

Пут и саобраћај

625.7

Бр. 7-8 1984. • Јули-август • Год. XXX





Пут и саобраћај

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

7—8

ГОД. XXX • ЈУЛИ—АВГУСТ 1984.



САДРЖАЈ

Вујица Божиновић, дипл. инж.
Приказ и примена уређаја за збијање домаћих произвођача

Бранислав Мишић, дипл. инж.
Деформације цементно-бетонских коловоза изазване неправилним функционисањем спојница

Мр Смиљан Вукановић, дипл. инж.
Један начин утврђивања капацитета, времена путовања и потрошње горива у зонама повременог сужавања профила ауто-пута

Даниел Мејак, дипл. инж.
Истраживања замора цементом стабилизаних каменних агрегата

Душан Секулски, дипл. инж.
Пројектовање ојачања помоћу дефлектометра са падајућим теретом

Светлана Стојадиновић, дипл. инж.
Једнозрни пескови у носећим слојевима коловозних конструкцијама

Др Миле Цветановски, дипл. инж.
Методе и мере решавања проблема друштвено-економских односа и организације система за одржавање и заштиту путева

Из Друштва за путеве

Ин мемориам

Издавачки савет:

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

Уредништво и редакција:

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

Главни и одговорни уредник:

Проф. др Здравко Јоксић

Технички уредник:

Тома Станковић

Лектор:

Петар Кашић

Часопис издају:

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

Претплата за часопис:

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

Оглашавање у часопису:

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

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

Штампа:

ИШРО „Привредно финансијски водич“
Београд, Патријарха Димитрија 36

Приказ и примена уређаја за збијање домаћих произвођача

ВУЛИЦА БОЖИНОВИЋ, дипл. инж.

Све већа делатност при грађењу путева, аеродрома, насутих брана, железничких пруга, а поготову савременог ауто-пута кроз Југославију, захтева велики број уређаја за збијање а самим тим и могућност домаћих произвођача да пласирају своје уређаје.

Наше велике радне организације из области нискоградње до сада су већином употребљавале уређаје за збијање страних произвођача, док су мање организације претежно користиле домаћу опрему за збијање.

У даљем тексту приказани су домаћи уређаји за збијање које наша индустрија производи самостално или у кооперацији са иностраним произвођачима да би се омогућило нашим извођачима радова да одаберу најпогодније уређаје у зависности од врсте радова, односно од врсте материјала за збијање.

У табели 1 приказане су радне организације које производе уређаје за збијање и назив њихових производа.

Из табеле се уочава да се у нашој земљи производе вибровалци, вибрационе плоче и вибрациони набијачи. Валци су разврстани, у зависности од сопствене масе, на: масивне, средње, лаке и веома лаке вибро-ваљке.

Вибрациони валци при збијању елиминирају трење између зрна и омогућавају знатно дејство по дубини које се повећава са тежином ваљка.

Погодни су за збијање материјала са великим углом унутрашњег трења, односно слојева коловозне конструкције.

Збијање површине слоја је незнатно тако да је потребно завршно збијање ваљцима са гуменим точковима великог притиска у гумама или ваљцима са статичким дејством.

Приликом вибрирања точкова ваљка стварају се осцилације које могу бити минималне или максималне, а средња вредност проистиче из статичког оптерећења које преноси ваљак.

Вибрације се постижу помоћу ексцентара који се окрећу великом брзином или хидростатичким путем.

Амплитуде и фреквенције вибрација могу се мењати у току рада ваљка.

У табели 2 дате су основне карактеристике масивних и средњих вибро-ваљака домаћих произвођача, а у табели 3 основне карактеристике лаких и веома лаких вибро-ваљака.

Вибрациони валци имају један или два вибрациона точка, уз могућност да се један или оба могу искључити из вибрација. Вибрације које стварају два точка вибрационог ваљка могуће је комбиновати различито, а њихово дејство се може усагласити у мањој или већој мери. Укључивањем вибрација на оба точка повећава се збијање по дубини.

Размак између цилиндара вибро-ваљака је око 1,5 њиховог пречника.

Заокретање ваљка врши се блокирањем левих или десних точкова уколико се на осовини налазе по два точка. Сваки точак снабдевен је још једном унутрашњом осовином за ексцентар.

Табела 1 — Врсте домаћих оруђа за збијање

Врста материјала	Масивни вибрациони валци	Средњи вибрациони валци	Лаки вибрациони валци		Веома лаки вибрациони валци	Вибрационе плоче	Вибрациони набијачи
Произвођач							
„14. октобар“ — Крушевац	KVV—12* DVV—11	SVV—7					
„Јелшин Град“ — Бања Лука		BW160	BV 101A			BP 13 BP 19	BT 70
„Стројарна Товарна — Трбовље“ — Трбовље		DV 30 DV 60					
„Рико“ — Рибница		BW 200	BW 76S BW76SL		BW 35		
„Буро Ђаковић“ — Славонски Брод		SVV—7A					
„Прогрес“ — Младеновац			DVV 900S TVIN 1800	DVV 400 DVV 700		VP 1800, VP 3000, VP 6000	
„Победа“ — Нови Сад			VVW 5500 VVW 3400		VVW1700		Bu11SL2

Означе* : KVV — Комбиновани вибро ваљак; DVV (DV) дупли вибро ваљак; SVV — самоходни вибро ваљак

Табела 2 — Карактеристике тешких вибрационих оруђа за збијање домаће производње

Врста вибрационог ваљка	Број точкова	Број вибра- ционих точкова	Сопстве- на маса ваљка	Радна брзина	Макси- мална фрек- венција вибрација	Ради- јус окре- цања (m)	Савла- ђивање успона при вибра-	Запре- мина резер- воара за воду
			(t)	(km/h)	(Hz)		(%)	(lit)
KVV-12	3	1	12	7	—	5,2	25	—
DVV-11	2	2	10,7	5,5	40	6,25	30	2 × 400
SVV-7	2	1	7,2	6,8	33-50	3,5	25	600
BW 160 AD	2	2	~ 8	9	30 i 45	—	30	885
DV 60	2	2	7	8	50	5,2	25	700
DV 30	2	2	—	7,3	50	3,5	—	—
BW 200	4	4	7,13	3,2	43	—	35	270
SVV-7A	4	4	7	3	45	—	—	240

Табела 3 — Карактеристике лаких и врло лаких вибрационих оруђа за збијање

Врста вибрационог ваљка	Број точкова	Број вибра- цио- них точ- кова	Сопстве- на маса ваљка	Радна брзи- на	Макси- мална фрек- венци- ја ви- бра- ција	Ради- јус окре- тања	Савла- ђивање успона при вибра- цијама	Зап- реми- на резер- воара за воду	Дуби- на деј- ства
			(t)	(km/h)	(Hz)	(m)	(%)	(lit)	(cm)
BV 101 A	2	2	1,37	8,0	50	—	20	150	—
DVV 900 (TVIN 1800)	2(4)	2(4)	1,34	1,5	100	U mestu	28	80	60
DVV 700	2	2	—	—	50	—	25	40	—
DVV 400	2	1	—	—	60	—	25	28	—
VVV 5500	2	2	1,32	3,2	55	5,5	45	2 × 38	50
BW 76S (SW 76 SL)	2	2	0,91(1,085)	3,16	58	—	35	80	—
VVV 3400	2	2	0,905	3,0	55	4,0	45	2 × 28	40
VVV 1700	2	2	0,605	1,5	55	—	45	2 × 16	—
BW 35	2	2	0,476	2,5	43	—	35	—	—

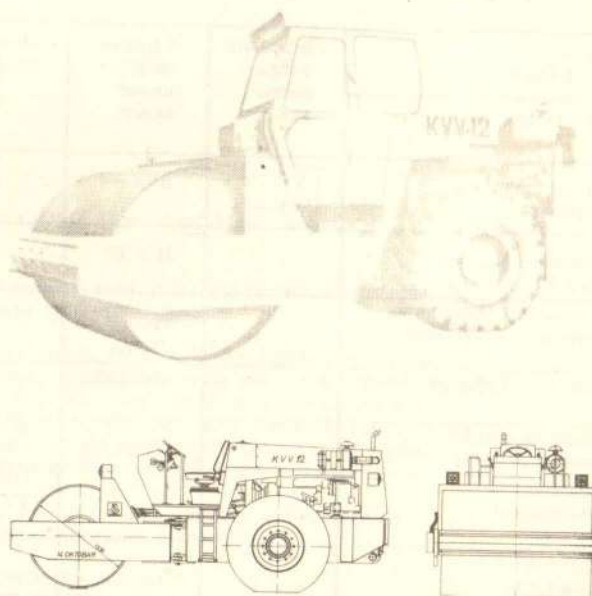
При збијању се препоручује да се оно отпочне са малом фреквенцијом (око 10 Hz) и да се она постепено повећава до максималне вредности за ту врсту ваљка.

У табели 2 и 3, из основних карактеристика вибро-ваљака, може се препоручити да се масивни и средње масивни вибро-ваљци употребе за збијање при изградњи већих објеката као што су насуте бране, аеродроми, ауто-путеви, железничке пруге и сл., а лаки и веома лаки вибро-ваљци за збијање при изградњи мањих објеката (пешачке стазе, тротоари, ровови за инсталације, разна проширења поред објеката у уском простору и сл.).

Вибрациони ваљци се могу употребити за збијање пескова униформног гранулометријског састава мале влажности, камених материјала и дробине, разних врста маказама, при чему омогућавају ситном песку да продре између зрна туцаника, а погодни су за збијање асфалтних мешавина — у комбинацији са ваљцима са гуменим точковима, односно тешко уградљивих асфалтних мешавина са дробљеним агрегатом које имају велику стабилност у уграђеном стању и сл.

Брзина кретања ваљка при раду не утиче знатније на коначни резултат збијања.

Потребан број прелаза ваљка је врло мали, најчешће неколико прелаза.



Сл. 1 — Комбиновани вибро-ваљак KVV-12 (производ „14 Октобар“)

Предности вибрационих ваљака над другим уређајима за збијање су:

- ефикасни су и незаменљиви при збијању тешко уградљивих асфалтних мешавина и песка униформног гранулометријског састава,
- омогућавају боље збијање по дубини,
- потребан је мали број прелаза за постизање збијености,
- релативно су мале масе.

Недостаци су:

- не збијају довољно по површини, чак и растресају материјал,
- учинак је нешто мањи с обзиром на ограничену брзину при кретању,
- при неправилној употреби могу изазвати таласе на површини слоја,
- уколико се прекомерно повећа број прелаза могу дробити зрна по површини слоја, а самим тим постоји опасност и од њиховог оштећења.

Вибрациони ваљци, као и остали уређаји са вибрацијама, могу изазвати сегрегацију материјала. Уколико линија гранулометријског састава покаже да материјал садржи више песка постоји опасност да се крупнија зрна спусте на дно, а стиче се утисак да се ситнија зрна издижу. Супротно томе, уколико је линија гранулометријског састава „шупља“, ситна зрна песка пропадају тако да горњи део слоја остаје без финих фракција. У једном и другом случају прекомерне вибрације погоршавају недостатке у гранулометријском саставу материјала. Код материјала добро гранулометријског састава овај недостатак вибрационих ваљака мање је изражен.

Вибрациони ваљци су врло осетљиви па се често кваре и ломе уколико се правилно не рукује.

Од додатне опреме монтира се уређај за квашење точкова водом.

При збијању земљаних материјала масивним и средње масивним вибро-ваљцима наших произвођача могу се остварити следеће дебљине слојева, у зависности од врсте тла и коришћеног оруђа:

- за иловачу или суву глину. 20 до 30 см,
- за песак. 25 до 35 см,
- за шљунак. 40 до 50 см.

Дебљину слоја треба одабрати тако да се збијање може обавити са 4 до 6 прелаза ваљка. Најбоље је на градилишту направити пробну деоницу за одређивање оптималне дебљине слоја односно броја прелаза ваљака, нарочито ако се ради са материјалима непознатих карактеристика. Зависно од материјала и квалитета произвођачи предлажу да се прва два прелаза ваљком изврше без укључења вибрација.

Најпогоднија брзина кретања ваљка при збијању са вибрацијом је између 2 и 3 km/čas. При већим брзинама потребан је већи број прелаза.

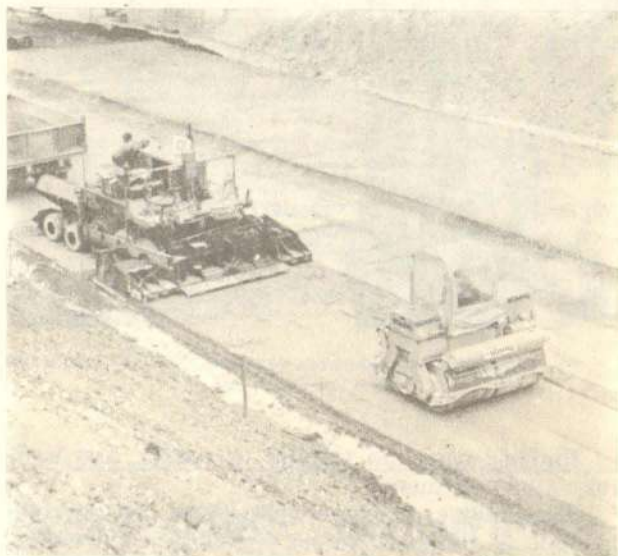
Учинак вибро-ваљака при збијању за потребе земљаних радова срачунава се на следећи начин:

$$U = \frac{B \cdot V}{N} \cdot 0,75 N \quad (1)$$

при чему је:

- U — учинак ($m^3/\text{čas}$),
- B — радна ширина (m)
- V — брзина вожње ($m/\text{čas}$),
- N — број прелаза,
- H — дебљина слоја збијеног материјала (m).

При срачунавању учинка претпостављено је да је преклапање газа 10% и радно време 50 минута на час.



Сл. 2 — Ваљак са двоструким вибрацијама на сва четири точка BW 200 (производи „Рико“ из Рибнице)

При збијању дебљих асфалтних слојева један до два прва прелаза треба обавити без вибрација, са укљученим квашењем точкова и брзином око 5 km/čas, а затим извршити 2 до 3 прелаза ваљка са укљученим вибрацијама.

При промени смера вожње ваљку се морају искључити вибрације, да не дође до стварања таласа на асфалтном слоју, а брзину кретања ваљка повећавати постепено.

Учинак вибро-ваљка при збијању асфалтних мешавина срачунава се на следећи начин:

$$U = \frac{B \cdot V}{N} \cdot 0,75 \cdot N \cdot G \quad (2)$$

при чему су ознаке исте као код учинка за земљане материјале (1) а G је специфична маса материјала који се збија у t/m^3 .

Вибрационе плоче имају сличан начин дејства као и вибрациони ваљци, тј. вибрације смањују или елиминишу унутрашње трење материјала.



Сл. 3 — Специјални вибро-ваљак за ровове BW 35 (производи „Рико“ из Рибнице)

Збијање слоја по дубини је знатно али исто тако и на површини.

Вибрационе плоче се производе као посебни уређаји за збијање, којим управља један човек, или су монтиране на носеће самоходно возило (по неколико у реду) — компактори.

Вибрационе плоче (вибросоли) се при раду померају напред захваљујући хоризонталној сили која настаје као компонента између статичке масе и динамичког дејства.

При раду плоча се одлепљује од тла и помера напред, што омогућава управљање.

Активни део ових уређаја је челична плоча која се директно ослања на тло и која преко синусоидног кретања, којем је изложена, ствара вибрације у земљаном материјалу.

На управљачкој руди налази се команда за регулацију довода горива, чиме се индиректно регулише интензитет вибрација.

У табели 4 дате су основне карактеристике вибрационих плоча домаћих произвођача.

Табела 4 — Карактеристике вибрационих плоча домаћег произвођача

Врста вибрационе плоче	Дужина плоче (cm)	Ширина плоче (cm)	Маса плоче (kg)	Фрекв. вибра. (Hz)	Дуби. наби- јања (cm)
VP 1800	60	60	200	75	30
VP 3000	79	61	400	50	50
VP 6000	95	75	750	45	75
BP 13/29	69,5	29	110	78	—
BP 13/48	69,5	48	150	78	—
BP 19/48	69,5	48	165	65,5	—
BP 19/75	69,5	75	175	65,5	—

Повезивањем више плоча на заједничку шасију покретног возила (виброкомпактора) добија се много већи учинак при збијању.

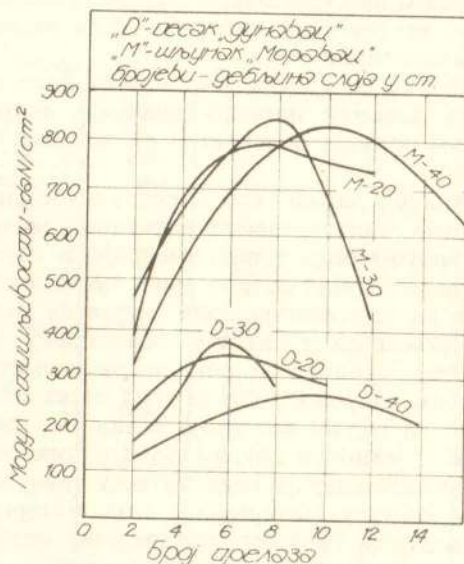
Плоче већих димензија и веће масе могу и могу имати додатак у виду гумених точкова ради лакшег транспорта и утовара.

Учинак вибрационих плоча срачунава се на запремину збијеног материјала у јединици време-на на следећи начин:

$$U = \frac{B \cdot V}{N} \cdot 0,75 \cdot H \quad (3)$$

при чему су ознаке исте као код вибрационих ваљака (1).

На слици 4 приказани су ефекти збијања остварени вибрационом плочом VP 1800 на песку „Дунавцу“ и шљунку „Моравцу“.



Сл. 4 — Ефекти збијања вибро-плоче VP 1800 (производи „Пројрес“ из Младеновца)

Дејство збијања по дубини слоја често пута је веће вибрационим плочама него ваљцима.

Вибрационе плоче као и вибрациони ваљци могу се искористити за збијање пескова униформног гранулометријског састава мале влажности, камених материјала и асфалтних мешавина. Погодне су за збијање материјала са незаобљеним угластим зрнима, тј. за слојеве коловозне конструкције.

Вибрационе плоче са малом површином ослањања намењене су за рад у скученом простору као што су шљунчани клинови уз бетонске објекте.

У односу на вибрационе ваљке, вибрационе плоче се спорије крећу при раду и то се може сматрати њиховим недостатком.

Вибрационе плоче боље обављају збијање по површини од вибрационих ваљака.

Вибрациони набијачи имају сличну примену као и вибрационе плоче, тј. намењени су за рад у уском простору (ровови за инсталације, разне врсте темеља, за оправку оштећених коловоза путева, за обраду радних подужних спојева код асфалта, за збијање финозрних материјала (песак, повезан са ситним шљунком, летећи пепео и сл.).

У табели 5 дате су основне карактеристике вибро-набијача произведених у нашој земљи.

Табела 5 — Карактеристике вибро-набијача домаће производње

Назив набијача	Маса набијача (kg)	Висина одскока (cm)	Ударна сила (kN)	Фрекв. вибрација (Hz)	Дуб. збијања (cm)
BT 70	75	—	—	9,5-12	—
VULL SI 2	62	8	56,7	—	45

Квалитет збијања вибро-набијачима условљен је висином скока и масом набијача. Што су ове вредности веће већи је и њихов учинак.

Рад овим уређајима је заморан и тежак јер имају високо тежиште, па је потребно стално балансирање при раду.



Сл. 5 — Вибрациони набијач BT 70 (производи „Јелинић рад“ из Бања Луке)

ЗАКЉУЧАК

Домаћи произвођачи уређаја за збијање оријентисали су се на производњу вибрационих уређаја и то: вибрационих ваљака, вибрационих плоча и вибрационих ударних набијача.

Прошле године се на тржишту појавио комбиновани вибро-ваљак КВВ-12 који, за разлику од осталих, на једној осовини има челични цилиндар а на другој два погонска точка са пнеуматичима.

Домаћи произвођачи не монтирају уређаје за збијање са гуменим точковима ни уређаје са бодљама, како статичке тако ни вибрационе, иако су и једни и други веома ефикасни.

Ваљци са гуменим точковима најпогоднији су за збијање асфалтних мешавина, а ваљци са бодљама за збијање кохерентних материјала.

Ово указује да су наше грађевинске организације, и поред добре воље да више користе домаће уређаје за збијање, још увек принуђене да своје гарнитуре уређаја за збијање попуњавају увозним.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Жорж Аркије: Збијање, Путеви и аеродромске писте, Грађевинска књига, Београд, 1976.
- [2] Жорж Дефрoа: Пројектовање и грађење коловозних конструкција, Грађевинска књига, Београд, 1975.
- [3] Ервин Неумани: Савремено грађење путева, Грађевинска књига, Београд, 1963.
- [4] Проспекти домаћих произвођача уређаја за збијање.

Деформације цементно-бетонских коловоза изазване неправилним функционисањем спојница.

БРАНИСЛАВ МИШИЋ, дипл. инж.

Спојнице се изводе у цементно-бетонским коловозима као, за сада, најсигурнији начин контроле напона и прслина. Уколико би се избегао овакав вид контроле напона, у бетонским коловозима би се појавиле карактеристичне прслине произвољног распореда, једва приметне и тешке за одржавање, које би вожњу учиниле неудобном, а даљим развојем допринеле структурном разарању бетона. Због тога је и механизам деловања спојница у цементно-бетонским коловозима подешен тако да или спречава развој прслина или се на контролисан начин дозвољава њихова појава у самој спојници.

Међутим, иако су спојнице неопходне у цементно-бетонским коловозима, оне могу постати извор многих проблема и неприлика, уколико нису прописно пројектоване, изведене и одржаване. У сваком случају, избегавање и спречавање појава деформација на бетонским коловозима изазваних лошим функционисањем спојница представља комплексан проблем, чије се решење нити може тражити нити може добити једнозначно.

