већем Скупштине СР Србије, неким банкама и општинама, рекао је он, осећа се врло изражен интерес за расписивање овог зајма. Зато је на седници закључено да се упути писмо Извршном већу Скупштине СР Србије и друштвено-политичким организацијама у Србији у којем би се подржала потреба расписивања овог зајма за путеве у Србији. Ова комисија треба да припреми конкретан програм мера које би требало предузети да би се идеја о зајму што пре оживотворила. Према најгрубљим прорачунима, путем зајма за изградњу путева у Србији прикупило би се око 1,5 милијарди динара.

На седници су разматрани и усвојени и извештаји о раду појединих комисија Друштва.

У информацији Комисије за међународне везе говори се о размени часописа са иностранством, обиласку научноистраживачких институција, предузећа, произвођача машина и разних других институција путне привреде, одржавању разних предавања и сл. Дата је сугестија да чланови Друштва за путеве по повратку са пута по иностранству одрже бар у својој секцији или групи пригодна предавања праћена пројекцијама дијапозитива и другом интересантном документацијом. Комисија сматра да у оквиру активности на успостављању контаката са иностраним организацијама и појединим истакнутијим стручњацима треба омогућити пуну иницијативу секција и група Друштва.

У Програму рада Комисије за одржавање путева за период од 1976. до 1977. године истакнута је потреба да

се израде преднацрт правилника за одржавање путева и програм преоријентације предузећа за путеве на територији СР Србије са покрајинама у складу са новим законским мерама, размотре статус предузећа за путеве у односу на новоформиране интересне заједнице, могућности преласка на савременији начин одржавања путева (коришћењем савремене механизације), мере и методе одржавања постојећих коловоза и потреба предузимања мера за ојачање коловоза како би могли да издрже појачано саобраћајно оптерећење.

Извршни одбор обавештен је о предавањима професора Живорада Ђукића у оквиру усвојеног програма рада Извршног одбора: 30. јануара 1976. године у Секцији Друштва за путеве у Шапцу о грађењу путева у Југославији, са пројекцијама (уз присуство око 50 учесника); 26. фебруара у Друштву за путеве Македоније у Скопљу и 18. марта у Друштву за путеве СР Црне Горе у Титограду о XV међународном конгресу за путеве у Мексику (уз присуство 70, односно 30 учесника).

Разматрајући позив организатора „Црвеног барјака“, масовне акције за учествовање радничке омладине у ауто-мото кросу поводом Осмог јубиларног сусрета самоуправљача Југославије, под покровитељством друга Тита, Извршни одбор је донео одлуку да се одобри 5.000 динара као помоћ за организацију ове акције.

После седнице Извршног одбора професор Живорад Ђукић и Миодраг Младеновић, из Института за путеве у Београду, одржали су предавања: „Цементнобетонске коловозне конструкције“ и „Карактеристике путева и ауто-путева у зависности од саобраћаја и путеви и ауто-путеви ван насеља“ (III и IV тема на XV међународном конгресу за путеве у Мексику), којима је присуствовало око 40 чланова Друштва за путеве. **Б. Ракић**

In Memoriam



Радојица Јауковић, дипл. инж.

Угасио се живот једног од великих градитеља наших путева, инжењера Радојице Јауковића, човека који је неуморно радио и несебично уложио 43 године рада, ентузијазма и пожртвовања да би својим радом допринео напретку и развоју наше земље, братству и јединству наших народа и својим не малим доприносом уградио себе у стотине километара наших путева.

Инжењера Радојице Јауковића нема међу нама од 20. априла, али његови блиски сарадници осетили су да

се његов живот нагло почео гасити када је напустио активан рад. Његов живот био је везан за путеве. Ако се за икога без двоумљења може рећи да му је животни мото био „виа — вита“ (пут — живот), онда је то Радојица Јауковић.

Радојица Јауковић рођен је 1905. године у селу Дробњаци под Дурмитором. Технику је студирао у Београду, где је припадао напредном студентском покрету.

Као млад инжењер учествовао је од 1931. до 1936. године у пројектовању путева на територијама техничких одељака у Зрењанину, касније и у Рашкој, где се нарочито истакао на грађењу пута од Плеваља до Шавника који је тада за Црну Гору представљао једну од најзначајнијих путних веза са Србијом.

Од 1936. до 1938. године радио је на трасирању и пројектовању међународног пута Параћин — Ниш — Пирот — бугарска граница. Од 1938. до 1941. године био је шеф Техничког одељка у Приштини, где су га затекли рат и мобилизација, а затим и заробљеништво.

Одмах по повратку из заробљеничког логора инжењер Јауковић се свом снагом и енергијом укључио у обнову и изградњу земље. Ускоро је постао и шеф Секције за изградњу ауто-пута од Београда до Загреба.