У земљама које имају велику традицију у грађењу цементно-бетонских коловоза, потврђену експерименталним радом, примећено је, а у пракси и финансијским анализама доказано да се нај-

већи део обезбеђених средстава намењен одржавању бетонских коловоза троши за одржавање и спречавање појава деформација у спојницама. Сама ефикасност поступка за спречавање појава деформација, зависиће превасходно од познавања и проналажења узрока њиховог настанка.

УЗРОЦИ НАСТАНКА ДЕФОРМАЦИЈА У ЦЕМЕНТНО-БЕТОНСКИМ КОЛОВОЗИМА.

Различите силе које су проистекле из услова одвијања саобраћаја, квалитета подлоге, или су се развиле под утицајима средине, изазивају напоне у цементно-бетонским коловозима.

Напони изазвани само саобраћајним оптерећењем не могу достићи граничну отпорност на савијање бетонског коловоза, изграђеног према позитивним стандардима за димензионисање његове дебљине и дужине, као и носивости његове подлоге. Извесни утицаји у подлози (неуједначено слегање или утибање на пример), настали услед промене запремине материјала од кога је сачињена подлога, могу изазвати напоне савијања који воде прскању коловоза и који се, нормално, не узимају у обзир при пројектовању бетонских коловоза. Постоје и напони у бетонском коловозу изазвани факторима средине, који дејствују или сами или у комбинацији са примењеним оптерећењем и представљају најважнији разлог употребе спојница ради контролисања прслина. Температура и садржај влаге су величине које се мењају како по површини тако и по дубити коловозне конструкције. Резултирајуће промене ових величина изазивају издужење или скраћење плоче као целине, тј. изазивају померање плоче, коме се супротстављају трење подлоге и друга ограничења. Поред тога, разлика у температури на површини и дну плоче, која се очекује услед дневних циклуса, проузрокује или конкаван или конвексан облик сваке поједине плоче у зависности од смера температурног градијента. За мања издужења сличан утицај има промена влажности, извијајући и издижући ивице коловоза навише, будући да су плоче влажније на свом дну, него на површини. Имајући при том у виду, истозначне напоне савијања од саобраћајног оптерећења, јасно је да суперпонирали утицаји захтевају мања растојања између спојница — ради ослобађања напона од предвиђених на основу термичких карактеристика бетонске мешавине.

Поред наведених разлога, сматра се да узроке разарања коловоза у околини спојница треба тражити и у чињеницама као што су:

- присуство слободне воде у подлози коловозне конструкције,
- продирање нестишљивих честица у спојнице,
- лоша и неуједначена носивост подлоге,
- померање и слегање тла,
- корозија и неправилно постављање уређаја за пренос оптерећења,
- преоптерећеност коловоза,
- непостојаност масе за заливање спојница,

- нетачно процењена растојања спојница и
- лоше изведене, разорене површине зидова спојнице.

У пракси се, међутим, најчешће вишеструко комбинују наведени утицаји, што убрзава разарање коловозне конструкције.

Присуство слободне воде у подлози

Слободна вода у подлози најчешће изазива процес пумпања (пумпинг), који представља ерозиони феномен — подстакнут преласком саобраћајног оптерећења преко спојнице — при чему fine честице коловозне подлоге или банке односи вода. Појава није ограничена само на површину испод спојница, већ се може запазити и испод ивица плоче. Процес пумпања указује на присутност проблема у коловозној конструкцији услед наизменичних циклуса позитивних и негативних притисака, а постаје озбиљан када је количина избаченог финог материјала таква да велика површина плоче остане без ослонаца.

Важно је напоменути да овај феномен изазива испуњавање спојница одоздо — испод коловоза — а то је увод у издизање и жљебљење спојница и прскање коловоза.

Спречавање ове појаве се постиже изградом коловоза прописне дебљине, квалитетним подлогама и добрим дренажама.

Продирање нестишљивог материјала у спојницу

Врло чест случај спојничког разарања настаје продирањем — инфилтрацијом — нестишљивих састојака у просторе спојнице у периоду када су оне отворене.

За време изградње цементно-бетонског коловоза нема спојничког простора који би био погодан за улажење ситних честица, јер привидне спојнице још нису отворене, а експанзионе су испуњене стишљивим везивом и филером. Касније у експлоатацији чврсте честице и отпадци продиру у отвор спојнице како директним утишљивањем у пунило тако и процесом пумпања, одоздо, што је већ напоменуто.

Још увек није познат систем спајања коловозних плоча који би у потпуности осигурао спојнице од инфилтрације. Ипак, постоје мере које треба предузети ради спречавања или ублажавања ове појаве. С обзиром на механизам инфилтрације, посебну пажњу треба обратити на то да:

— стабилизоване банке и подлоге увелико смањују могућност одношења материјала у спојнице са стране и одоздо,

— површински, нестишљиви материјал, нагомилан дуж банке, треба периодично уклањати,

— дренажни систем онемогућава продор воде у коловоз, а самим тим и њено разорно дејство, које се огледа у (а) транспортовању нестишљивих честица и (б) изазивању појаве пумпања,

— заливеност спојнице мора бити остварена у сваком периоду како би се спречило продирање честица са површине коловоза,

— коловоз изграђен под притиском пружа сасвим малу могућност за продирање нестишљивог

вих честица у спојнице, а реализује се различитим методама напрезања и

— експанзионе спојнице треба радити само када је то неопходно да би се ослабио напон притиска у смислу спречавања стварања пукотина или оштећења објеката.

Неправилно постављање уређаја за пренос оптерећења

Можданици морају бити правилно постављени, паралелно коловозној површини и осовини, како би се лако и несметано померали у својим узаним отворима, омогућавајући тиме подужно померање плоче. Грешка услед погрешно постављених можданика може — услед спречености померања — изазвати попречне прслине у средини плоче. Неправилно постављени можданици могу проузроковати озбиљно жљебљење спојнице изнад себе.

Одступање од пројектованог положаја се, у новије време, избегава полагањем можданика у пластичан бетон машинским путем.

Корозија уређаја за пренос оптерећења

Попречне прслине у савремено спојеним коловозима често су последица грешке у функционисању система за пренос оптерећења. Можданици или други уређаји, који служе за пренос оптерећења, омогућавају слободно ширење и скупљање спојнице у садејству са померањима плоче. Многи од ових уређаја временом кородирају, па се као резултат спреченог померања јављају попречне прслине.

Процес корозије метала зависи од температуре, влаге и хемизама којима је метал изложен, па, према томе, и проблем кородирања уређаја за пренос оптерећења варира у интензитету зависно од околности. Проблем се решава или уграђивањем нерђајућих челичних можданика, тамо где је то економски оправдано, или уграђивањем пластиком пресвучених можданика — такође отпорних на кородирање у присуству хлорида — који елиминишу било какву потребу за подмазивањем у процесу постављања.

Резање привидних спојница

Формирање привидних спојница, „слабљењем“ — резањем — пресека бетона, захтева познавање тачног времена за почетак обављања ове операције, јер се на тај начин спречава појава неконтролисаних прслина.

Температура у коловозу достиже своју највишу вредност убрзо после коначног везивања бетона, а потом опада због процеса смањене хидратације и захлађења у току ноћи. Скупљање коловоза, услед хладноће, спречава се трењем подлоге, али истовремено се развијају напони затезања у бетону. Ови напони изазивају почетне прслине — у току првих 24 часа од уграђивања — на растојању од 30 до 60 m, у зависности од квалитета бетона, подлоге и фактора средине.

Резање треба обавити између 4 и 8 сати после уграђивања. Бетон справљен од релативно мекших агрегата (кречњак) може бити резан без последица на доњој граници захтеване чврстоће, за разлику од бетона који у себи садржи тврђи материјал (кварц). Такође, прслине у коловозу настају раније када су употребљени агрегати са високим термичким коефицијентом ширења (кварц), па је и временски интервал за резање спојница у оваквом бетону много више ограничен него када се употребе агрегати са нижим коефицијентом термичког ширења. Значи, циљ се постиже — спречава се неконтролисано прскање — ако се резање обави пре него што се напони затезања, изазвани хлађењем и сушењем коловоза, изједначе са отпорношћу уграђеног бетона на затезање. Све ово треба имати у виду уз напомену да раније резање спојнице може изазвати или појаву кривања бетона или истискивања зрна агрегата. У сваком случају, најраније време резања спојница треба одредити опитом.

Треба још повести рачуна да и унутар дозвољеног интервала времена — ни касно ни рано — постоји опасност да спојница просечена раније буде (а) ширег отвора, значи тежа за одржавање у заливенном стању и (б) слабијег преноса оптерећења путем укљештења агрегата.

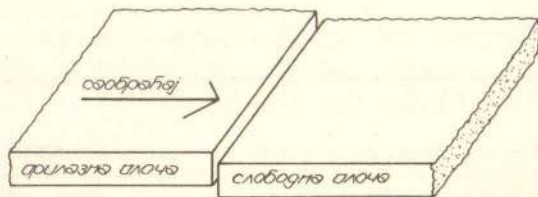
Ови проблеми се најсигурније избегавају формирањем спојничког жљеба у пластичном бетону помоћу уметака различитих профила.

ДЕФОРМАЦИЈЕ СПОЈНИЦА И ПОВРШИНА ЦЕМЕНТНО-БЕТОНСКИХ КОЛОВОЗА

Грешке у спојницама постају евидентне свим учесницима у саобраћају оног тренутка када им се возња учини нелагодном. Најчешће је то пресудан утицај који одређује време почетка одржавања на неки начин већ нарушеног коловоза. У општем случају можемо стећи визуелну представу о грешкама на спојницама много раније, пре него што квалитет возње и ниво услуге буду знатно умањени. Зато следећи описи карактеристичних деформација дефинишу термине и одређују начине теренског препознавања различитих узрока и типова грешака цементно-бетонских коловоза, које се, према досадашњим искуствима, приписују спојницама.

Издизање коловоза

Издизање (фаултинг) је врста спојничне деформације настала услед феномена изазваног саобраћајним оптерећењем при којој се коловозна плоча с једне стране спојнице издиже у односу на другу, слободну плочу (сл. 1).

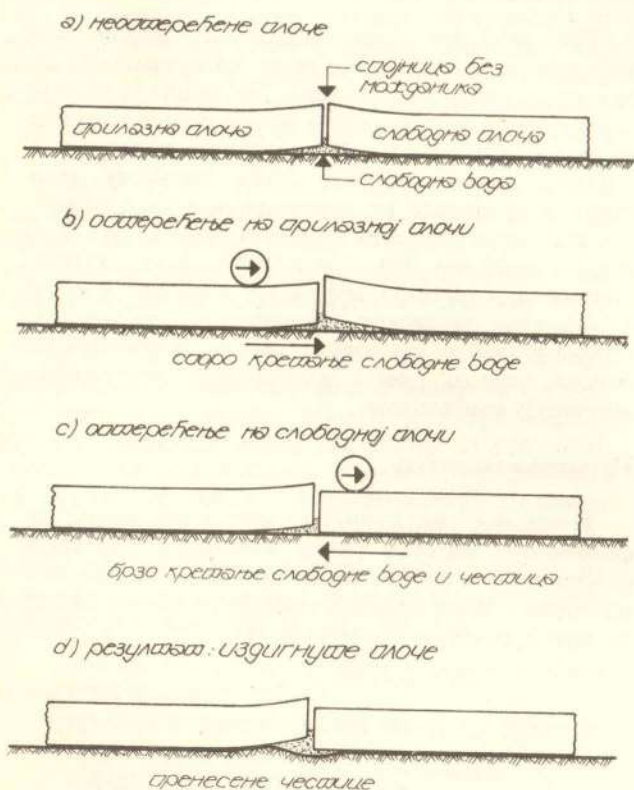


Сл. 1 — Издизање коловоза.

Са слике се види да је нижа плоча увек она коју точкови додирну после преласка спојнице. У почетку се издизање плоча тешко може приметити визуелним путем, мада на ову појаву указују присутност ситног материјала и измењена боја површине коловоза у околини спојнице.

Разлика у висини плоча, већа од 1,6 mm изава вишак буке при прелазу возила преко спојнице, док издизање преко 3,2 mm изазива шок код возача, те се оваквом коловозу могу ставити примедбе са становишта удобности вожње. Уколико се разлози који стварају издизање не елиминишу, онда ће се разлике између суседних плоча постепено увећавати све док, у екстремном случају, не изазову попречно или угаоно прскање коловоза. У даљем процесу може доћи и до разарања пунила услед смичућег дејства при вертикалном померању, што би омогућило продирање воде и чврстих честица, уз даље погоршавање услова, који би водили директном лому коловозне плоче.

Када се процесом пумпања уклони ситан материјал испод коловоза, смањује се носивост подлоге, што изазива веће угибе плоча и још жешће пумпање. Издигнуће се састоји од узвишења прилазне плоче у односу на слободну плочу, а обе могу бити или без или са улегнућем. Оваква појава је карактеристична за обичне цементно-бетонске коловозе — без анкера и можданика — израђене на осетљивим подлогама у погледу веће садржине влаге. Лоша подлога је, неки пут, резултат недовољне збијености или неуједначеног квалитета стабилизације. Сам процес је објашњен и илустрован сликом 2.



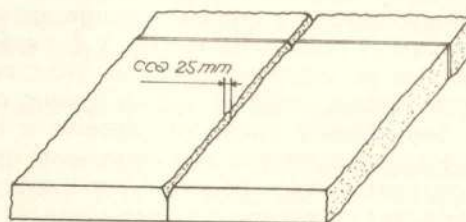
Сл. 2 — Издизање коловоза је проузроковано процесом пумпања честица од слободне ка прилазној плочи. Издизање може такође настати слегањем материјала испод слободне плоче.

Наиласком оптерећења према спојници, долази до истовременог лаганог потискивања воде са честицама ка слободној плочи. Када оптерећење пређе спојницу, испод прилазне плоче која је одскочила остаје празан простор у који се потискује вода са честицама, овога пута великом брзином, а услед створеног притиска испод слободне (сада оптерећене) плоче. Коначан ефекат — издизање плоче — се добија због разлике у брзинама кретања воде, које зрнасти материјал нагомилава испод прилазне плоче.

Многе мере треба предузети, како у пројектанстком тако и извођачком смислу да би се издизање спречило. Треба детаљно анализирати услове носивости подлоге (уз могућност израде цементне или битуменске стабилизације) и дебљине плоче (уз сагледавање будућих потреба). Извођење спојница мора бити прецизно и са тачно постављеним уређајима за пренос оптерећења.

Кидање (парање) коловоза

Кидање (равелинг) цементно-бетонског коловоза у спојници настаје услед чупања, мрвљења и парања пластичног бетона — у ширини од око 25 mm — што површину и ивицу спојнице чини врло неправилном (сл. 3)



Сл. 3 — Кидање (парање) коловоза.

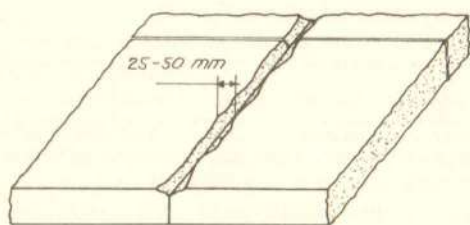
Појава кидања настаје за време резања или формирања спојнице и карактеристична је по томе што се процес даље не шири. Поред тога што вожња преко испараног коловоза постаје досадна због једноличне буке — јер су спојеви плоча наглашенији — искиданост не утиче на функционисање спојнице догод су њене ивице заштићене правилно уграђеним пунилом. У противном, кидање може да буде увод у озбиљна оштећења због слабљења бетона у непосредној близини спојнице. Парање може бити још и последица неправилног уклањања металног профила за формирање жљеба спојнице — из свежег бетона.

Да би се спречила појава кидања коловоза у околини спојнице, неопходно је да (1) бетон очврсне довољно тако да се рез може обавити кроз зрно агрегата, без њеног избијања из „лежишта“, (2) профили за формирање спојница буду сужени при крају и подмазани ради лакшег извлачења из бетона и (3) жљебови и њихове спајајуће површине буду очишћени од бетонских отпадака, који би се могли стврднути у жљебу док се он изводи.

Жљебљење (цепање) коловоза

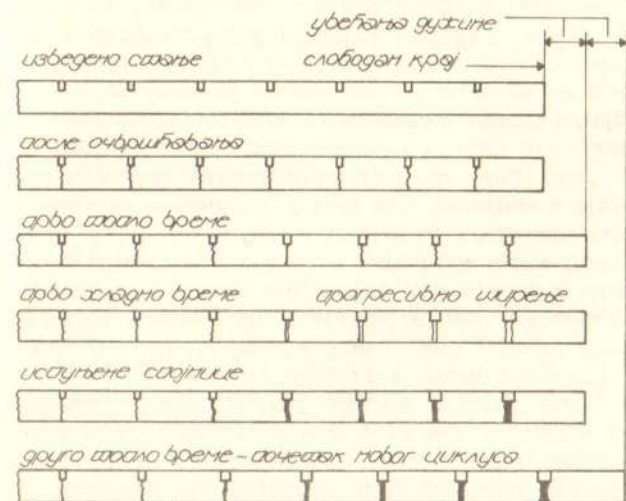
Жљебљење (spalling) настаје избацивањем делова површине коловоза у близини спојнице услед

деловања унутрашњих напона (сл. 4). Хоризонтални, смичући напони настају због продирања тврдих нестишљивих честица у спојницу, чиме се онемогућава њено затварање у топлом времену, при спреченом померању плоча. Када ови напони достигну граничну вредност чврстоће бетонске плоче на смицање, онда се формирају танке, кривудаве прслине са обе стране спојнице. Материјал између прслина се под притиском истискује, стварајући при том жлеб ширине од 25 до 50 mm.



Сл. 4 — Жлебљење (цепање) коловоза.

У новијим цементно-бетонским коловозима, са кратким плочама, овај тип деформације се ређе јавља и незнатне је ширине. Цепање коловоза, са дужим плочама, настаје — поред поменуте инфилтрације тврдих честица — услед граничних померања плоча изазваних кородирањем уређаја за пренос оптерећења, закаснелим резањем спојнице и непредвиђеним температурним променама. Створени жљебови, иначе, доприносе разарању пунила и неравности коловоза, а могу произвести и озбиљна оштећења као што су пукотине целом дебелином плоче (сл. 5).



Сл. 5 — Прекомерно издужење или „раст“ бетонског коловоза са слободним крајем.

Жлебљење спојница се може избећи или смањити правилним пројектовањем и извођењем. Пројектом се мора осигурати да чела привидних спојница имају довољну површину како би се савладале силе притиска и обезбедио одговарајући пренос оптерећења. Уграђени бетон мора бити одговарајуће чврстоће на притисак, справљен од здравог агрегата. Уколико се привидна

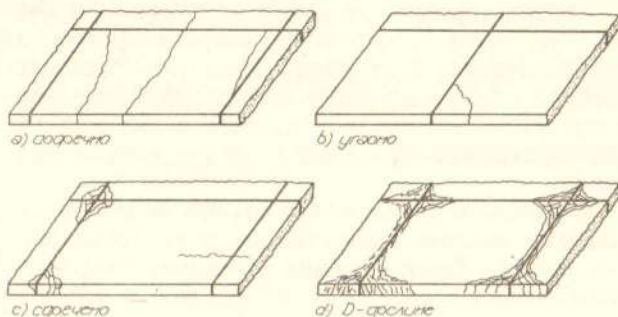
спојница формира са уметцима, исти се морају коректно поставити према површини, како би се избегло „премошћавање“ споја нестишљивим честицама, укључујући ту и очврснуте парчиће бетона. Искуство показује да пластични и стишљиви уметци ретко изазивају цепање спојница, за разлику од металних.

Цепање коловоза се елиминише добрим и ефикасним заливањем и одржавањем спојница, јер се на тај начин најбоље неутралише узрок: инфилтрација чврстих честица са коловозне површине и банкина.

Прекомерно издужење („раст“) коловоза

Прекомерно издужење (lengthening) коловоза, са слободним крајевима, директна је последица великих температурних промена, било дневних било сезонских. Почетно скупљање коловоза, од његове првобитне дужине, те због тога и почетно ширење спојница, очекује се у првих 24 сата после уграђивања, као резултат хлађења коловоза. Дуже плоче, при томе, показују већа отварања спојница од крајних, као што и бетон који је справљен од агрегата високог коефицијента термичког ширења има веће отварање спојница од плоча исте дужине израђене од агрегата нижег коефицијента термичког ширења.

Нестишљив материјал, који се таложи у отворене спојнице, смањује простор за слободно издужење плоча као њихову реакцију у топлијем времену. Створени напони у плочама долазе, преко њихових крајева, у додир са наталоженим материјалом. Понављање циклуса омогућава да се додатни материјал увуче у спојнице док су отворене, са тежњом да се напон још више увећа при поновном затварању спојница. Процес издужења или „раста“ коловоза, приказан је на слици 6.



Сл. 6 — Прскање коловоза.

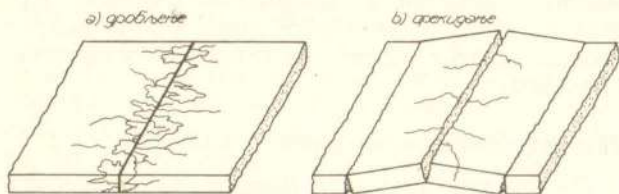
Треба запазити да коловоз „расте“ укупно, али да нема сталног увећања дужине појединих плоча. Тамо где се напони не могу ослободити на овај начин — „растом“ коловоза — појављују се деформација и спојница (жлебљење, услед хоризонталних смичућих напона) и коловоза (прво долази до прслина, а уколико се процес настави може доћи и до пуцања кроз целу дебелину плоче).

Прскање коловоза

Прскање (cracking) цементно-бетонског коловоза може бити отворено, дискретно лоцирано

на извесном растојању од спојница, неправилно, али на врло ограниченој површини и, коначно, врло изражено са уједначеним шаблоном.

Свако прскање плоча, по типу и положају, је својеврстан индикатор узрока настале неправилности или деформације. На слици 7-а приказана су три положаја типична за појаву попречних прслина у бетонској плочи.



Сл. 7 — Пуцање (лом) коловоза.

Деформације изазване у средини плоче, углавном се приписују њеном померању, које је изазвано променама температуре и влажности, уз присутност тежег саобраћаја. Досадашња истраживања указују на чињеницу да коловозне плоче, ширине 3,6 m, желе да остваре прслину, услед унутрашњих напона, на сваких 7,6 m. Зато, ако је дужина плоче већа од 14 m, треба рачунати с тим да ће се на њој формирати најмање једна попречна прслина.

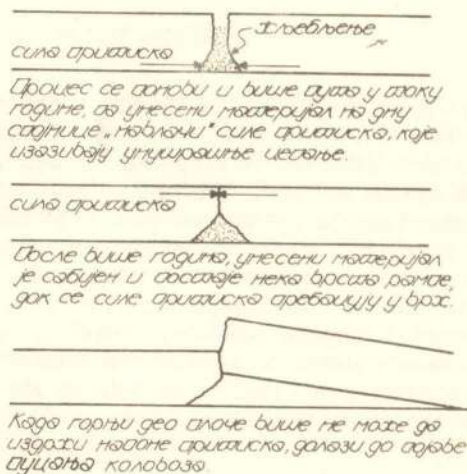
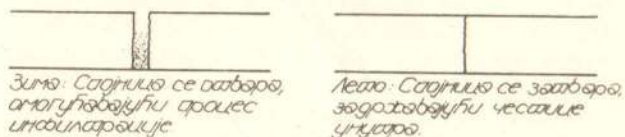
Следеће две прслине, дискретна угаона (сл. 7-б) и дискретна попречна, која се налази на мањем растојању од 2,4 m од спојнице (сл. 7-а, лево), обично указују на недостатак носивости подлоге у подручју спојнице. С друге стране, попречна прслина која се јавља унутар 0,3 m од спојнице (сл. 7-а, десно), указује или на закаснело резање или на неодговарајућу дубину жљеба спојнице, што је у оба случаја изазвало прекорачење напона.

Мрежа спреченог прскања у угловима плоче (сл. 7-с, лево) је показатељ високих вредности сила притисака у спојници. Овај тип спреченог прскања спада у најчешће деформације спојница и ако му се дозволи да напредује, може довести и до прекидања — пуцања — плоче у оштећеној зони.

Спречено прскање може, такође, имати облик подужне прслине смештене на путу точка (сл. 7-с, десно). Таква прслина временом напредује према ивици плоче, па се добија форма већ поменуте дискретне угаоне прслине (сл. 7-б).

Д-прскање (или шаблонско прскање) је карактеристично за коловозе изложене утицају циклочног смрзавања и одмрзавања (сл. 7-д). Прва индикација да ће се ова врста деформације појавити је промена боје (као последица разарања кречњачког материјала и његовог излучивања) коловозне површине у близини спојнице уз већи број прслина. Како деформација напредује, тако се мрежа блиско смештених паралелних прслина дуж попречне спојнице развија према угловима, а затим и дуж подужне спојнице и ивице поред банке. Најчешћи узрок појаве Д-прслина је употреба нездравог агрегата. Карактеристика агрегата која води појави Д-прслина у бетону је порозна

структура, коју имају многе врсте кречњака. Агрегат овог типа постаје засићен по уграђивању, нарочито ако се коловоз налази у влажним климатским условима. Када процес мржњења отпочне, хидрауличне силе створене у зрнима агрегата су довољне да изазову прскање бетона у околини спојница, које ће касније бити праћено дробљењем и мрвљењем, под дејством саобраћаја. Типичне Д-прслине су израженије на дну коловоза него на површини, што доводи до лабавости можданика у испуцалом бетону, а касније и до пуцања коловоза (сл. 8).



Сл. 8 — Механизам пуцања бетонског коловоза.

Пуцање (лом) коловоза

Лом (blow-up, buckling) коловоза најчешће настаје у спојници или њеној близини када висока температура и влажност у бетонској плочи произведу њена екстремна истезања. Најслабија спојница у серији или најслабије место у коловозу, ослобађају напоне притиска дробљењем compression failure) или ломом коловоза, што је приказано на сликама 8-а и 8-б.

Деформација настаје или лагано у периоду од једног до два часа, или изненадно, са експлозивним праском, док се оштећења коловоза међусобно разликују и по величини и по жестини.

Разлог појави пукотина са дробљењем и прекидањем коловоза је подужни притисак који расте због материјала инфилтрираног у простор привидних спојница (сл. 5). Хоризонтални притисак постаје ексцентричан, јер површине спојева нису идеалне како због меког и непостојаног агрегата тако и због дејства соли која се употребљава против стварања поледице.

Многе студије су до сада урађене о пуцању коловоза и углавном су се заснивале за изналажењу узајамне везе између бројних опажених пукотина и фактора средине, те броја и врсте спој-

ница у коловозу и дужине коловоза између пуко-
тина. Ипак, мало се зна, у квантитативном смис-
лу, о напонима у плочи у тренутку лома, садржи-
ни влаге у бетону, количини отпадака у спојни-
цама, чврстоћи бетона на притисак, затим о ути-
цајима различитих подлога и врста пунила.

За успешно спречавање и suзбијање пуцања коловоза, при пројектовању и извођењу треба посебну пажњу посветити:

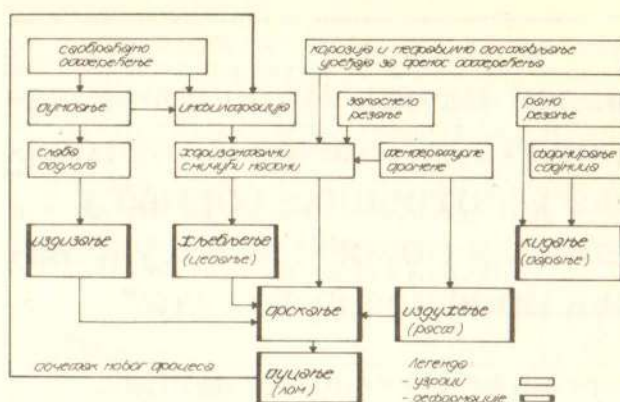
- факторима климе и средине,
- правилном пројектовању подлоге и банки-
- не,
- растојању спојница које своди померања
- плоча на минимум,
- правилном постављању уређаја за пренос
- оптерећења,
- одређивању ширине резервоара за пунило,
- избору и начину наношења пунила,
- довољној површини споја ради лакшег
- преношења високих напона притиска и
- избору здравог агрегата за бетон.

Поред ових напомена треба се користити и искуствима која говоре да се пуцање коловоза најчешће јавља у пролеће и рану јесен. Пуцање се ретко јавља у коловозима са растојањем спојница мањим од 6 m, па чак и када спојнице нису заливане. Ова деформација се такође, никада не јавља у новим коловозима, а уколико је коловоз подложен пукотинама, онда се оне јављају између треће и пете године старости, мада се то у неким коловозима може протегнути и на дужи период. Када се пуцање коловоза једном појави, ослобођени напон омогућава заштиту у средњој зони за најмање следећих годину дана. Како је најмање 150 m дужине коловоза потребно да би се он „анкеровао“ трећем подлоге, пукотине се евентуално могу појавити на сваких 300 m. Уколико би се предузеле мере за санирање само једног оштећеног потеза плоча, онда би се процес напрезања наставио, а пукотине поновиле, али са максималном учесталошћу од једне пукотине на 1,6 km пута годишње.

ЗАКЉУЧАК

И у најсавременијим цементно-бетонским коловозима — било да су класични, било да су армирани — без спојница се не може. Пројектовање спојница, а затим извођење и одржавање, поред финансијског утицаја, има пресудну улогу у оцени квалитета изведене коловозне конструкције. Зато деформације које настају услед лошег рада спојница могу или отежавати текуће одржавање или изазивати нове, сукцесивне неправилности цементно-бетонских коловоза и тако стварати затворени круг (сл. 9).

Уважавајући чињеницу, да се свуда у свету, специјално у земљама са развијеном технологијом, већ увелико изводе крути цементно-бетонски застори, треба истаћи да ни до данас нису пронађена универзална и задовољавајућа решења како саме spoјнице тако и њене испуне. Учињени су многи напори како би се постигао бољи квалитет спајања коловозних плоча. Успело се уто-



Сл. 9 — Алі оришам настајања деформација.

лико што данас спојнице не представљају више изузетно лоше место које би цементно-бетонски коловоз дисквалификовале у односу на флексибилне, асфалтне засторе.

Нова истраживања треба спровести у оквиру нових концепција израде цементно-бетонских колвоза — армираних, континуално армираних и преднапрегнутих — па их комбиновати са већ провереним досадашњим искуствима. Ту се подразумева комплетна разрада нових уређаја за пренос оптерећења, виско-еластичних пунила високе отпорности на кидање и смицање, примена експанзионих везива, као и испитивање њиховог међусобног дејства.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] „JOINT-RELATED DISTRESS IN PCC PAVEMENT“, NCHRP Synthesis 56 (1979).
- [2] „DESIGN, CONSTRUCTION, AND MAINTENANCE OF PCC PAVEMENT JOINTS“, NCHRP Synthesis 19 (1973).
- [3] Mc Bride, J.C., and Decker, M. S. „PERFORMANCE EVALUATION OF UTAH'S CONCRETE PAVEMENT JOINT SEALS“, TRR 535 (1975).
- [4] Мишић, Б. „СПОЈНИЦЕ У ЦЕМЕНТНО-БЕТОНСКОМ КОЛОВОЗУ“, Семинарски рад (1983).

Један начин утврђивања капацитета, времена путовања и потрошње горива у зонама повремениог сужавања профила аутопута*

Мр СМИЉАН ВУКАНОВИЋ, дипл. инж.

1. УВОД

Ауто-путеви су, по правилу, саобраћајнице највишег ранга на којима је присутно:

- високо саобраћајно оптерећење ($PGDS \geq 10.000 \text{ voz/dan}$),
- хетерогена структура токова,
- знатно учешће даљинских, транзитних токова.

Услед значаја и функције у транспортном систему региона, па и земље у целини, услови пројектовања и експлоатације су веома ригидни свуда у свету. Ригидност се огледа у:

- условима пројектовања,
- потпуној контроли приступа (по правилу сви прикључци ван нивоа),
- забрани кретања немоторизованим токовима,
- оптималној експлоатацији ауто-пута, где под експлоатацијом подразумевамо одржавање ауто-пута, управљање саобраћајем и помоћу корисницима ауто-пута.

Ако су сви наведени услови испуњени, може се говорити о стварно обезбеђеном високом нивоу саобраћајне услуге. У том контексту посебну пажњу треба посветити експлоатацији ауто-пута, и то из следећих разлога:

— Ауто-пут је потребно одржавати да би се обезбедио висок захтевани ниво саобраћајне услуге. Високо саобраћајно оптерећење сигурно да утиче и на хабање коловоза, провера објеката је нужна и др., што се све може планирати.

— На ауто-путу су могуће и одређене појаве које можемо заједничким именом назвати ванредне околности које могу настати услед метеоролошких услова и разних клизишта. Оне су мање-више непредвидиве у времену. Пошто су могуће, потребно је у таквим околностима правовремено реаговати да би се обезбедио неометан саобраћај.

Иако је ниво безбедности на ауто-путу далеко изнад онога на стандардним путевима, и на ауто-путу су могуће незгоде, и то по правилу тешке по последицама. Тада је такође потребно реаговати правовремено да би се несметано одвијао саобраћај.

у свим наведеним случајевима потребно је:

- извести блокаду одређене зоне на ауто-путу брзо или, ако је планирана, тада када је саобраћај мањег интензитета;
- извести одређене радове брзо и квалитетно, односно потребне интервенције и увиђаје;
- обезбедити максималну безбедност свих учесника у саобраћају;
- минимизирати трошкове корисника;
- минимизирати трошкове извођача.

Да би се ови циљеви реализовали потребно је:

— У оквиру планираних интервенција имати разрађен план и динамику која је зависна од неравномерности саобраћаја.

— Разрадити пројекат сигнализације зоне која је затворена за саобраћај, и то за различите типове могућих блокада. Који ће се тип блокаде применити зависи од узрока који су довели до тога, као и од тежине захтева за максимизирањем капацитета и минимизирањем времена путовања.

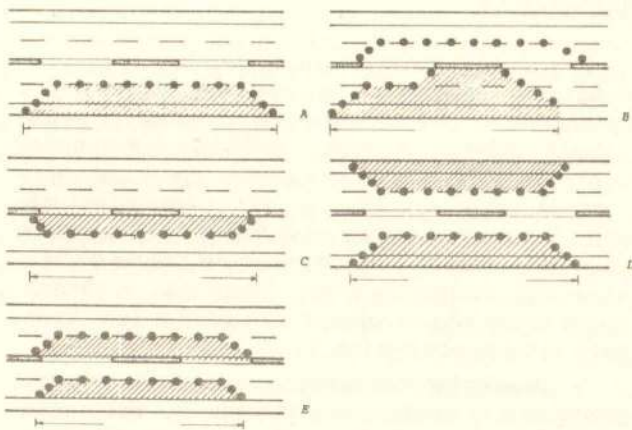
— Стално пратити ниво безбедности, и то посебно за време затварања појединих делова ауто-пута.

2. ОСНОВНЕ ПОСТАВКЕ

Остварење ових задатака захтева познавање како теоретских основа и подлога везаних за капацитет и време путовања тако и чисто организационе које подразумевају стално присуство и одређених екипа на терену, поседовање неколико комплеката опрема за затварање ауто-пута и др.

Познавање теоретских основа неопходно је да би се планирани радови извели у оптималном времену. Код ванредних околности и ситуација начин затварања ауто-пута (тип блокаде) најчешће је последица тренутне ситуације, али и тада су могућа разна решења која на кориснике имају различит утицај.

Основни типови затварања појединих делова ауто-пута, без обзира на узроке, су (слика 1):



Сл. 1 — Основни типови блокаде ауто-путева

Типови A B C могу се десити у пракси као програмирани или непредвиђени прекиди. Типови D и E су ретки, искључиво непредвидиви са снаж-

* Рађено у оквиру пројекта „The Motorway HEMUS Project“ — Bulgaria
Саобраћајни факултет Београд 1983. година

ним утицајем на услове саобраћаја. У зависности од типа прекида долази и до промене у капацитету и времену путовања, а нормално сваки тип прекида захтева и одређену специфичну интервенцију.

2.1. Капацитет ауто-пута у зони прекида

Капацитет ауто-пута дефинисан као максимални број возила који може проћи кроз дату деоницу пута при датој структури саобраћајног тока и путним условима у периоду од једног часа нагло се мења појавом одређених прекида (табела 1).

Као основа за прорачун капацитета служи израз:

$$C = BV \cdot n \cdot \prod_{i=1}^k f_i$$

при чему је:

BV — базна вредност капацитета у воз/час траци

n — број саобраћајних трака

f_i — фактори корекције

Табела 1. Смањење капацитета за различите типове прекида

Типови прекида	BC	f_1	f_2		RC
			a	b	
A	7744	0,57	0,77	1,00	3906
B	7744	0,57	0,42	0,48	1986
C	7744	0,57	0,85	1,00	4083
D	7744	0,57	0,77	0,77	3398
E	7744	0,57	0,77	0,85	3575

при чему је:

BC — капацитет при нормалном профилу (воз/час)

f_1 — фактор редукције услед структуре тока

f_2 — фактори редукције услед типа прекида

RC — редуковани капацитет (воз/час)

На основу података из табеле види се да основни капацитет, при структури 50% РА и 50% KV опада, и то:

за тип А за 49%, Тип В за 74%, за тип С за 47%, а за тип D и Е за 56%, односно за 53%.

Рапидно опадање капацитета указује да:

— планиране радове треба изводити у нормалним околностима $Q/C < 0,5$;

— тип В прекида који је често неопходан треба примењивати код планираних радова када је попуњеност Q/C у нормалним околностима $< 0,3$;

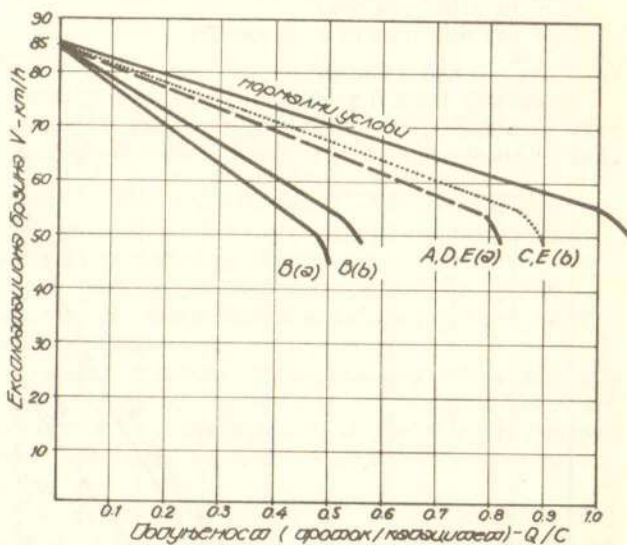
— у појединим планираним радовима које је неопходно извести у датом моменту ако постоји могућност преусмеравања ком. возила на алтернативни пут треба је искористити;

— када су смерови равномерно оптерећени тип В прекида, као планирани, могуће је применити. Ако је присутна изражена неравномерност по смеровима треба ићи на друге типове прекида.

2.2. Редукција брзине услед различитих типова прекида

Основна веза између попуњености (Q/C) и брзине (времена путовања) је знана и до сада детаљно разрађена. Наведени типови прекида утичу

на драстично смањење капацитета па самим тим и на повећање попуњености. Услед тога долази до наглог опадања брзине (повећања времена путовања). Услед новонасталих застоја при $Q/C > 1$, време путовања се повећава за време застоја. Редуковање брзине (слика 2) услед промене у попуњености за различите типове прекида дате су у табели 2. Затамњена подручја одговарају брзинама мањим од брзине при капацитету.



Сл. 2 — Релација брзина — попуњености за различите типове прекида

Табела 2. Редукције брзине услед различитих типова прекида

Q/C	Ve (km/h)	тип прекида									
		A		B		C		D		E	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
0,3	76	73	63	66	74	73	73	73	74	73	74
0,5	70	65	49	53	67	65	65	65	67	65	67
0,6	67	61	42	47	63	61	61	61	63	61	63
0,7	64	57	35	41	60	57	57	57	60	57	60
0,8	61	54	27	35	56	54	54	54	56	54	56
0,9	58	50	20	28	53	50	50	50	53	50	53

при чему је:

Q/C — искоришћење капацитета

V_e — експлоатациона брзина

a, b — смерови кретања

Прорачун редуковане брзине V_e^R вршен је помоћу следећег израза:

$$V_e^R = \frac{V_e^N}{F_K} - V_{fm} \left(\frac{1 - F_K}{F_K} \right) \text{ (km/čas)}$$

при чему је:

V_e^N — брзина при нормалним условима

V_{fm} — слободна брзина

F_K — фактори корекције

Подаци у табели 2 указују на следеће:

— Код прекида типа В најизраженије је опадање брзине. То значи да се нагло и повећава време путовања корисника.

— Код осталих типова брзина пада на брзину при капацитету при знатно већим попуњеностима од оних код типа В.

Тип В је најприхватљивији са гледишта извођача па његову примену треба усаглашавати са периодом минималних протока.

2.3. Застоји настали услед прекида

Услед одређеног прекида на ауто-путу долази и до повећања времена путовања услед новонасталих застоја. Ово повећање може се исказати помоћу израза:

$$E = Q \cdot \left(\frac{1}{V_E^R} - \frac{1}{V_E^N} \right) (\text{voz. čas / čas})$$

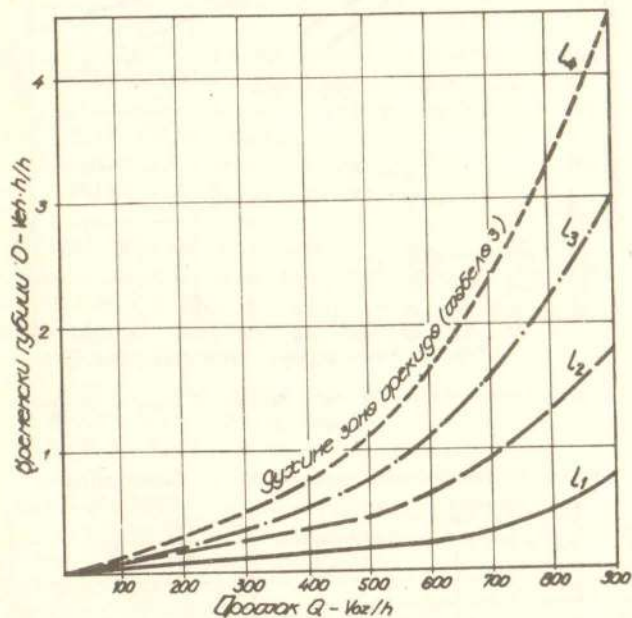
при чему је:

Q — проток (воз/час)

L — дужина зоне под прекидом

V_E^R и V_E^N — као и раније

За прекид типа В у наредној табели и слици 3 дате су вредности изгубљеног времена за различите вредности протока и дужине зоне прекида.