Од 1949. до 1953. године радио је као помоћник министра грађевина Србије, у време грађења (за тадашње појмове и могућности) великих објеката: хидроцентрала „Власина“ и „Зворник“, фабрика у Сеојну, Светозареву, Краљеву, Прибоју, Приштини и Новом Пазару и других.

Када је министарство расформирано инжењеру Јауковићу поверено је да руководи Дирекцијом за путеве Србије. Располажући малим средствима и квалитетним али малобројним кадром покренуо је иницијативу и поставио темеље данашњих предузећа за пројектовање и грађење путева у нашој земљи.

У то време набавља се механизација, пристижу нови стручњаци са факултета и отпочињу радови на изградњи путева Шабац — Лозница, Нишка Бања — Бела Паланка, Београд — Чачак — Титово Ужице и Краљево — Рашка.

Истовремено се радило на припремама за изградњу ауто-пута Београд — Ниш — Скопље.

Проблема је било доста. Појавиле су се дилеме у вези са пројектом и организацијом градилишта, али је одлучни борац Радојица Јауковић све то превазишао. Прва фаза ауто-пута, пројектована и изграђена по савременим нормама, узорног квалитета, пуштена је у саобраћај 1963. године.

Формирањем предузећа за пројектовање и грађење путева указала се потреба обједињавања путара у јединствену друштвену организацију. Један од иницијатора оснивања Друштва за путеве Србије, а касније и у другим републикама био је опет неуморни Радојица Јауковић. Данас су ова друштва обједињена у Савезу друштва за путеве Југославије, који представља снажну друштвену и стручну организацију.

Упознајући искуства и достигнућа развијених земаља, покренуо је иницијативу за стварање једне високостручне научне инжењерске институције за путеве. Друштво за путеве Србије пружило је стручну и моралну подршку идеји о потреби оснивања Института за путеве који би отворио видике нашој путној привреди, почев од студија праваца до технологије грађења.

Налазећи пуну подршку најближих сарадника, успео је да 1969. године формира Институт за путеве СР Србије са жељом да се у њему окупе сви врхунски стручњаци из путне привреде.

Захваљујући његовој упорности, интеграцијом са Заводом за пројектовање „Траса“ Институт за путеве је данас високостручна организација у којој ради 260 техничара, инжењера и доктора наука, способна да реализује све задатке у области студија и пројектовања, истраживања, испитивања и технологије грађења на путевима у земљи и иностранству, што је била његова вишегодишња жеља.

Поред непосредног ангажовања на путевима, инжењер Радојица Јауковић био је врло активан и као друштвени радник. Пуних деветнаест година био је председник Друштва за путеве СР Србије, а од 1972. године и председник Југословенског друштва за путеве. Више година био је главни и одговорни уредник часописа „Изградња“.

Носилац је бројних одликовања — Орден рада III реда, Орден рада II реда, Орден рада са црвеном заставом, Орден рада за војне заслуге II реда и Ордена заслуга за народ са сребрним венцем.

Радоман Радован, дипл. инж.

In Memoriam



Вишентије Живковић, дипл. инж.

Срце доброг друга, примерног стручњака и дугогодишњег сарадника и прегоаца Вишентија-Виће Живковића изненада је престало да куца 15. маја 1976. године.

Његов живот угасио се три дана пре 65. рођендана. Рођен је 18. маја 1911. године, у породици железничког радника, у Ђићевцу, где је и завршио основну школу. Гимназијске дане провео је у Параћину и Неготину. Студије на Грађевинском факултету

у Београду прекинуо је други светски рат. Наставио је по завршетку рата и дипломирао 1947. године.

Ратом разорена земља, у процесу обнове и изградње, захтевала је пуно и несебично ангажовање млађих грађевинских стручњака. Њих ни до данас још нема, поготово их тада није било довољно. У таквој ситуацији требало је свуда стићи, покрити потребе, завршити посао. Стручњаци су тада распоређивани према потреби, декретом министарства, па је инжењер Живковић упућен 1947. године на изградњу пруге од Кучева до Бродица, где је остао до 1949. године.

У Предузећу „Ратко Митровић“ из Чачка радио је две године на изградњи разних индустријских објеката широм Србије. После изградње пруге и ових индустријских објеката обрео се почетком 1952. године у Лозници на изградњи пута од Лознице до Ваљева. Био је то почетак његове делатности на изградњи и одржавању путева. Од тада до краја живота свим својим бићем био је ангажован у путој проблематици.

Почетком 1955. године био је постављен за шефа Техничке секције за путеве у Пријеполу. Ту је остао до средине септембра 1959. године радећи на одржавању путева у Западној Србији и Санџаку.

На овом подручју, на коме су се отварали и оживљавали рудници, где су организовано почеле да се експлоатишу шуме и ниче индустрија, путева је тада било веома мало. Много труда и напора, много непроспаваних ноћи, много интелектуалног и физичког рада требало је уложити да би се одговорило потребама и задацима. За инжењера Живковића то није представљало никакву тешкоћу јер његове стручне способности, радне навике и организаторске снажљивост никада нису затајиле.