Сл. 3 — Релација проток — временски губици за различите дужине зона прекида

Табела 3. Временски губици у зонама прекида за различите дужине зона и величине протока (воз/час)

Q (voz/h)	$l_1(0,5 \text{ km})$	$l_2(1 \text{ km})$	$l_3(1,6 \text{ km})$	$l_4(2,2 \text{ km})$
100	0,005	0,4	0,016	0,022
300	0,06	0,12	0,192	0,26
500	0,225	0,45	0,72	0,99
700	0,49	0,98	1,57	2,16
900	0,94	1,88	3,02	4,16

Могуће је закључити следеће:

— Величина изгубљеног времена зависи од величине протока, дужине зоне прекида и типа прекида.

— Што је дужина зоне већа и изгубљено време, при истом протоку, се повећава. Следи да ово може да послужи и као основа за дефинисање растојања између службених излаза.

— У ситуацијама када је $Q/C \approx 1$ могуће је додатне губитке израчунати као:

$$D = N(\Delta t) + (Q_z - Q_s) \frac{(\Delta t)^2}{2}$$

— Укупно време путовања у зони прекида могуће је исказати као:

$$T = T_R + E + D$$

што треба да представља и основу за израчунавање повећаних трошкова корисника.

На основу досадашњих разматрања могуће је сагледати услове за примену појединих типова прекида у програмираном делу експлоатације. Основни критеријуми су величина протока и дужина зоне прекида.

Табела 4. Граничне вредности протока при којима се може толерисати одређени тип прекида

Тип прекида	Q (воз/час по траци при нормалним условима)
A	≤ 590
B	≤ 450
C	≤ 650
D	≈ 590
E	≤ 590

2.3. Додатна потрошња горива настала услед одређене врсте прекида

Одређене врсте прекида утичу на смањење брзине кретања, стварање застоја, учестале промене брзина и др. Све ово утиче на повећану потрошњу горива. Ако повећану потрошњу горива дефинишемо као разлику утрошене количине горива при нормалним условима (на јединицу дужине) и потрошње проузроковане одређеним типом прекида, тада се повећана потрошња може исказати као:

$$\text{Potr. gor.} = \alpha L + \beta D + \gamma S - \alpha_1 L$$

при чему је:

α_1 — јединична потрошња при неометаној брзини у току

L — дужина зоне прекида, укључујући и зоне прилаза и обавештења

β — јед. потрошња при стајању

D — време стајања

γ — јединична потрошња услед промена брзина

S — број промена брзина

Утврђивање стварне додатне потрошње захтева детаљно познавање структуре возног парка. Како је то најчешће немогуће, наведени прорачун врши се за тзв. репрезент — возила. Да би се илустровао утицај зоне прекида на повећану потрошњу, у наредној табели дати су подаци за стандардно путничко возило од 1100 cm³ и 44Kwh.

Табела 5. Повећање потрошње горива код возила (lit/voz)

Тип прекида	$l_1 = 1 \text{ km}$			$l_2 = 2 \text{ km}$		
	$Q/C = 0,3$	$Q/C = 0,5$	$Q/C = 0,7$	$Q/C = 0,3$	$Q/C = 0,5$	$Q/C = 0,7$
A	—	0,099	0,009	—	0,018	0,018
B	0,013	0,018	0,036	0,026	0,036	0,072
C	—	0,009	0,009	—	0,018	0,018
D	—	0,009	0,009	—	0,018	0,018
E	—	0,009	0,009	—	0,018	0,018

Приказани подаци дати за репрезент-возило указују на значајне промене у потрошњи горива које настају услед одређених типова прекида. Поред дужине зоне прекида битно је време трајања

прекида. Примера ради, за прекид типа А ($l = \text{km}$) при $Q/C = 0,7$ односно просечној вредности протока од 1360 $\text{voz}/\text{čas}$ по смеру ако прекид траје 1 час утрошиће се (при 100% учешћу путничког аутомобила) више горива. У случају да тај прекид траје 8 часова утрошиће се 98 литара горива.

3. РЕЗИМЕ

У претходном делу разматран је утицај на капацитет, време путовања и потрошњу горива. Уочава се да различити типови прекида различито и утичу на споменуте величине при истим вредностима протока. Ако појемо од става да типови прекида могу бити:

а) планирани (као саставни део одржавања)

б) ванредни у времену непредвидљиви,

онда треба планиране прекиде реализовати тада када су (на основу података датих у табели 4.

1. $Q/C < 0,3$ (0,5) по смеру

2. Учешће ком. возила смањено, нарочито ако је прекид на успону (паду).

Избор типа прекида зависи од потреба и врсте радова.

У свим условима када је проток и онако смањен, при високим снежним наносима, могуће је примењивати прекид типа В при чему се део ауто-пута који се користи за саобраћај интензивно чисти.

Код планираних прекида могуће је при неповољној структури тока (високо учешће ком. возила) ићи на, ако постоје могућности, упућивање ком. возила на алтернативни правац. Ово је потребно тада када је $Q/C > 0,7$.

У сваком случају ванредни прекиди су са аспекта управљања саобраћајем (укључујући и безбедност) далеко значајнији. У околностима када треба правовремено реаговати и тиме смањити све могуће негативне утицаје на кориснике избор типа прекида зависи најчешће од узрока који су до тога довели. Међутим у таквим ситуацијама потребно је:

а) омогућити правовремено информисање служби које треба да обезбеде зону прекида;

б) располагати са екипама (и одговарајућом опремом) које могу одмах дејствовати;

в) има разрађен план сигнализације зоне прекида.

Уз претпоставку да су сви наведени услови обезбеђени могуће је за време прекида минимизирати трошкове корисника, а уједно битно не угрозити безбедност.

Истраживања замора цементом стабилизираних каменних агрегата

ДАНИЕЛ МЕЈАК, дипл. инж.

1. УВОД

У Заводу за истраживање материјала и конструкција, ООУР Институт за путеве у Љубљани, обављен је у периоду 1981/83. године истраживачки рад „Отпорност цементом стабилизираних носећих слојева на замор^{1/} ради решења следећих проблема:

— увођење методе испитивања на замор цементом стабилизираних каменних агрегата расположивом опремом;

— статистичко тестирање резултата за употребљену методу испитивања у погледу њене подобности за класификацију стабилизација цементом с обзиром на њихову отпорност против замора;

— установити да ли је димензионирање коловозних конструкција са уважавањем резултата испитивања замора цементне стабилизације селективније од емпиријског димензионирања по методи JUS U.C4.012.

2. ИСТРАЖИВАЊЕ ЗАМОРА

2.1. Претходна испитивања

За истраживање замора биле су изабране три за Словенију карактеристичне мешавине:

Дробљени кречњак 0/32 mm стабилизован цементом,

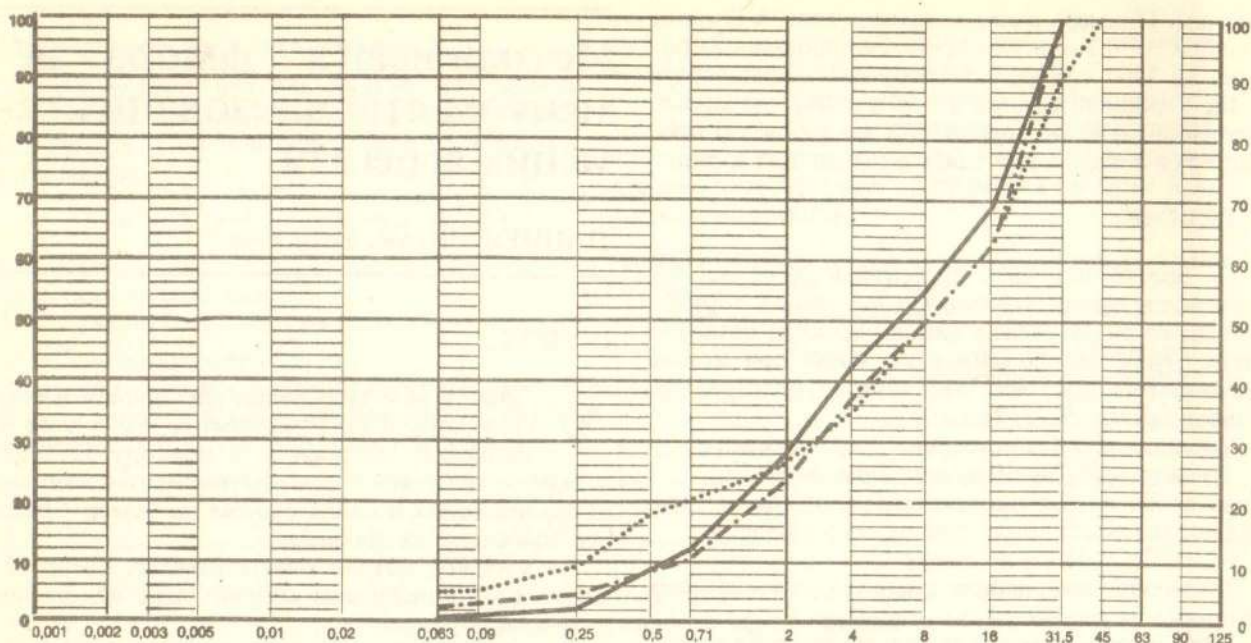
— сваки шљунак 0/32 mm стабилизован цементом,

— дравски шљунак 0/45 mm стабилизован цементом.

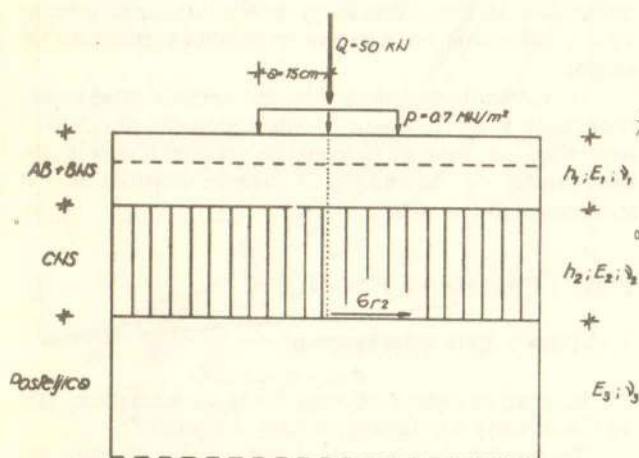
Програм претходних испитивања обухватао је анализе гранулометријских састава каменних агрегата (слика 1) и израду рецептура мешавина. Употребљен је цемент РС 35 цементаре из Анхова.

2.2. Динамичка испитивања

Меродавно напрезање, које је одлучујуће за трајност коловозних конструкција које имају носећи слој стабилизован цементом (CNS — ознака по JUS U.E9.024), јесте савојно напрезање на доњој ивици слоја CNS (слика 2). При теоријском димензионирању коловозних конструкција рачунски се одређује савојно напрезање σ_{r2} , које је изазвано номиналним оптерећењем точка ($Q = 50 \text{ kN}$). Основа за прорачун саобраћајног напрезања је теорија еластичности у вишеслојном еластичко-изотропном полупростору.

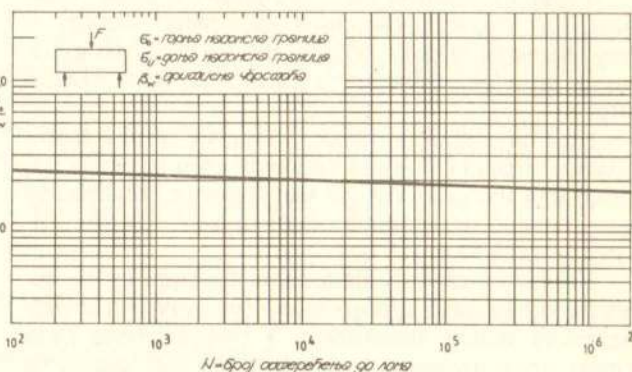


Сл. 1 — Гранулометријске линије камених агрегата испитаних цементних стабилизација



Сл. 2 — Мероводно савојно напрезање цементном стабилизованих носећих слојева CNS

Савојно напрезање на доњој ивици CNS мора код коловозних конструкција са тешким и врло тешким саобраћајним оптерећењем да буде једнако трајној динамичкој савојној јачини — σ_D . Трајна динамичка јачина јесте она величина напрезања при којој ни код неограниченог броја њеног понављања не долази до заморне прслине материјала. У лабораторијским испитивањима обично се узима број понављања напрезања — $N = 2 \times 10^6$ и уколико при томе броју не настану заморне прслине материјала, усваја се да материјал издржава неограничени број овог напрезања. Динамичка јачина у зависности од броја понављања напрезања приказује се Wöhlerovom кривом замора, која је схематски приказана на слици 3.



Сл. 3 — Wöhlerova крива замора цементном стабилизованих носећих слојева

програма приказана је на слици 4. Предвиђене су биле 4 серије са по 6 греда. У свакој серији 2 греде биле су испитане статички на савијање и одређене карактеристике:

- статична савојна чврстоћа — β_{BZ} ;
- модул еластичности — E .

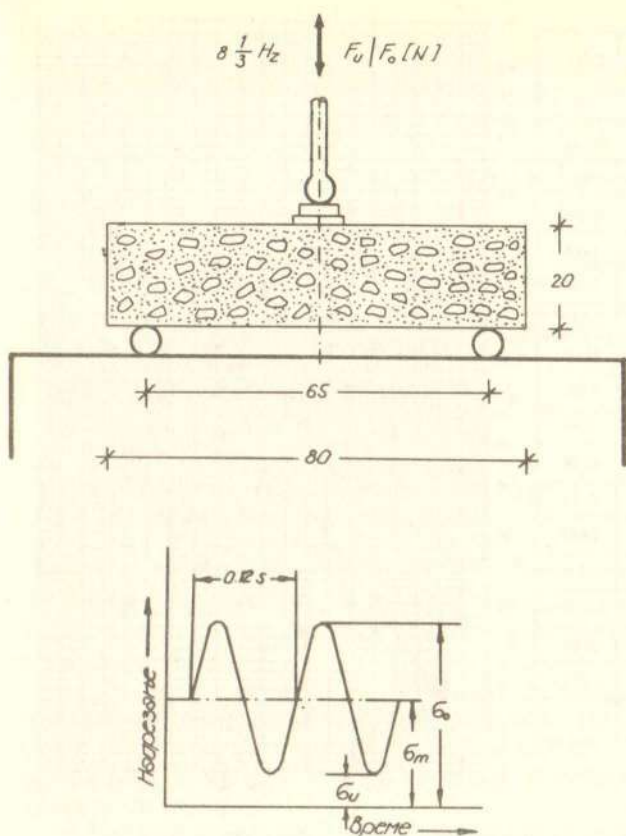
Истраживачки ред	Греде 20/20/80					
	1	2	3	4	5	6
1						
2		β_{BZ}	динамичка јачина E (оптерећење)			
3		E				
4				E		

Сл. 4 — Шема програма истраживања

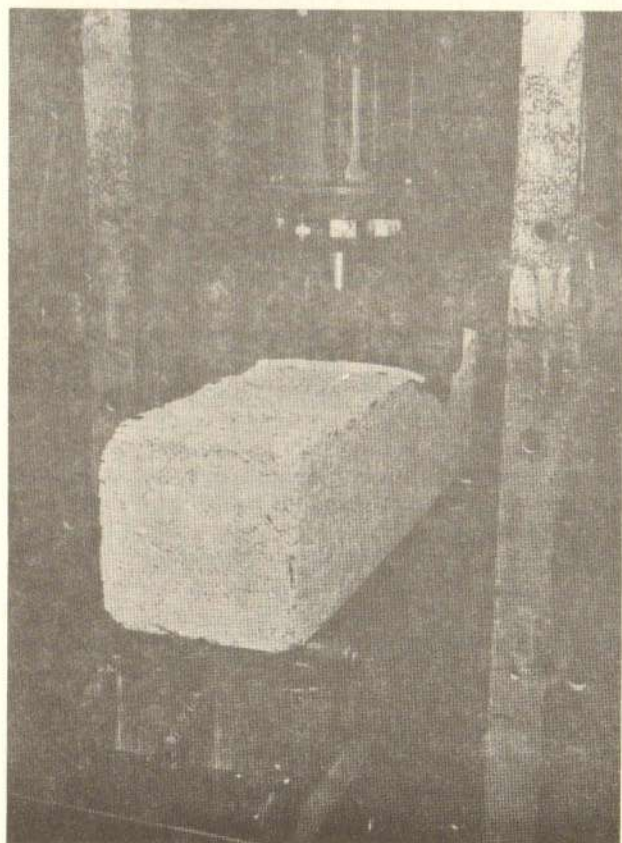
2.2.1 Опис методе испитивања замора цементом стабилованих агрегата

Од сваке мешавине израђене су по 24 греде димензија $20 \times 20 \times 80$ cm. Схема истраживачког

Остале 4 греде биле су подвргнуте осцилацијском променљивом оптерећењу на савијање у нискофреквентном пулзатору типа AMSLER. Горња напонска граница — σ_0 била је варирана по ступњевима опсега величине $0,05 \text{ MN/m}^2$, док је доња напонска граница била непроменљива — $\sigma_u = 0,1$

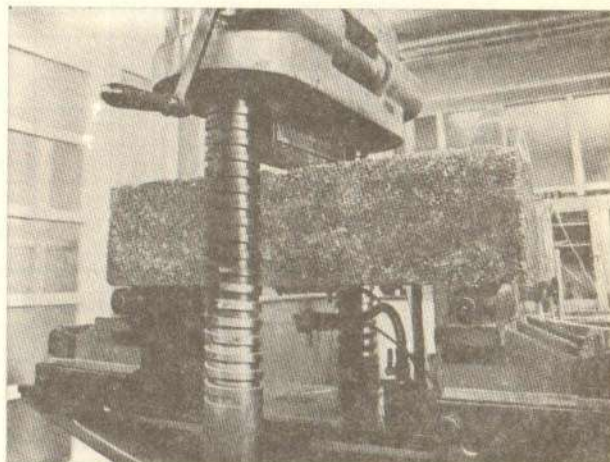


Сл. 5 — Шема пулзирања на савијање

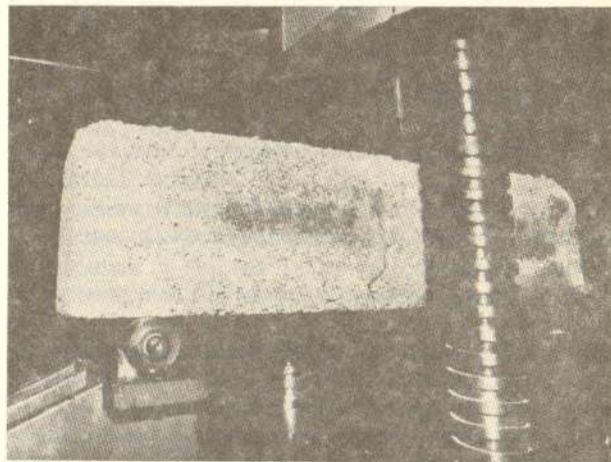


Сл. 6 — Динамичко испитивање греде од цементне стабилизације на пулзацију

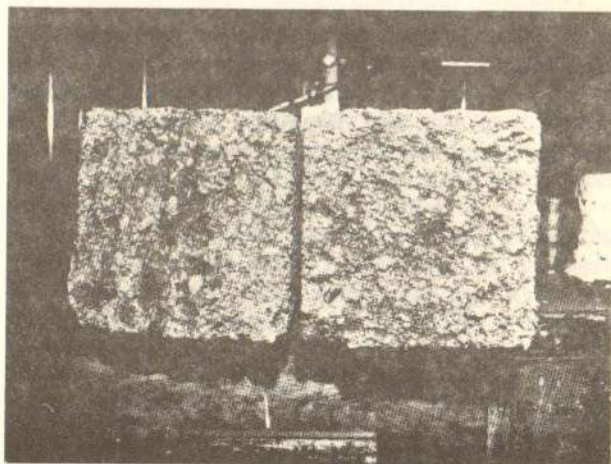
МРа. Употребљавана је фреквенција $8 \cdot \frac{1}{3} \text{ Hz}$ (500 вибрација у минути). Пулзатор је при лому греде помоћу релеја био аутоматски искључен. Шема пулзирања приказана је на слици 5, а на фотографијама — слике 6, 7, 8 и 9 — приказани су неки детаљи статичних и динамичких испитивања цементом стабилованих агрегата. Греде су биле подвргнуте испитивањима после 90 дана одлежавања и неговања.



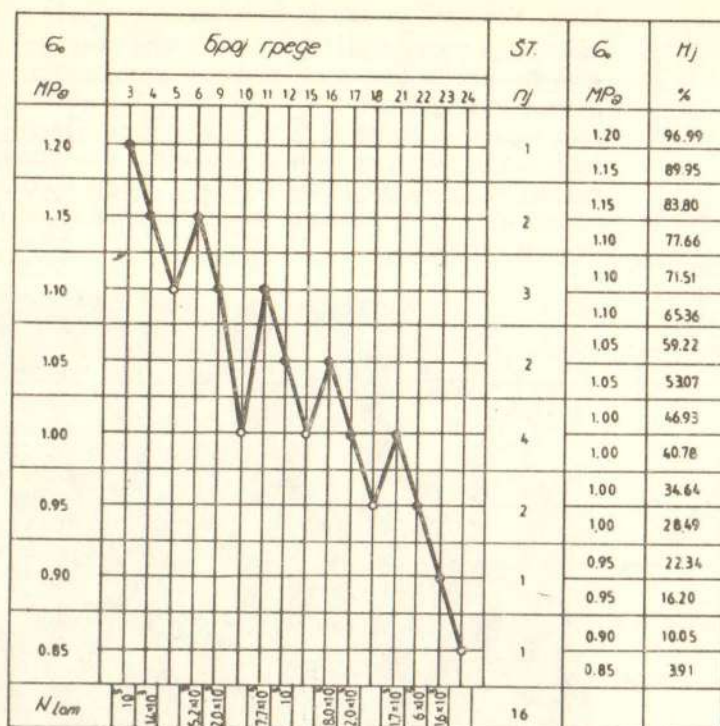
Сл. 7 — Статичко испитивање на савијање



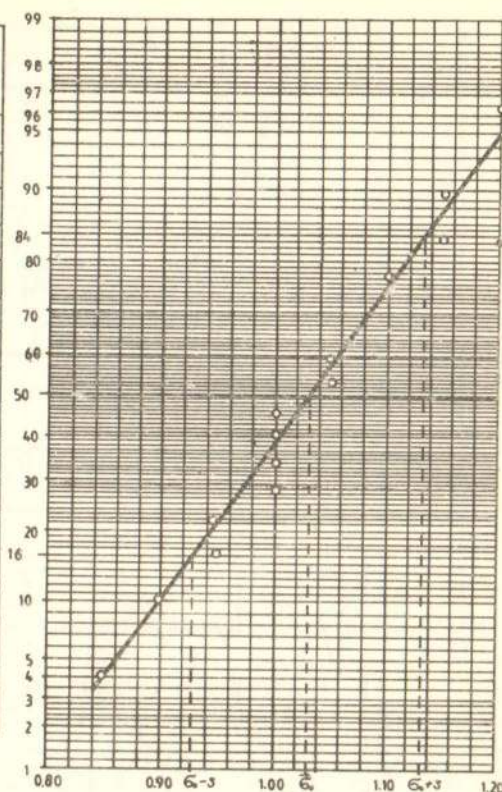
Сл. 8 — Лом греде при статичком опитиу на савијање



Сл. 9 — Карактеристична ломна површина цементне стабилизације настала при опитиу пулзирањем



Сл. 10 — Модифицирани ступњевити поступак



Динамичким испитивањем 16 греда, методом „модифицираног ступњевитог поступка“ одређена је трајна заморна савојна јачина σ_0 за доњу напонску границу $\sigma_u = 0,1 \text{ MN/m}^2$. Поменути поступак вредновања динамичког испитивања има, наспрот класичној методи вредновања, ове предности:

— у обзир се узимају сломљени и читави узорци,

— једноставно је одређивање средње вредности, стандардне девијације и процентуалних вероватно мањих или већих резултата

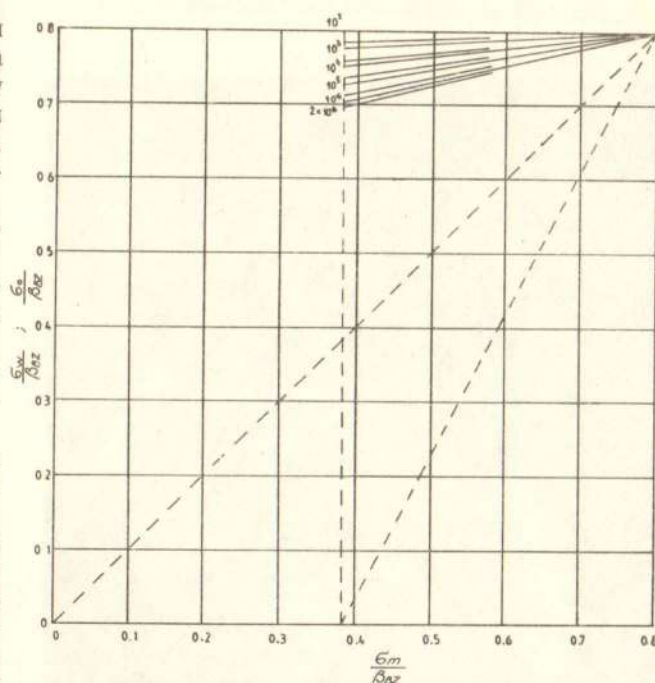
— при истом броју узорака повећана је тачност резултата у поређењу са класичним начином вредновања.

Описани поступак вредновања приказан на слици 10. за стабилизацију цементом савског шљунка 0/32 mm.

На основу добивених резултата испитивања отпорности узорака на замор конструисани су Смитхови дијаграми, који се употребљавају при теоријском димензионирању коловозних конструкција с носећим слојем из цементом стабилизованог материјала. на слици 11 приказан је Смитхов дијаграм за савски шљунак 0/32 mm стабилизован цементом.

Опитне греде које су издржале усвојени број поновљених оптерећења $N = 2 \times 10^6$ без лома испитане су још и статичким опитом на савијање са одређивањем статичке савојне чврстоће — β_{BZ} и модула еластичности — E .

Преглед резултата истраживања за све три цементом стабилизоване мешавине дат је у табели 1.



Сл. 11 — Смитхов дијаграм цементом стабилизованог савског шљунка 0/32 mm

3. АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА

Рецептуре све три цементом стабилизоване мешавине биле су пројектоване са приближно једнаком притисном чврстоћом после 7 дана ($2,0 \text{ MN/m}^2$), која је на доњој граници (по JUS U. E9.024 за путеве I и II саобраћајног разреда).

Табела 1: Преглед резултата испитивања

Испитивање	Карактеристика	Дробљени вапненац 0/32	Савски шљунак 0/32	Дравски шљунак 0/45
Претходна испитивања	Дозирање цемента М 55 з 10 п 350 Салодур Анхово (%маса)	3,0	4,0	3,0
	Оптимална влажност (% масе)	5,0	4,0	4,8
	Сува просторна маса (Mg/m ³)	2,048	2,152	1,190
	Притисна чврстоћа после 7 дана (MN/m ²)	2,1	2,3	2,3
	Притисна чврстоћа после 28 дана (MN/m ²)	3,5	4,8	4,5
Испитивања на замор	Трајна заморна савојна јачина σ_0 (MN/m ²) за $\sigma_u = 0,1$ MN/m ²	0,956 (100%)	1,030 (108%)	1,170 (122%)
	Савојна чврстоћа β_{BZ} (MN/m ²)	1,543	1,477	1,620
	Притисна чврстоћа после 90 дана (MN/m ²) β_w	5,571	4,990	7,880
	Модул еластичности E (MN/m ²)	17532	16216	22538
	Трајна заморна савојна јачина σ_D за $\sigma_u = 0$ MN/m ² у овисности од савојне чврстоће β_{BZ}	0,60 β_{BZ}	0,68 β_{BZ}	0,71 β_{BZ}
	$\frac{\beta_{BZ}}{\beta_w}$	0,277	0,296	0,206
	β_w			

Статичка и динамичка испитивања цементних стабилизација старих 90 дана дала су врло интересанте резултате:

— Притисне чврстоће не разликују се међусобно сигнификантно, па због тога на основу притисних чврстоћа није могуће донети закључке о отпорности цементом стабилизираних каменних агрегата на замор.

— Заморна јачина дробљеног кречњака 0/32 mm стабилизованог цементом за 8% је мања од заморне јачине савског шљунка 0/32 mm стабилизованог цементом. Оба камена агрегата имају иначе приближно једнак гранулометријски састав, а мешавине приближно једнак гранулометријски састав, а мешавине приближно једнаке притисне чврстоће после 7 дана, савојне чврстоће после 90 дана и могуће еластичности. Ова констатација је интересантна, јер се до недавно сматрало да мешавине са дробљеним агрегатом имају боље карактеристике од мешавине шљунка са облим зрнима. Добијене резултате потврђују и резултати истраживања замора стабилизација цементом добивени на Техничком универзитету у Münchenу.^{3/}

— Најбољи резултат у погледу отпорности против замора установљен је код дравског шљунка 0/45 mm стабилизованог цементом.

Ова мешавина има за 22% већу заморну јачину од мешавине са дробљеним кречњаком 0/32 mm за 14% већу од мешавине са савским шљунком 0/32 mm. Исто тако код ове мешавине сигнификантно су већи модул еластичности (E) и притисна чврстоћа после 90 дана (β_w). Претпоставља се да на боље карактеристике цементом стабилизоване мешавине са дравским шљунком утиче његов повољнији гранулометријски састав.

4. УЗИМАЊЕ У ОБЗИР ЗАМОРА ЦЕМЕНТОМ СТАБИЛИЗОВАНОГ НОСЕЋЕГ СЛОЈА ПРИ ДИМЕНЗИОНИРАЊУ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Теоријско димензионирање коловозних конструкција уз уважавање добивених резултата ис-

питивања замора цементних стабилизација знатно је селективније од код нас уобичајеног емпиријског поступка димензионирања по JUS U. C4.012, што је приказано на следећем примеру.

Димензије горњег слоја за јако оптерећену коловозну конструкцију износе:

— по JUS U.C4.012

6 cm асфалтног бетона 0/16 mm,
9 cm битуменизиране камене ситнежи 0/32 mm,
25 cm дробљеног кречњака 0/32 mm стабилизованог цементом,
или савског шљунка 0/32 mm стабилизованог цементом,
или дравског шљунка 0/45 mm стабилизованог цементом,
што укупно чини 40 cm.

Дебљина носећег слоја стабилизованог цементом подједнака је за све испитане мешавине, јер је њихова притисна чврстоћа после 7 дана једнака.

По теоријском поступку димензионирања, уважавајући заморну јачину испитаних мешавина добија се:

а) 6 cm асфалтног бетона 0/16 mm,
9 cm битуменизиране камене ситнежи 0/32 mm,
23 cm дробљеног кречњака 0/32 mm стабилизованог цементом, укупно 38 cm.

б) 6 cm асфалтног бетона 0/16 mm,
9 cm битуменизиране камене ситнежи 0/32 mm,
22 cm савског шљунка 0/32 mm стабилизованог цементом, односно укупно 37 cm

ц) 6 cm асфалтног бетона 0/16 mm,
9 cm битуменизиране камене ситнежи 0/32 mm,
21 cm дравског шљунка 0/45 mm стабилизованог цементом, односно укупно 36 cm.

Дебљине носећих цементом стабилизираних слојева различите су, у зависности од заморне јачине цементне стабилизације.

5. ЗАКЉУЧАК

Резултати испитивања замора цементне стабилизације показују значајне разлике у квалитету ових материјала. Тестирање уведене методе показало је да је метода репродукцибилна. Тачност резултата код 16 узорака износи 4%, што сасвим одговара сврси употребе.

Анализа је исто тако показала да је теоријско димензионарање са уважавањем резултата испитивања цементних стабилизација на замор селективније од емпиријског димензионарања по JUS U.C4.012. Дебљине носећих слојева од цементом стабилизираних каменних агрегата могу се знатно разликовати од дебљина одређених по поменутом JUS-у. На овај начин је носивост коловозне конструкције одговарајуће искоришћена, а тиме је могуће постићи и знатне уштеде у материјалу и енергији, што оправдава уложена средства за испитивања замора цементом стабилизираних каменних агрегата.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Д. Мејак: Одпорност против утрујања с цементом стабилизираних носилних пласти возишћних конструкција, I, II и III дел, ЗРМК, Љубљана, 1981, 1982, 1983.
- [2] E. Deubelbeiss: Dauerfestigkeitsversuche mit einem modifizierten Treppenstufenverfahren, Materijalprüfung (8) (1974), 240-244
- [3] J. Eisenmann, G. Leykauf: Tragfähigkeit hydraulisch gebundener Tragschichten Deutscher Strassenkongress, Hamburg, 1978, str. 117-122.

Пројектовање ојачања помоћу дефлектометра са падајућим теретом

ДУШАН САКУЛСКИ, дипл. инж.

Економски раст педесетих и раних шездесетих година овога века био је праћен наглом експанзијом путне мреже у готово свим земљама северне Америке и западне Европе. Многе путне конструкције из тог времена су сада при крају свог пројектног периода и потребна им је темељита поправка.

„Структурна чврстоћа“ коловозне конструкције се односи на способност ограничења дилатација у пројектном периоду, без појаве прелина у било ком делу конструкције и без трајних деформација постелице.

Структурна чврстоћа није једини фактор употребљивости пута. Трење и дубина колотрага, на пример, су важни за одређивање хватљивости хабајућег слоја коловозне конструкције. Недавно публикован „Shell Pavement Desing Manual“ посебно разматра дубину колотрага и њихово настајање као последицу трајних деформација асфалта. Неколико осталих публикација баве се истим проблемом. Овај чланак се бави искључиво конструктивним аспектима.

Прво ће бити разматрана метода која омогућује инжењеру да одреди ин ситу оне факторе од којих зависе механичке особине које могу би-

ти одређене на постојећој коловозној конструкцији. То се базира на мерењу дефлексија инструментом званом дефлектометар са падајућим теретом (FWD).

У другом делу ће се разматрати начин на који те механичке особине могу дати основу за облик квантитативног одређивања преосталог века трајања постојеће коловозне конструкције и неопходног мерења чврстоће (у смислу дебљине ојачања) потребног за одређивање будућег употребног периода.

Недеструктивне технике за испитивање флексибилних коловозних конструкција су највише засноване на мерењима различитих дефлексија коловозних конструкција испод познатог оптерећења. Дебљине ојачања се одређују више или мање директно, с обзиром на амплитуду дефлексије, емпиријским техникама интерпретације мерења. Ову амплитуду користе више аналитичких техника за одређивање извесних параметара битних за пројектни период коловозне конструкције. Ради тога се ови параметри користе у пројектном моделу за рачунање захтеване дебљине ојачања.

FW дефлектометри, који су у протекле три године били у употреби у Конинклијке Shell Laboratorijum Amsterdam, показали су се као погодно средство за рутинску процену коловозне конструкције. Истовремено, информације које они дају о механичким особинама коловозне конструкције обезбеђују сигурну основу за прорачун захтеване дебљине ојачања. У сврху тог прорачуна, Конинклијке Shell Laboratorium (KSLA) користи Shellov метод пројектовања.

Коначно, разматран је поступак усавршавања основе принципа пројектовања ојачања, с обзиром на различите карактеристике мешавине, посебно поступка за употребу захтеваног типа мешавине за ојачање који се битно разликује од оног у постојећој коловозној конструкцији.

МЕРЕЊЕ ДЕФЛЕКСИЈА ПОМОЋУ FW ДЕФЛЕКТОМЕТРА

Основни принцип рада FWD јесте маса која пада на плочу I, која је са плочом II повезана помоћу опруге (сл. 1). Максимална сила која делује на коловозну конструкцију је:

$$F = \sqrt{2 Mghk} \quad (N) \quad (1)$$

при чему је:

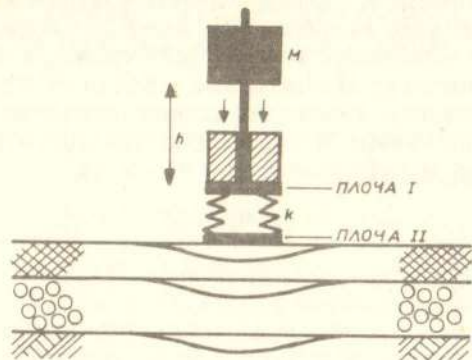
M — маса терета	(kg)
g — гравитационо убрзање	(ms ⁻²)
h — висина пада	(m)
k — константа опруге	(N/m)

Максимална величина силе може да варира уз помоћ:

1. Промене масе терета: Ово је непрактично за рутинска испитивања, где се брзо морају обавити многа мерења, да би се добио увид у испитивану коловозну конструкцију.

2. Промена висине пада: Ово је могуће код рутинских испитивања, ако конструкција апаратуре дозвољава промену висине пада.

3. Промена константе опруге: Код механичких опруга једини начин је замена опруга са различитим карактеристикама, што није изводљиво код рутинских испитивања.

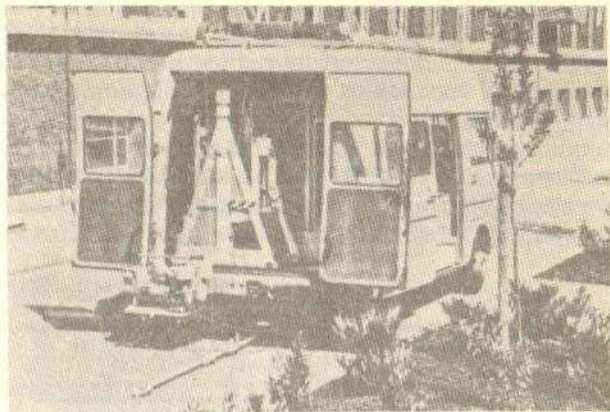


Сл. 1 — Шематски приказ рада дефлектометра

Оба фактора — промена масе и промена опруге — утичу на промену ритма деловања силе. Уколико се тражи константан ритам деловања силе за различите интензитета силе, уз помоћ различитих маса, то мора бити пропраћено променама опруга. Из овога следи да је најпрактичнији начин за промену интензитета силе промена висине пада.

КСЛА употребљава два аутоматизована FW дефлектометра; опрема и конструкција су развијени од стране Pavament Consultancy Services B. V. Rotterdam. Један (сл. 2) је у употреби од 1975. године, са падајућом масом од 150 kg и висином пада од 0,04 до 0,4 m. Екстремна сила која се на тај начин преноси на коловозну конструкцију варира од 15 до 48 kN, интензитетом који репрезентује стварно оптерећење точкова комерцијалних осовина. Карактеристике комплета опруга производе период од 0,028 s. Многа мерења на постојећим саобраћајницама су показала да тај период одговара ономе који се добија при кретању комерцијалног саобраћаја брзином између 60 и 70 km/čas.

Други FW дефлектометар (сл. 3) се употребљава за масивне структуре коловозних конструкција (аеродромске). Маса од 407 kg пада са висине од 0,04 до 0,4 m, са силом која варира од 40

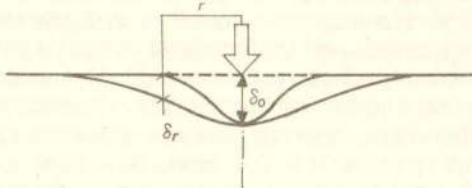


Сл. 3 — FW дефлектометар са падајућом масом од 407 kg

до 125 kN и периодом од 0,028 s. Да би се повећала свестраност употребе, у резерви се чува маса од 240 kg, заједно са комплетом опруга са модификованим карактеристикама, која даје силу од 23 до 90 kN, и периодом од 0,028 s.

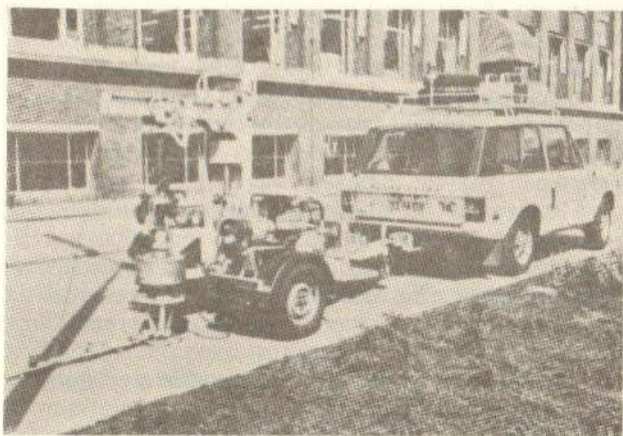
Техника мерења (и интерпретација резултата) је истоветна за оба FW дефлектометра. Под утицајем силе долази до дефлексије коловозне конструкције у зони дејства силе. Дефлексија у средишту оптерећења је функција особина и димензија коловозне конструкције, али, како је приказано на сл. 4, то није довољно за тачну интерпретацију, јер коловозне конструкције са различитим дефлексионим кривама, а тиме и сасвим различитим особинама, могу врло лако показати исту дефлексију у средишту оптерећења. Ради тога је, као допуна дефлексији у средишту оптерећења (δ_0), мерена дефлексија у најмање што још једној тачки r метара од средишта. Ова тачка може бити насумице изабрана, али у стандардним испитивањима r је фиксирано на 0,3, 0,6, 1,0 или 2,0 m, зависно од врсте коловозне конструкције.

Свако мерење дефлексије је пропраћено индикацијом положаја мерне тачке. Интензитет и период дејства силе, као и температура асфалта контролишу се у интервалима и бележе.



Сл. 4 — Шематски приказ дефлексије коловозне конструкције

Измерена температура се користи за процену модула еластичности (E) асфалтне коловозне конструкције из познатих карактеристика мешавине. Нормално, вредности добијене овим путем су довољно тачне за рутинска испитивања. Ако се захтева висок степен тачности, модул еластичности може се прецизније одредити мерењем простирања таласа у подручју високих фреквенција (80-3000 Hz).



Сл. 2 — FW дефлектометар са падајућом масом од 150 kg

ПРЕДСТАВЉАЊЕ FWD ПОДАТАКА

Коловозна конструкција је шематски приказана помоћу трослојног модела (сл. 5). Горњи слој представља асфалтне слојеве, слој испод њега је подлога (цементна стабилизација или неvezани материјал), док трећи слој за који се може претпоставити да је бесконачних димензија, представља постелицу или првобитно тло.



Сл. 5 — Модел коловозне конструкције испод оптерећења

Претпоставка је да се материјали од којих су састављени различити слојеви понашају као линеарно еластичне средине. Доказано је да је претпоставка прихватљива када је у питању краткотрајно оптерећење. Карактеристике слојева су: — Е-вредност (или S_{mix}), Поасонов број (ν) и дебљина асфалтног слоја (h).

Ако су све претходно наведене вредности познате, те према томе и облик дефлексионе криве коловозне конструкције испод датог оптерећења, помоћу компјутерског програма БИСАР се могу израчунати сви напони и све деформације.