Исти проблеми и исте потребе у погледу развоја путне мреже постојали су и у Јужној Србији. Требало је наћи човека који би те проблеме успешно могао да реши. Опет је поверење указано инжењеру Живковићу. После пуне четири године рада у Пријеполу одређен је за шефа Техничке секције у Лесковцу, где је остао до краја 1961. године.

Формирањем Предузећа за путеве у Србији, Вићентије Живковић добио је деликатан задатак да од Техничке секције у Лесковцу формира предузеће за путеве у Врању.

Задатак је био веома сложен. Радници Секције смештени у Лесковцу и околини нису могли тако лако да се преселе у Врање. Требало је за њих обезбедити смештај и радне просторије, радионице и гараже за механизацију, техничко особље и остало.

И овај сложен задатак инжењер Живковић, технички директор у овом предузећу, успешно је решавао. Кадровски је ојачао предузеће, усавршио начин одржавања путева и оса-

временио њихову изградњу и реконструкцију.

Као технички директор Предузећа за путеве „Врање“ у Врању, а касније и као његов надзорни орган, ангажовао се несебично на свим пољима рада, преносећи тако своје богатство на млађе колеге и сараднике. Увек је био први у интервенцијама по највећем „кијамету“ (како је он називао невреме) и личним примером, као стручњак и комуниста, показивао како треба радити. За њега је, мора се то рећи, безбедност саобраћаја на путевима била посебно поглавље у животу. Његов рад и залагање били су запажени. Примерно је сарађивао са органима безбедности и остварио у овом послу видне резултате.

У петак, 14. маја, у новом стану у Нишу посетио сам га са директором Предузећа за путеве „Врање“ Ђорђем Митићем. Није нас дочекао болесник већ ведар, увек за шалу расположени Вића. Уз њега је била и гомила докумената (грађевинске књиге, ситуације и сл.) Да се он не би тиме оптерећивао, затражио сам да све то понесем и довршим. Одговорио је: „Нека, то ћу ја полако. У понедељак ће бити готово.“

Није успео. Умро је већ наредног дана.

Тако Предузеће за путеве „Врање“ изгубило вредног и примерног радника и стручњака, а Друштво за путеве Србије дугогодишњег члана и функционера у својим секцијама.

Нека му је вечна слава и хвала за све што је учинио за своју земљу, предузеће и нас, колеге и сараднике.

Милић Белић, инж.

ПОДУЗЕЋЕ ЗА ПРОИЗВОДЊУ
ГРАЂЕВИНСКОГ МАТЕРИЈАЛА

„КАМЕН“

СЛАВОНСКА ПОЖЕГА

Улица Александра Тајка 5/II

Телеграми: Камен Славонска Пожега

Телефони: 72-851 и 72-874 (централа)

ПРОИЗВОДИ И ПРОДАЈЕ ПО ПОВОЉНИМ ЦИЈЕНАМА:

1. Од стијена еруптивног поријекла (амфиболита)

- ломљени камен,
- агрегате за бетоне (увјети ПБАБ),
- агрегате-племениту камену ситнеж за израду везних и завршних слојева асфалтних коловоза на цестама свих прометних оптерећења (увјети ЈУС-а У.Е4.014),
- туцаник за израду носивих тампонских слојева и туцаничких застора и камену ситнеж за носиве слојеве од битуменизираних материјала на цестама свих прометних оптерећења (увјети ЈУС-а У.Е9.020),
- туцаник за жељезнички горњи строј (увјети Г2.011)

2. Од седиментних стијена (микрокристални доломит)

- све врсте праног агрегата за бетоне, те везне и хабајуће слојеве на цестама с лаким и средњим саобраћајем.

Физичко механичка својства у потпуности задовољавају увјет ПБАБ ЈУС-а У.Е9.020 и ЈУС-а У.Е4.014

ТРАЖИТЕ ПОНУДЕ И ИНФОРМАЦИЈЕ.

Издавачки савет

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

Уредништво—редакција

Вајда Војислав, Кузовић Љубиша, Мацура Драгољуб, Миловановић Владета, Наумовић Радослав, Ристић Никола, Терзић Милорад, Шутић Јован

Главни и одговорни уредник:

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

Лектор:

Зринка Ландекић, проф. књиж.

Технички уредник и коректор:

Тома Станковић, граф. инг.

Часопис издају:

Друштва за путеве Србије, Црне Горе и Македоније

Претплата за часопис:

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

Оглашавање у часопису:

800 и 1.600 дин. у једном броју, односно 5.000 и 10.000 дин. годишње, зависно од величине огласа (половина или цела страна) и његовог положаја у часопису. Претплату за часопис слати на текући рачун Друштва за путеве СРС код Народне Банке — 60816-678-4223, а огласе и остало на Друштво за путеве СР Србије, поштански фах 452, Кумодрашка нова 257.