У интерпретацији FWD мерења неке од вредности су, колико је то могуће, претпостављене или процењене, или су одређене вађењем узорака или на основу извештаја од раније. Поасонов број и дебљина слојева подлоге су, у интерпретацији FWD података, претпостављени, јер мале варијације тих вредности имају незнатан утицај. Е-модули слојева подлоге од цементне стабилизације се могу узети на основу искуства или ранијих мерења. У случају неvezаних материјала ефективна вредност модула укупног слоја подлоге, E_2 , биће функција модула постелице E_3 :

$$E_2 = 0.2 \cdot h_2^{0.45} \cdot E_3 \quad (\text{N m}^2)$$

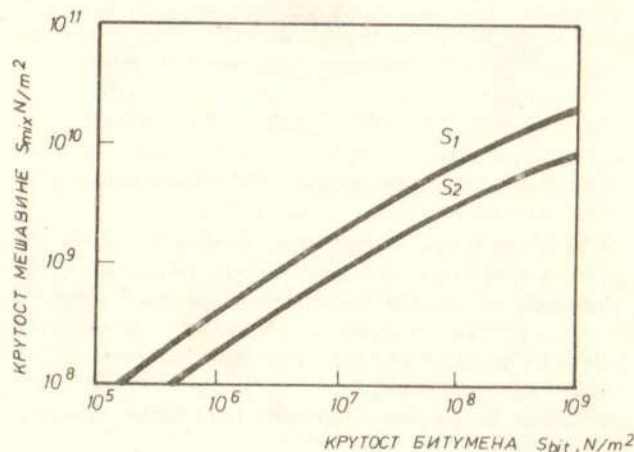
при чему је h_2 дебљина слоја подлоге од неvezаног материјала у mm и налази се у интервалу

$$2 \leq 0.2 \cdot h_2^{0.45} \leq 4$$

Заправо, слојеви подлоге од неvezаног материјала се манифестују повећањем модула идући од

постелице на горе. Овај распон модула може бити замењен ефективним модулом укупног слоја подлоге.

У нормалном поступку интерпретације Е-модул асфалтног слоја је одређен модулом крутости асфалтне мешавине (E_1 или S_{mix}) и температуром асфалта за време FWD мерења. У Shellovom поступку пројектовања користе се одређени (стандардни) типови асфалтних мешавина. Крутост мешавине је карактеристика крутости битумена, између кривих S_1 и S_2 (сл. 6).



Сл. 6 — Карактеристични односи између крутости мешавине и битумена

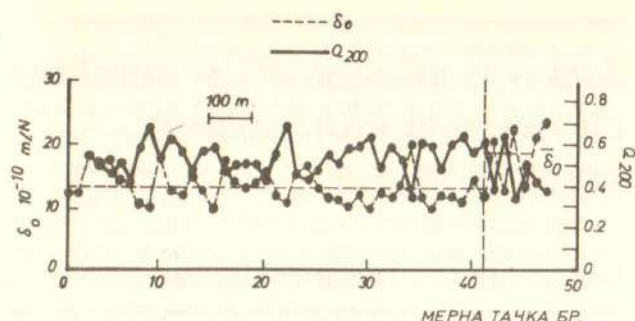
Остале су непознате још две карактеристике коловозне конструкције: дебљина асфалтног слоја и модул постелице. То се може израчунати мерењем вредности δ_0/F и δ_r/F , при чему је F интензитет силе (N) а δ_0 и δ_r су реда величине 10-10 mm/N. Тако израчуната дебљина асфалтног слоја се назива ефективна дебљина асфалтног слоја, $h_{1\text{ eff}}$, која обухвата и компензује грешке у процени модула крутости асфалтног слоја и или дотрајалост асфалтног слоја.

Други могући поступак је да се узме стварна дебљина асфалтног слоја (вађењем узорака или на основу старе документације) и израчунају ефективни Е-модули асфалтног слоја. Ова два поступка се битно не разликују.

Преостали век трајања коловозне конструкције није могуће одредити само на основу мерења дефлексија. Вредности дефлексије се не мењају током дугог периода, све док се коловозна конструкција не приближи крају века трајања, када се дефлексије нагло повећавају. Стога је могуће одредити стварни пројектни период, у смислу броја поновљених стандардних осовинских оптерећења.

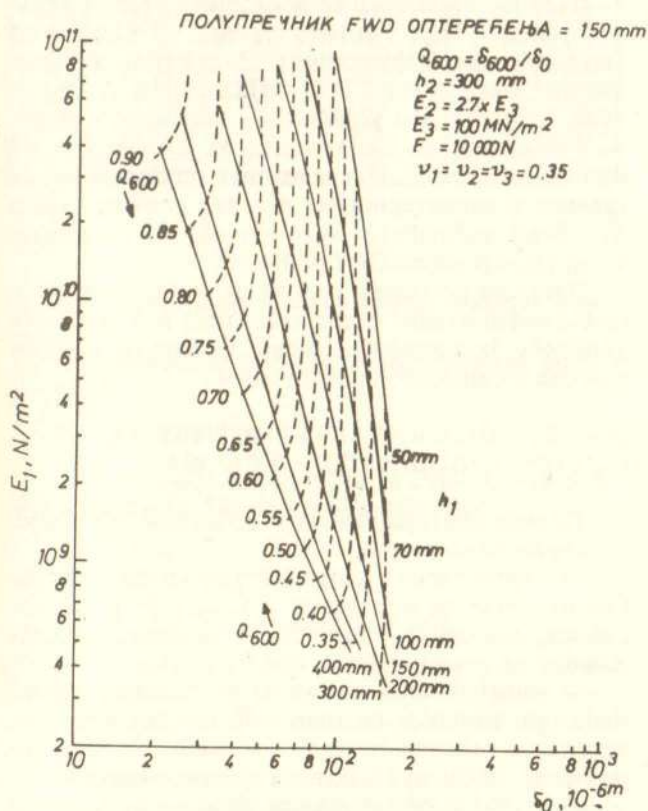
Повремено се, провере ради, мерења врше на једном од трагова точка. Ако су вредности дефлексије на трагу точка знатно веће од оних измерених између трагова, то је јасан показатељ да је коловозна конструкција близу краја употребног периода.

За одређени потез пута израчунате су просечне вредности δ_0 и δ_r/δ_0 , представљене као Q_r (сл. 7), заједно са стандардном девијацијом. Тада се може израчунати 85% вредности δ_0 и 15%



Сл. 7 — Графички приказ δ_0 и Q_r

вредности Q_r . Ове вредности се, заједно са познатом вредношћу E_1 , пореде са серијом графова за интерпретацију (на сл. 8 је пример), те се добијају вредности за E_3 у N/m^2 и h_1 у mm . Вредност за h_1 добијена на овај начин, може се интерпретирати као ефективна дебљина асфалтног слоја, $h_{1\text{ eff}}$. Графичка интерпретација (сл. 8) је заснована на резултатима неколико прорачуна компјутерског програма БИСАР.



Сл. 8 — Графикон за интерпретацију резултата заснована на резултатима програма БИСАР

Уколико се захтева ојачање, морају се спровести три одвојена прорачуна:

- један за пројектовање дебљине ојачања засноване на критеријуму дилатације постелице;
- један за пројектовање дебљине ојачања засноване на дилатацији асфалта с обзиром на замор, где се преко података о саобраћају у прорачун уводи већ „утошени“ део пројектног периода;
- један као провера да дебљине добијене помоћу предходна два прорачуна не прелазе захте-

вану дебљину, када се претпоставља да је постојећа коловозна конструкција толико оштећена да се може сматрати само додатком (наставком) незваног слоја подлоге.

Пошто је урађена последња провера, као нај-економичнија дебљина усваја се мања од две добијене на прва два начина, (уколико је прихватљива и са тачке гледишта конструктивне отпорности). Ако није тако, усвојиће се већа вредност.

ПРИМЕР ПРОЈЕКТОВАЊА ОЈАЧАЊА

На основу испитивања и FWD мерења на постојећој коловозној конструкцији добијени су следећи подаци:

- модул еластичности постелице $E_3 = 6 \times 10^7 \text{ N/m}^2$
- дебљина асфалтног слоја $h_{1\text{ eff}} = 250 \text{ mm}$
- ознака мешавине $S1-F2-100$
- ознака мешавине за ојачање $S1-F2-100$
- клима локације $w\text{-MAAT } 18^\circ\text{C}$
- дебљина незваног слоја подлоге $h_2 = 200 \text{ mm}$
- број остварених прелаза стандардних осовинских $N_{A1} = 1,5 \times 10^7$

Уношењем ових података у одговарајуће дијаграме (Shell Pavement Design Manual) добијамо првобитни пројектни период коловозне конструкције $N_{D1} = 1,8 \times 10^7$ стандардних 80 kN осовина. Преостали век трајања тада износи:

$$N_R = 1,8 \times 10^7 - 1,5 \times 10^7 = 3 \times 10^6$$

стандардних 80 kN осовина. Значај пута захтева ојачање да би могао поднети још $N_{A2} = 3 \times 10^7$ стандардних осовинских оптерећења, што прелази преостали век трајања. Из дијаграма се, с обзиром на N_{A2} , добија укупна дебљина асфалта $h_1 = 290 \text{ mm}$. Тада ће дебљина ојачања од

$$h_0 = 290 - 250 = 40 \text{ mm}$$

бити довољна са тачке гледишта дилатације постелице.

На исти начин се, на основу критеријума дилатације асфалта с обзиром на замор, добија дебљина ојачања од 30 mm, што је мање од захтеване дебљине с обзиром на дилатацију постелице. То намеће закључак да је меродаван критеријум дилатације постелице и да захтевана дебљина ојачања износи 40 mm.

ОЈАЧАЊЕ РАЗЛИЧИТИМ ТИПОМ МЕШАВИНЕ

Биће много случајева када ће се применити ојачање постојеће коловозне конструкције различитим типом мешавине. Наравно, није искључена могућност да се један исти тип мешавине, употребљен у постојећој конструкцији, примени и за ојачање. Ако се разликују само поједине карактеристике, комбинација са различитим врстама битумена може произвести мешавину са готово истом крутошћу.

На пример, конструкција са приближно 200 mm дебљине у климатским условима означеним са w-МААТ 18°C има ефективну температуру асфалта од око 26°C. На овој температури мешавина са карактеристиком крутости S2 и битуменом 50° реп даје исти ефекат као и мешавина са карактеристиком крутости S1 са битуменом 100° реп.

Ако је карактеристика замора мешавине ојачања различита од оне у постојећој конструкцији, што је могуће, максимална дилатација асфалта ће се, након што је примењено ојачање, јавити поново на истом месту, тј. са доње стране постојеће конструкције. На пример, дебљина ојачања мешавином S1—F1—100 на постојећој конструкцији рађеној мешавином S2—F2—50 може се израчунати уз претпоставку да је мешавина S2—F2—50 у обе конструкције.

Нека је, на пример, пројектовано ојачање од 50 mm положено преко постојеће конструкције од 180 mm, уз претпоставку да је ознака мешавине обе конструкције S1—F2—100, тако да ће укупна дебљина асфалтног слоја износити 230 mm (с обзиром на критеријум дилатације постељице). Асфалтна мешавина ојачања има ознаку S1—F1—50. Мешавином овог типа укупна захтевана дебљина асфалта, с обзиром на дати критеријум ограничене дилатације постељице, биће 180 mm, што наводи на закључак да тих 180 mm мешавине S1—F1—50 замењују 230 mm мешавине S1—F2—100. Захтевана дебљина ојачања од 50 mm мешавине S1—F2—100 може бити замењена са

$$\frac{180}{230} \cdot 50 = 40 \text{ mm}$$

мешавине S1—F1—50.

Опет, мора се проверити да ли дилатација асфалта може бити меродаван фактор. Овде се ствар компликује чињеницом да је ниво допуштене дилатације, са једне стране, меродаван у комбинацији дебљине конструкције и нивоа крутости, али је, са друге стране, и сам зависан од нивоа крутости. Штавише, фактор еквиваленције мора бити одређен нивоом крутости, за исте околности. Ово налази примену приликом поређења коловозних конструкција на различитим температурама, изабраних тако да обе мешавине имају исти ниво крутости и исту дозвољену дилатацију асфалта.

ЗАКЉУЧАК

Мерења дефлексије помоћу FW дефлектометра обезбеђују значајне податке о структури коловозне конструкције помоћу којих се аналитичким путем може утврдити стање конструкције (с обзиром на преостали век трајања), и, ако је неопходно, предузети мере за ојачање.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] „Shell Pavement Desing Manual — Asphalt Pavements and Overlays for Road Traffic“, Shell International Petroleum Company, London, 1978.
- [2] R.C. Koole: „Overlay Desing with the Falling Weight Deflectometer“, Washington, D. C., USA, January, 1979.

Једнозрни пескови у носећим слојевима коловозних конструкција

СВЕТЛАНА СТОЈАДИНОВИЋ, дипл. инж.

Природни пескови се налазе у знатним количинама на територији СР Србије. Они се, у природном стању или уз минималну обраду, могу успешно користити за израду појединих елемената коловозних конструкција путева.

Поред задовољавајућих техничких карактеристика предност коришћења локалних материјала је у смањењу коштања у односу на друге материјале који се довозе са даљих подручја.

Једнозрни пескови се последњих година користе успешно при грађењу путева. У Центру за механику тла и фундаирање Института за испитивање материјала СР Србије стечена су драгоцене искуства при уграђивању једнозрних пескова у поједине слојеве коловозних конструкција и при обради теме „Истраживање оптималних мешавина и карактеристика носећих слојева путева за тежак саобраћај и ауто-путеве“ за Републичку заједницу науке СР Србије.

Детаљни истражни радови су омогућили доношење дефинитивне оцене квалитета и погодности употребе једнозрних пескова за израду носећих слојева коловозних конструкција.

НАЈБИТНИЈЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ЗА ОЦЕНУ ПОДОБНОСТИ ПЕСКОВА

Главни критеријуми за утврђивање могућности коришћења песка су:

— првенствено гранулометријски састав који битно утиче на могућност и начин збијања, носивост, водопропустљивост, капиларност и осетљивост на утицај дејства мраза,

— минералошки састав од кога зависи трошност при збијању: пескови који садрже кречњак, шкриљце, микашист итд. осетљиви су на ломљење, тј. промену гранулометријског састава,

— промена под дејством воде — растварање неких кречњачких пескова, фелдспатних и глиновитих,

— лакоћа обраде пескова, пријањање везива (цемент, битумен итд.) и обавијање зрна везивом знатно зависе од минералошке природе зрна, а посебно финих фракција.

Минералошки састав песка је најчешће кварцни, а садржина кварца варира у зависности од тога да ли је песак претрпео хемијску трансформацију и да ли је транспортован на краткој дужини.

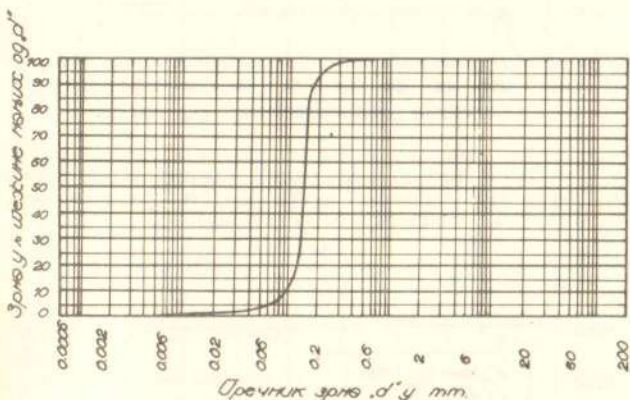
Важни су такође облик и димензија зрна песка који зависе од врсте стене (петрографског састава) од које је песак постао.

На територији СР Србије постоје моћна налазишта алувијалних и мајданских пескова и они се са успехом користе у природном и стабилизovanом стању за израду доњих и горњих носећих слојева коловозних конструкција путева.

Приказаће се резултати за сада највише испитиваног мајданског песка пореклом из околине Суботице, врло повољних геомеханичких карактеристика и могућности примене (па према томе и сличних једнозрних пескова) за израду носећих слојева коловозних конструкција.

ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПРИРОДНОГ ПЕСКА

Гранулометријски састав песка, приказан на на сл. 1, показује да он припада групи једнозрних пескова средње крупноће са ознаком СУ.



Сл. 1 — Гранулометријски састав репрезентативног узорка

— Минималне вредности запреминске масе у сувом стању

$$\min \gamma_d = 1,38 \text{ t/m}^3$$

— Максималне вредности за стандардну енергију збијања по Прокторовом поступку

$$E = 0,60 \text{ t/m}^3:$$

$$\max \gamma_d = 1,69 \text{ t/m}^3$$

$$W_{\text{opt}} = 14,5\% \text{ а за модифицирану}$$

$$(E = 2,75 \text{ t/m}^3):$$

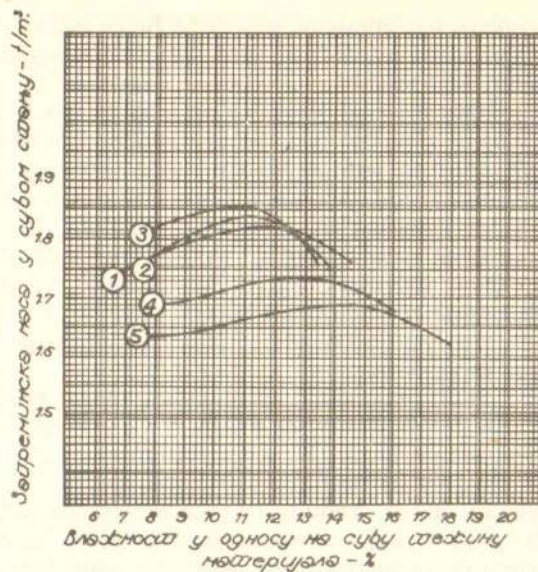
$$\max \gamma_d = 1,75 \text{ t/m}^3$$

$$W_{\text{opt}} = 12,8\%$$

Еквивалент песка износи $ES = 67\%$, што показује да је песок без пластичних карактеристика и да није опасан на дејство мраза.

Индекс носивости CBR песка показује да суботички песок има максималне вредности које се могу очекивати за једнозрне пескове, $CBR = 13\%$ ($\gamma_d = 1,69 \text{ t/m}^3$ и $W = 14,5\%$), а $CBR = 31\%$ (за $\gamma_d = 1,75 \text{ t/m}^3$ и $W = 12,8\%$).

Минералне компоненте суботичког песка су присутне у следећим процентима: кварц 85%, фелдспат 5%, кречњак 4%, кварцит 4%, магматске стене 1%, остали минерали 1%, лискун у траговима. Кварцна зрна се одликују чврстоћом и постојаношћу, па је песок знатне чврстоће.



Легенда:

- ① Песак са 8% цемента $\max \gamma_d = 1,825 \text{ t/m}^3$
 $W_{\text{opt}} = 11,7\%$
- ② Песак са 10% цемента $\max \gamma_d = 1,84 \text{ t/m}^3$
 $W_{\text{opt}} = 11,4\%$
- ③ Песак са 12% цемента $\max \gamma_d = 1,855 \text{ t/m}^3$
 $W_{\text{opt}} = 11,1\%$
- ④ Песак $\max \gamma_d = 1,735 \text{ t/m}^3$
 $W_{\text{opt}} = 12,8\%$
- ⑤ Песак $\max \gamma_d = 1,69 \text{ t/m}^3$
 $W_{\text{opt}} = 14,5\%$

Сл. 2 — Прокторов дијаграм (модификовани опити)

Зрна свих састојака су средње заобљена и око 70% зрна не садрже микропрслине. Зрна са микропрслинама су присутна са 30%, а на површинама су констатоване пресвлаке и скраме.

Према хемијском саставу песок садржи највише силицијум-оксида 84% и феро-оксида 5%, који даје црвенкастожуту боју песку. Остали састојци се јављају у мањим количинама (до 3%) алуминијум-оксид, калцијум-оксид, магнезијум и натријум-оксид.

Према геолошком пореклу овај песок је еолски седимент млађег геолошког доба плеистоцена и холоцена за које је карактеристично да су им зрна заобљена и полузаобљена.

КАРАКТЕРИСТИКЕ ПЕСКА СТАБИЛИЗОВАНОГ ЦЕМЕНТОМ

Поред употребе и испитивања карактеристика природног суботичког песка испитивана је и могућност његовог стабилизовања.

Поред стандардних испитивања рађена су и допунска испитивања чврстоће при затезању, модула еластичности и утврђивање односа између појединих карактеристика.

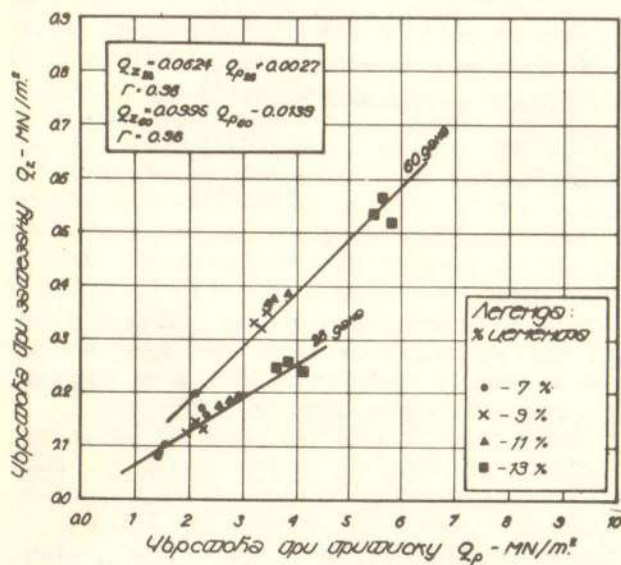
Испитивања су вршена на узорцима стабилизovanим са две врсте цемента (Беоцин РС 25 з 5 р 25 и РС 20 з 45 са дозажама од 6% до 13%).

Закључено је да се вредности свих одређених карактеристика повећавају са процентом повећања додатог цемента и дужином времена очвршћавања. Карактеристично је да је у току прве две недеље очвршћавања мањи прираст чврстоћа

и да после тог времена чврстоће брже расту, па као меродавне треба узимати чврстоће одређене после 28 и 60 дана.

Испитивања свих узорака вршена су после 28 дана, ради утврђивања осетљивости цементом стабилованих мешавина на појаву прелина услед температурних промена. Овај период се сматра најкритичнијим за стварање прелина. Испитивања су вршена после 60 дана, будући да време д 60 до 100 дана представља период у коме ће цементом стабилован носећи слој бити изложен дејству пројектоване величине напрезања од дејства саобраћаја.

На бази резултата добивених испитивањем извршене су корелационе анализе на основу којих се може оценити чврстоћа при индиректном затезању из познате чврстоће при притиску једнозрног песка стабилованог цементом, (слика 3), а исто тако модули еластичности према чврстоћи при притиску или затезању (слике 4 и 5).



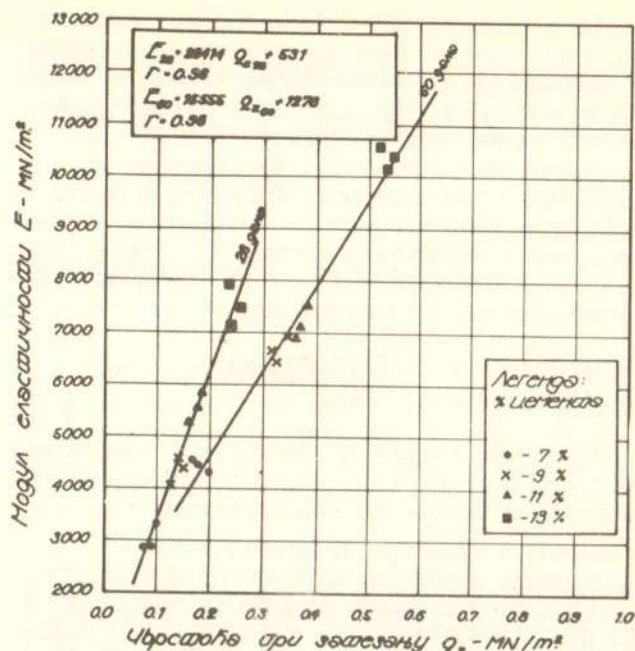
Сл. 3 — Однос чврстоће при притиску и затезању за бетон стабилован са 7% до 13% цемента РС з 5р 25 Беоцин

Када се експериментална испитивања користе за студије изналажења могуће корелације два опита изведена на једном материјалу, потребно је утврдити критеријум за оцену прихватљивости резултата и са статистичког и са инжењерског аспекта.

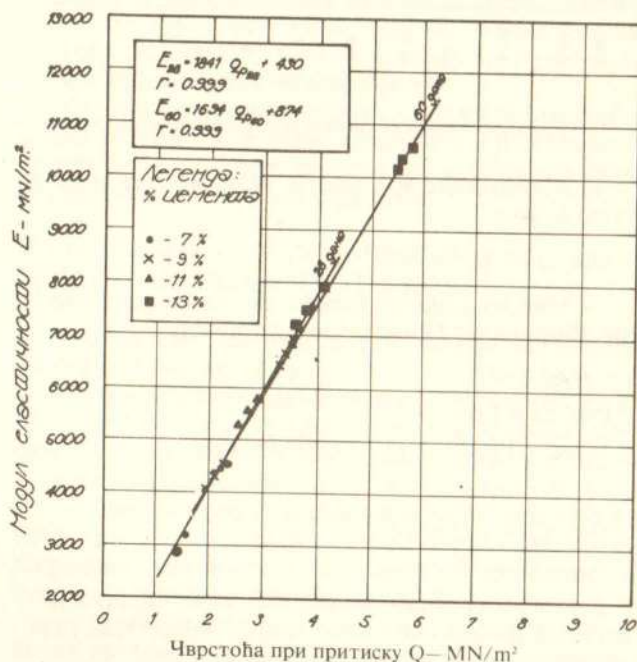
Први критеријум за корелацију био је базиран на корелационом коефицијентима. Била је изабрана минимална вредност за $r = 0,95$, па се може сматрати да одређене корелације постоје, пошто је добијена вредност за $r = 0,97$ до $0,99$.

Други критеријум за утврђивање прихватљивости корелационих података је стандардна грешка и коефицијент варијације. Велике вредности стандардне грешке су неприхватљиве због малих вредности чврстоћа на затезање.

Како се стандардне грешке налазе 0,60 до 2,80 на основу спроведене анализе утврђено је да постоји корелација између опита чврстоће и да се чврстоћа при притиску може оценити из познате



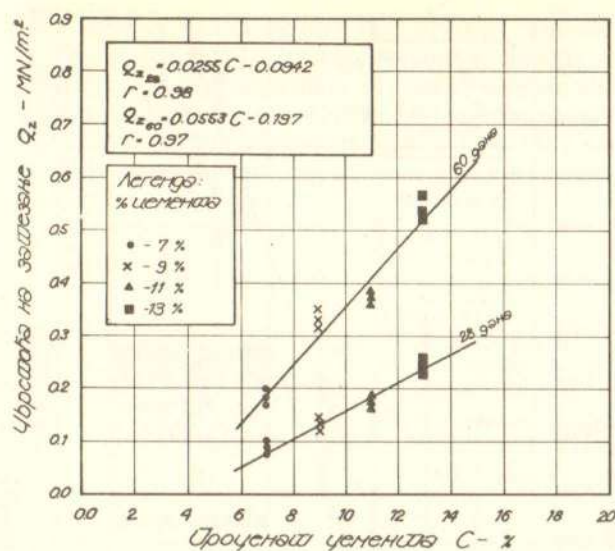
Сл. 4 — Однос модула еластичности и чврстоће при затезању бетона стабилованог са 7% до 13% процентом цемента РС 25 з 5р 25 Беоцин



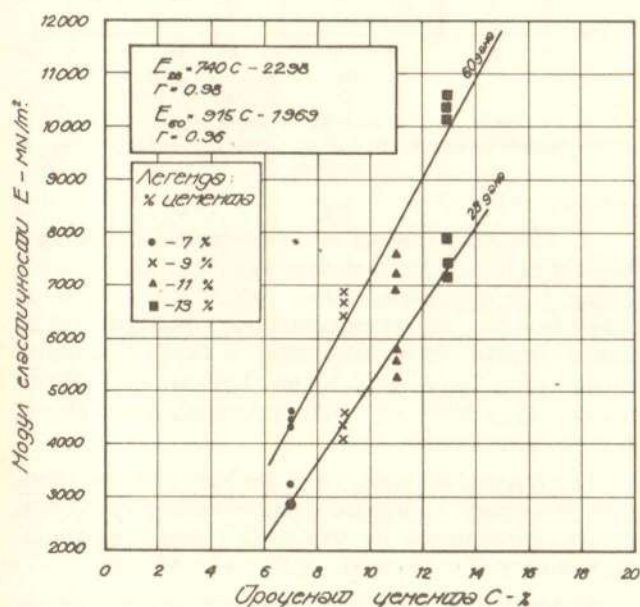
Сл. 5 — Однос модула еластичности и чврстоће при притиску бетона стабилованог са 7% до 13% цемента РС 25 з 5р 25 Беоцин

вредности чврстоће при притиску у оквиру утврђеног распона грешке.

Закључак би био да се као прва апроксимација може усвојити да је чврстоћа при затезању (после 60 и више дана) једнака 1/10 једноаксијалне чврстоће при притиску за једнозрни бетон стабилован са 7% до 13% беоцинског цемента РС 25 з 5р 25, а 1/10 до 1/11 за исти бетон ста-



Сл. 6 — Однос чврстоће при затезању и процента цементa песка стабилизованог са 7% до 13% цементa PC 25z 5p 25 Беоцин



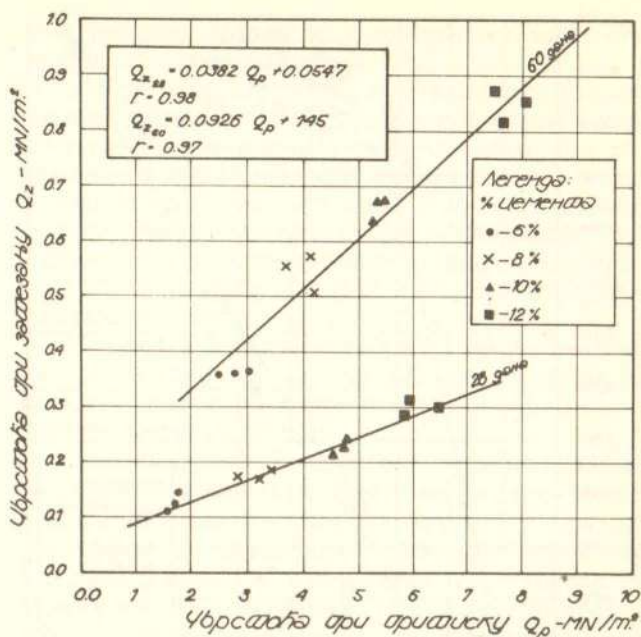
Сл. 7 — Однос модула еластичности и процента цементa песка стабилизованог са 7% до 13% процента цементa PC 25z 5p 25 Беоцин

билизован са 6% до 12% беоцинског цемента PC 20z 45.

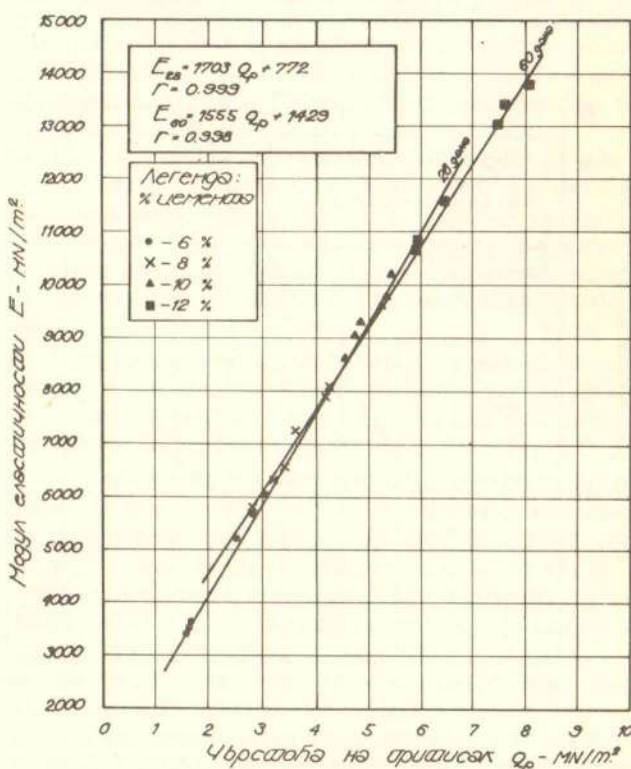
На сликама 3 до 12 приказани су резултати спроведених регресионих анализа у облику једначина регресионих права помоћу којих се за познату једначину при притиску могу проценити чврстоће при затезању и модули еластичности, као и међусобни односи појединих параметара за песак стабилизован одређеном врстом и количином цемента.

КОРИШЋЕЊЕ ПЕСКА ЗА ИЗРАДУ НОСЕЋИХ СЛОЈЕВА КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

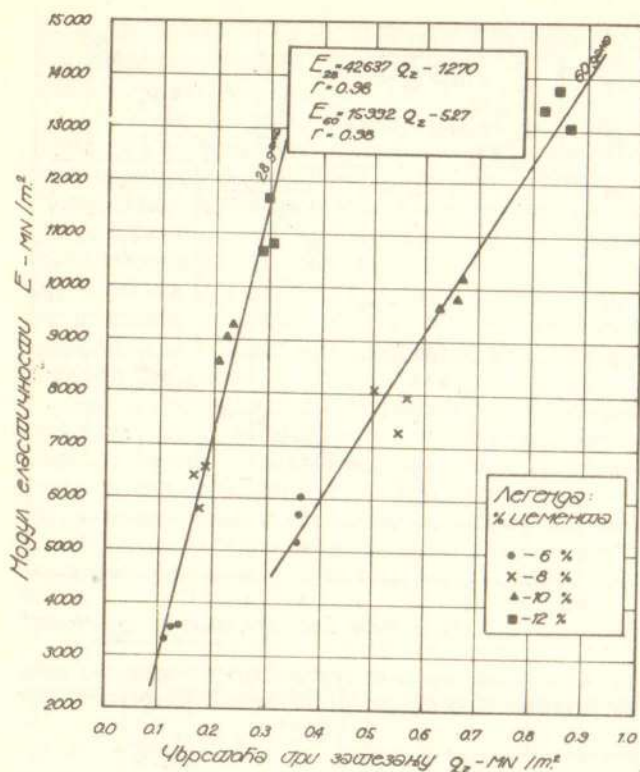
Резултати истраживања су показали да је суботички песак квалитетан материјал чије су карактеристике на горњој граници уобичајених вредности за једнозрне пескове и да се може користити у природном стању за израду доњег строја и појединих слојева горњег строја градских саобраћајница и путева у зависности од ранга пута и разреда саобраћајног оптерећења.



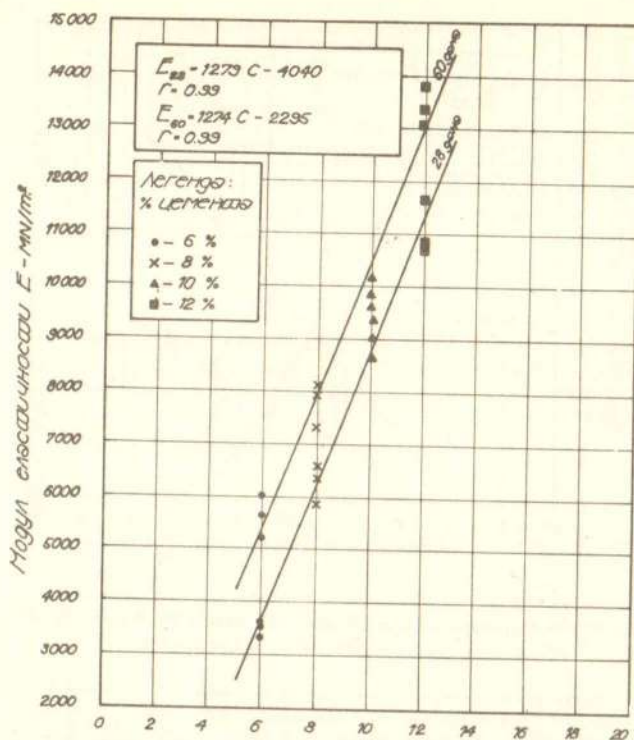
Сл. 8 — Однос чврстоће при притиску и затезању песка стабилизованог са 6% до 12% процента цементa PC 20z 45 Беоцин



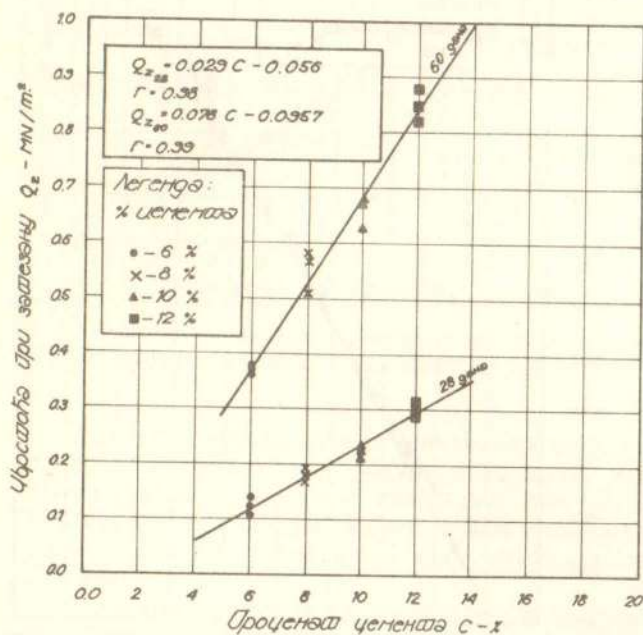
Сл. 9 — Однос модула еластичности и чврстоће при притиску песка стабилизованог са 6% до 12% цементa PC 20z 45 Беоцин



Сл. 10 — Однос модула еластичности и чврстоће при затезању песка стабилизованог са 6% до 12% цемента РС 20г 45 Беоцин



Сл. 12 — Однос модула еластичности и процента цемента песка стабилизованог са 6% до 12% цемента РС 20г 45 Беоцин



Сл. 11 — Однос чврстоће при затезању и процента цемента песка стабилизованог са 6% до 12% цемента РС 20г 45 Беоцин

Када се песок стабилизује цементом (8% до 11%) може се користити за израду доњих и горњих носећих слојева коловозних конструкција.

У току последњих седам година суботички песок је знатно примењиван у природном и це-цементом стабилизованом стању за израду носећих слојева коловозних конструкција, а вршено је и систематско праћење понашања таквих конструкција.

1. Сва испитивања и осматрања у току грађења и експлоатације показала су да се суботички песок у природном стању може користити за доње носеће слојеве коловозних конструкција за лак и средње тежак саобраћај, с тим да дебљина слоја мора бити од 0,30 до 0,50 m, при збијености песка 98% до 100% модифициране Прокторове збијености.

Модули стишљивости, одређени опитом плочом на песку у доњем носећем слоју износили су на осматраним путевима (2 године после завршеног грађења) од $M_s = 50$ до 75 MN/m^2 .

Мерење дефлексија је показало да коловозне конструкције типа као на слици 13 имају после 3 године експлоатације вредности меродавних дефлексија од 0,50 до 0,65 mm.

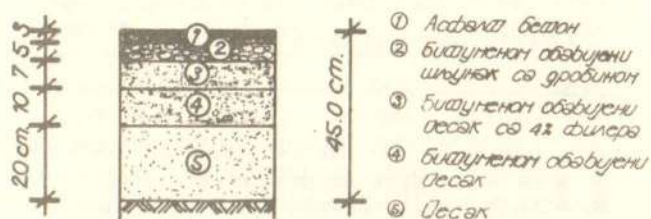
2. Носећи слојеви од песка стабилизованог цементом у склопу коловозне конструкције типа на слици 14 показали су се као квалитетан и хомоген материјал за израду елемената конструкција. Мерења дефлексија у периоду од шест година су показала да су вредности меродавних дефлексија $d_m = 0,12$ до $0,25 \text{ mm}$ и да су керови извађени из цементом стабилизованог песка после истог временског периода имали чврстоће при притиску веће од $5,0 \text{ MN/m}^2$, чврстоће при затезању $0,30 \text{ MN/m}^2$ и модул еластичности $E = 9.000 \text{ MN/m}^2$.

На површини коловоза после истог временског периода нису запажене прелине рефлектоване из слоја цементом стабилизованог песка, што указује на могућности остваривања хомогеније мешавине у односу на слојеве шљунка стабилизаци-

ваног цементом, па самим тим и мања подложност пуцању услед скупљања оваквих коловоза.

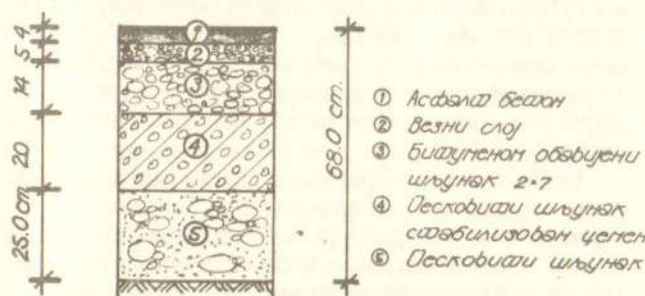
Крајњи закључак је да се стабилизовањем песка могу добити путни материјали задовољавајућег квалитета, који због коришћења локалних материјала омогућавају израду економичнијих коловозних конструкција.

Туд. 1.



Сл. 13 — Пресек коловозне конструкције — Тип 1

Туд. 2.



Сл. 14 — Пресек коловозне конструкције — Тип 2

СУГЕСТИЈЕ ЗА ДИМЕНЗИОНИРАЊЕ СЛОЈЕВА ОД ПЕСКА СТАБИЛИЗОВАНОГ ЦЕМЕНТОМ

Пескови се користе и код нас и у свету било у природном било у обрађеном стању за израду носећих слојева коловозних конструкција за чије димензионирање се најчешће користе емпиричке методе које су до сада дале углавном задовољавајуће резултате.

Искуства стечена при грађењу и осматрању понашања коловозних конструкција са елементима од цементом стабилизваног песка су потврдила правилност одређених димензија појединих коловозних конструкција. Пошто је коловозна конструкција врло комплексан физички систем, у коме узајамно дејствују бројне променљиве (карактеристике материјала, услови околине, саобраћајног оптерећења и начина грађења, у свету се примењују нови системи за димензионирање коловозних конструкција који умногоме зависе од емпиричких односа базираних на обимним дуготрајним искуствима стеченим при теренским испитивањима понашања коловозних конструкција под саобраћајним оптерећењем, а такође и на бази лабораторијских одређивања еластичних ка-

рактеристика, напрезања и деформација материјала под дејством саобраћаја.

Утврђено је, међутим, да такви односи између оптерећења од саобраћаја и понашања коловоза могу да се примене само за услове под којима су одређени. Њихова примена за други низ услова је врло компликована. Зато се последњих година спроводе истраживања ради провере могућности објективне примене механичке технологије у структурној анализи за димензионирање коловозних конструкција.

Механичка технологија користи законе механике или дејство силе у материјалима и везна је за одређивање параметара еластичности и замора употребљених материјала.

Принцип рационалне методе за димензионирање је да се коловозна конструкција шематизује једним простим механичким моделом у коме су материјали представљени својим еластичним карактеристикама, а оптерећење од саобраћаја једним типом оптерећења. Према једном прорачуну отпорности материјала за такво оптерећење се добијају параметри напрезања и деформација. Да би се обухватило и понављање оптерећења од саобраћаја овако срачунате параметре треба упоредити са границама отпорности, углавном на замор материјала који се испитује.

Уколико се користи овако упрошћено приближавање потребно је за материјале одредити следеће елементе: еластичне карактеристике — модул еластичности и Поиссонов коефицијент — и граничне карактеристике замора.

Према садашњим сазнањима, граница разарања за песак стабилизван цементом, по аналогiji, једнака је оној која се користи и за друге материјале. Међутим, као критеријум за граничну карактеристику, углавном се користи отпорност на савијање за N циклуса наизменичног оптерећења.

При коришћењу једне упрошћене шеме, напрезања и деформације увек прати закон еластичности и линеарности. Међутим, за стабилизоване пескове би се могле ставити две примедбе:

— Песак има променљиве карактеристике кроз време (у односу на чврстоћу), спорије очвршћава и достиже максималне вредности у кратком периоду, тако да се најчешће усваја да се крајње стање у погледу механичких карактеристика постиже после 2 до 3 године за разлику од трајања једног пута (просечно 20 година) у току ког периода целокупна коловозна конструкција достигне крајње стање.

— Под знаком питања је да ли је механизам разарања услед замора применљив на стабилизоване пескове. Претпоставља се да се при достизању крајњег стања стабилизван песак налази у стању крутости и хомогености, а то стање може да створи деструктивни механизам, који може да утиче на стварање прслина услед замора.

Досадашња осматрања и испитивања на путевима са елементима коловозних конструкција од песка стабилизваног цементом, у периоду од 7 до 8 година, показала су да нема појаве прслина у већем обиму. Чак и оне које постоје нису рефлектоване на површину коловозног застора у

периоду од 7 до 8 година после завршеног грађења. Мерење дефлексија вршено неколико пута у испитиваном периоду потврдило је да су промене у вредностима измерених дефлексија врло мале и да је носивост коловозне конструкције задовољавајућа (без појаве преслина на површини коловозног застора у посматраном периоду).

Све ово указује на то да би ради што приближнијег одређивања потребних параметара требало извршити моделска испитивања и одредити средње граничне отпорности стабилизованог материјала.

Поред параметара еластичности и отпорности стабилизованог материјала, у прорачун теоријског димензионирања треба увести и параметре за саобраћај, климу и начин везивања појединих слојева. Сваки од наведених параметара утиче на одређивање димензија коловозне конструкције.

ЗАКЉУЧАК

У закључку о коришћењу пескова може се рећи да је домен њихове примене следећи:

— као слој постељице, нарочито ради обезбеђења кретања градилишног саобраћаја,

— као доњи носећи слој коловозне конструкције за лако до средње тешко саобраћајно оптерећење,

— као горњи носећи слој коловозне конструкције за одређену величину саобраћајног оптерећења и остваривање одређеног квалитета,

— не могу се користити за хабајући слој коловозне конструкције.

Укратко изложене смернице о димензионирању коловозних конструкција са носећим слојевима од песка стабилизованог цементом и параметрима које треба обухватити при димензионирању потврђују чињеницу да је за сваки материјал који се употребити потребно одредити наведене карактеристике еластичности, замора итд. да би се могле примењивати рационалне методе за димензионирање коловозних конструкција.

У том смислу се већ одређују поједине карактеристике лабораторијским путем и у Центру за механику тла и фундације Института за испитивање материјала СР Србије и врше се даља истраживања за увођење осталих потребних испитивања.

Методe и мере решавања проблема друштвено-економских односа и организације система за одржавање и заштиту путева

Др МИЛЕ ЦВЕТАНОВСКИ, дипл. еџц.

Прошла је још једна зима, само овог пута са више дана непроходних путева за саобраћај и на главним југословенским и међународним путним правцима. Отишли су снег и лед, али су остале још бројније и веће ударне рупе и друга оштећења на коловозима и путним објектима него претходне године. Сада је већи део коловоза и технички онеспособљен за саобраћај. Стање путева и саобраћај на њима знатно су погоршани и достигли су критичну тачку. Поред великих губитака у саобраћају због смањене ефикасности у транспорту роба и путника, у знатном порасту су материјални утрошци и директне материјалне штете саобраћајних средстава.

Безбедност саобраћаја је погоршана иако је и до сада била забрињавајућа. Годишњим губитком око пет хиљада људских живота и око 60.000 повређених лица у саобраћајним незгодама, са исто тако високим материјалним штетама на возилима и путевима, сразмерно посматрано, саобраћајне незгоде на путевима у нас су три пута веће него у саобраћајно развијеним земљама. Ова појава, поред утицаја осталих фактора, проузрокована је и погоршаним стањем одржавања и заштите путева.

Путеви су сада у фази да не остварују своју основну функцију. Постали су ограничавајући, а тиме и дестабилизациони фактор развоја саобраћаја и привреде. Због вишегодишњих умањених улагања, физички обим и квалитет одржавања путне мреже је испод свих техничких стандарда.

Садашњим нивоом улагања у одржавања, а посебно занемареном заштитом путева, упропашћују се средства високе друштвено-економске вредности у периоду када се свако друштво бори да очува створено богатство и развија своју основу привређивања и егзистенције.

Организације удруженог рада за одржавање и заштиту путева које су према законима о путевима и безбедности саобраћаја одговорне за несметано, трајно и безбедно одвијање саобраћаја на путевима, већ дужи период нису ни технички, организационо и кадровски, а ни финансијским средствима оспособљене да успешно извршавају ову обавезу. Последње деценије њихов материјални положај је знатно ослабљен са озбиљним последицама по квалитет економије и друштвено-економске односе.

Све ово указује на појаву веома сложене проблематике у стању путне мреже и систему њеног одржавања и заштите. У целини посматрано, садашња проблематика је на вишем нивоу развоја путне мреже, саобраћаја, производних снага и самоуправних односа наше земље и због тога је тежа и сложенија.

Који су узроци појава садашње веома сложене проблематике? Критика јавности, а ове зиме често и државних и друштвених органа, за настало стање упућује се претежно само на рад ОУР делатности за одржавање и заштиту путева. Међутим, у условима када ове ОУР, изузев у СР Словенији и САП Војводини, не управљају путевима, не учествују директно у планирању њиховог развоја, финансирању и другим питањима од значаја за путеве и саобраћај на њима, а једино све раде по плановима и налозима СИЗ са улагањима испод минималних потреба, сигурно иако су одговорне нису једини, а понајмање главни кривац за настало стање.

Детаљније снимљено стање и анализе, које сам извршио у својој докторској дисертацији, указују да је садашње стање последица не само појединачног, већ више међузависног утицаја бројних објективних и субјективних фактора у прошлости и садашњости, а пре свега:

- неадекватно дефинисаног и утврђеног статуса пута,
- запостављање функције одржавања и заштите друштвених средстава,
- занемаривања законитости у развоју саобраћаја и саобраћајне инфраструктуре у оквиру укупног привредног развоја земље,
- одступања од основа и критеријума самоуправне организације и економије удруженог рада,
- неусклађенх и неразвијених друштвено-економских односа у систему и др.

У теорији и пракси нема јединствене дефиниције пута, а постоји више дефиниција којима се наглашава његов друштвени или привредни карактер. Ово је испољено и у законској регулативи. Због различитог дефинисања и утврђивања статуса пута у нас, као „јавно добро“ и „основно средство“, сада је у примени двојни систем организације и регулативе односа ове делатности.

У протеклом периоду дошло је до евидентног раскорака у развоју саобраћаја и саобраћајне инфраструктуре у односу на укупно остварени развој привреде. Одступања су испољена у саобраћају и његовој инфраструктури, посебно друмском саобраћају и путној мрежи, а у путној делатности између изградње путева и њиховог одржавања. Најизраженије заостајање испољено је у развоју делатности за одржавање и заштиту путева, што указује да се у протеклом временском периоду одступило од закономерности привредног развоја.

Под утицајем објективно условљених и организационих фактора одступљено је и од научних основа и критеријума формирања система и уређивања самоуправних друштвено-економских односа делатности одржавања и заштите путева.

У самоуправном интересном организовању ове делатности изразито је одступљено од ЗУР-а.

Путна мрежа сваке земље, па и наше, представља јединствену техничко-технолошку и економску целину у функцији саобраћаја. То исто треба да се односи и на систем делатности одржавања и заштите путева, који, поред ових критеријума, у нашим условима треба да представља и самоуправну целину. Међутим, због наведених одступања то није постигнуто. Анализа праксе ове делатности потврдила је:

— Да СИЗ за путеве нису формиране, а нити функционишу на принципима и критеријумима самоуправног организовања материјалне производње. До 1982. године све СИЗ биле су формиране само од корисника путева и то већином индиректних. Због неуједначених критеријума СИЗ по Социјалистичким Републикама и Аутономним Покрајинама формиране су различито, тако да данас постоји: једна за ауто-путеве, две за магистралне, 9 за магистралне и регионалне, 16 за регионалне и — по цени — преко 400 за локалне путеве. Формиране на једностран начин, са управљачким и другим функцијама, са великим стручним службама, а да се истовремено није смањило број запослених или надлежност органа државне управе, у протеклом периоду су деловале, и још увек делују, као „продужена рука“ органа друштвено-политичких заједница. Постављене су „надређени“ орган који годишње или петогодишње врши избор и ОУР за одржавање путева.

— У формирању и функционисању ОУР за одржавање и заштиту путева има такође значајних одступања. Иако је самоуправно организовање ОУР усклађеније са принципима и критеријумима друштвеног система и ЗУР, оно још није достигло ниво развоја који обезбеђује већи степен ефикасности на пословима одржавања и заштите путне мреже. Због неуједначене примене техничко-технолошких, економских и самоуправних критеријума, јављају се велике разлике у капацитетима, у организационим облицима и у њиховој структури по социјалистичким републикама и аутономним покрајинама, које нису основане у организацији исте делатности. Од 47 РО за магистралне и регионалне путеве, само 25 имају ООУР, локални путеви нису обухваћени у систем СОУР и РО по социјалистичким републикама и аутономним покрајинама, организација ОУР је углавном на бази хоризонталне поделе рада, а систем је делимично не и пословно заокружен на југословенском нивоу. Величине капацитета појединих РО су: у дужини путне мреже од 266 до 5.814 km (просек је 1099 km); техничка опремљеност је у распону 1:8; број запослених је од 249 до 1.858, односно 0,33 до 0,93 радника по km пута док је укупан приход од 140 до 1.300 милиона динара итд. Организациона структура ООУР, РО и СОУР је такође веома различита, чак и у називима за исте организационе јединице.

Процес развоја самоуправних односа у овој делатности је у целини, под утицајем више фактора, веома успорен. Самоуправљање знатно заостаје у односу на друге делатности материјалне

производње. Оно је у овој делатности уведено након 10 година од почетка радничког самоуправљања у земљи. До данас нису практично оживотворена начела Устава и ЗУР у организацији СИЗ и делом ОУР, а посебно у успостављању доходних односа. Обе појаве, иако у дужем временском размаку, нису случајне, већ су потврда чињенице да до сада још није превазиђен веома изражени етатистички утицај на целину ове делатности.

Истраживањем и анализом утврђени су, поред наведених, и следећи узроци насталих појава:

- неуједначена регулатива о путевима и њен недостатак на савезном нивоу,

- недостатак дугорочних, друштвено верификованих програма и планова развоја путне мреже и њеног одржавања,

- потцењена улагања средстава у одржавање и заштиту путева, која су у дужем временском периоду мимо свих објективних критеријума и мерила, а сада су, у просеку, 30% од реалних потреба,

- неустпостављени доходни односи између корисника путева и ОУР давалаца услуга,

- веома успорен процес самоуправног споразумевања, доношења и спровођења самоуправних и пословних одлука, развоја доходних односа унутар РО и СОУР,

- недостатак обједињеног и развијеног научноистраживачког рада у овој делатности и др.

Поред изложених основних утицаја негативног дејства, истраживањем су утврђени и многи утицаји позитивног дејства који су парцијално или укупно доприносили развоју позитивних процеса у овој делатности.

убрзавањем и потпомагањем позитивних процеса, уз ефикасније отклањање узрока негативног дејства, основа је побољшања стања у систему одржавања и заштите путева.

Отклањање узрока постојеће сложене проблематике и успешнији развој организације и друштвено-економских односа у систему ове делатности у наредном периоду, могуће је постићи, предузимањем паралелних ефикаснијих мера и решења интерних и екстерних фактора. Оне су пре свега везане:

- за организацију оптималног система путне мреже и делатности њеног одржавања и заштите,

- дугорочног програмирања изградње, реконструкције, одржавања и заштите путева,

- организацију континуираног и ефикаснијег одржавања и заштите путева,

- развој самоуправних доходних доноса.

Путна делатност је подсистем система саобраћаја. Истовремено, она је сложен систем са својим подсистемима. Делатност одржавања и заштите путева је подсистем путне делатности. Али исто тако је посебан систем са својим подсистемима, односно сложеним системима посебних карактеристичних обележја. Она је спој грађевинских, саобраћајних и других функција и по томе има доста сличности али и разлика у односу на оне које је карактеришу као посебан техничко-технолошки, економски и самоуправни систем.

Путна мрежа по својим техничким и функционалним карактеристикама представља јединствен систем који, због тога, економски и друштвено условљава јединствену самоуправну организацију на целокупној путној мрежи земље. Иако је систем флексибилне организационе структуре, он је хомоген, са облицима чврстих спрега које условљавају самоуправно удруживање у интеграциони систем земље, са високим степеном ефикасности у процесу доношења и спровођења самоуправних, пословних и извршних одлука у свим организационим деловима и целини.

Функција пута, пре свега као средства друмског саобраћаја, основна је карактеристика која делатност одржавања и заштите путева уврштава у систем саобраћаја, а не — као до сада — у грађевинарство. Путна мрежа као инфраструктура основа је привређивања и тиме задовољења економских потреба друштва. Она омогућава функционисање привредних и друштвених делатности ради задовољења ширих друштвених потреба. Међутим, њена претежна економска функција, уврштава њу и њену делатност путем саобраћаја у опште и посебне законитости економије материјалне производње, у делу коју има саобраћај у процесу друштвене репродукције.

Пут је по својим економским карактеристикама основно средство и због своје значајне друштвено-економске функције од посебног је друштвеног интереса. Третман основног средства произилази из више чињеница, а основне су:

- пут је средство које је изграђено уложеним живим и минулим радом, за разлику од добара које је створила природа,

- пут се коришћењем троши и због тога има свој амортизациони век, односно период својеврсне замене,

- у циклусу репродукције пут је средство рада саобраћаја у вршењу производне транспортне услуге „промене места“,

- да би се одржала употребна вредност, одржавањем и заштитом улажу се додатна средства и рад, који су додатни трошак у цени транспортно-производне услуге итд.

Пут као основно средство има своје специфичности, као и свако друго основно средство, које не могу бити разлог даљег различитог третмана пута. Као основно средство и тиме економска категорија подлеже свим законитостима економије. Из тога следи да делатност одржавања и заштите путева не може бити третирана као „јавна служба“ или „сервис“, већ као производна делатност, нераздвојни део материјалне производње. Из оваквог поимања третмана пута и карактеристика делатности као система, произилази:

- техничко-технолошко, економско и самоуправно јединство путне мреже и организације њеног одржавања и заштите,

- потреба усклађивања законске, самоуправне, техничке и друге регулативе на јединственој основи,

- усклађивање и развијање самоуправних односа у систему на доходној основи,

— укључивање система ове делатности у систем саобраћаја и саобраћајне инфраструктуре.

Из изложених и других чињеница произилази да је најцелисходније да ОУР за одржавање и заштиту путева буду носиоци функције управљања путевима, чиме се отклања досадашњи раскорак између њихових права и обавеза и тиме стављају у исти положај са свим ОУР привреде, као и да СИЗ за путеве могу бити основане и функционисати само на основама самоуправног интересног организовања материјалне производње.

Са овим полазом, утврђене су основне методе, мере и решења наведених и других узрока постојећег стања и даљег развоја организације и структуре и самоуправних друштвено-економских односа у систему одржавања и заштите путева као што следи.

ЗА ОРГАНИЗАЦИЈУ ОПТИМАЛНОГ СИСТЕМА:

— Уместо досадашњих „испарцелисаних“ и неповезаних сложених система, подсистема ове делатности, самоуправним удруживањем на уједначеним критеријумима формира се **јединствени систем одржавања и заштите путева Југославије**. Подсистеми, односно сложени системи по социјалистичким републикама и аутономним покрајинама удружују се на савезном нивоу у целини.

— Систем делатности укључује се и повезује свим везама у систем саобраћаја и саобраћајне инфраструктуре.

— Систем организационо повезује целокупну мрежу (магистралних, регионалних и локалних) путева са извршеном поделом према критеријуму путно-саобраћајно и привредни регион у оквиру социјалистичких република и аутономних покрајина. Међународни и магистрални путеви у надлежности су асоцијација и органа на савезном нивоу.

— СИЗ за путеве формирају се самоуправним споразумом (а не законом) корисника путева (претежно директних) и ОУР давалаца услуга, и то:

- међуопштински (регионални)
- републички, односно покрајински и
- Савез СИЗ за путеве Југославије.

СИЗ нема досадашњу функцију привређивања, надлежност управљања путевима, располагања финансијским средствима за просту репродукцију, функцију инвеститора и вођења инвеститорских послова, надзора и других оперативних послова на путевима, већ постаје интересна заједница корисника и давалаца услуга, путем које они заједнички и равноправно воде политику развоја путне мреже и њеног одржавања и заштите, доносе програме и планове, утврђују стандарде и нормативе, изворе прихода, њихову висину по корисницима, обим и структуру улагања, остварују „слободну размену рада“ на доходној основи, заједнички регулишу међусобне односе и односе са окружењем и друга питања од заједничког интереса.

— Организација система удруженог рада за одржавање и заштиту путева успоставља се на општим основама и посебним критеријумима ове делатности, формирањем више специјализованих ООУР (функционална подела рад) и њиховим удруживањем у радне организације ових и других специјализованих РО у СОУР социјалистичких република и аутономних покрајина и Пословну заједницу за путеве Југославије. Радна организација је основна пословна целина удружених специјализованих ООУР. Она је део оперативног система одржавања и заштите путева, оптимални облик организације рада одређеног региона.

СОУР у свим Републикама и Покрајинама обједињује целокупну мрежу јавних путева и заједничке функције удружених специјализованих РО. Пословна заједница за путеве формира се удруживањем РО и СОУР и научних и стручних институција за путеве за вођење заједничке пословне политике система и удружене послове.

— Формирањем заједнице саобраћаја, или заједнице за међусобну планску сарадњу, организациона ова привредна област иницијалног и ограниченог значаја развоја наше привреде и друштва била би обједињена на југословенском нивоу.

ЗА ОРГАНИЗАЦИЈУ КОНТИНУИРАНОГ, КВАЛИТЕТНОГ И ЕФИКАСНИЈЕГ ОДРЖАВАЊА И ЗАШТИТЕ ПУТЕВА

Постоји више интерних и екстерних решења, а основна би била:

— Организација научноистраживачког рада у сложеним системима ОУР ове делатности и у оквиру Пословне заједнице, повезаном са научним и стручним институцијама ради праћења, истраживања и веће примене савремених научних и техничких достигнућа у пракси.

— Примена већег степена поделе рада и специјализације у систему ОУР и њиховог интеграционог повезивања свим пословним везама којима се обезбеђује јединствено пословно деловање система.

— Утврђивање јединствених стандарда квалитета одржавања путева, по категоријама и другим захтевима за целокупну путну мрежу.

— Оптимизација техничких капацитета са савременим техничким средствима и уједначавање технолошких процеса рада. Од посебног значаја је остварење унификације, типизације и стандардизације техничких средстава уз поделу рада и доходовно повезивање ради постизања већег степена њиховог искоришћења.

— Изградња и савремено опремање пунктова и потпунктова, система радио и другим везама.

— Обезбеђење оптималног броја и квалификационе структуре свих потребних профила стручних кадрова, неопходних за извршење послова и задатака ОУР.

Све ово јасно указује да је организација квалитетнијег и ефикаснијег одржавања путне мреже,

према захтевима савременог саобраћаја, везана за оптимално усклађивање основних елемената рада и пословања ОУР у свим облицима организовања у систем. Поред наведених, за садашње и будуће стање неопходно је усклађивање и финансијских средстава за одржавање на нивоу просвете репродукције путне мреже, као и обртних средстава ОУР за нормално одвијање процеса рада и пословања. Без усклађивања ових фактора не може се постићи жељени циљ.

ЗА РЕШАВАЊЕ ПОСТОЈЕЋИХ ПОЈАВА И ДАЉИ РАЗВОЈ ДРУШТВЕНО—ЕКОНОМСКИХ ОДНОСА

Сваки систем, па тиме и систем делатности за одржавање и заштиту путева, може успешно функционисати и остваривати своје и опште циљеве и задатке уколико су, поред осталих фактора, регулисани самоуправни друштвено-економски односи и као такви оживотворени у систему изеђу свих организационих делова и целине. Ово претпоставља усклађивање садашње и будуће интерне и екстерне регулативе на основама нашег друштвено-економског система.

С обзиром на функцију путне мреже као система од посебног друштвеног интереса њена делатност — као и код других система сличног значаја — треба да буде регулисана Основним законом о путевима и на њему усаглашеним, а не као до сада различитим законима о путевима република и покрајина. У оквиру законске регулативе неопходно је остварити усклађивање и свих других аката која регулишу путну мрежу и њену делатност. Ово се, пре свега, односи на: утврђивање дефиниције и статуса пута, управљање, планирање, финансирање, амортизацију путева, просту и проширену репродукцију, девизна средства и др.

Дефинисањем и утврђивањем статуса пута као основног средства — средства рада друмског саобраћаја — којим управљају ОУР за путеве (ово је адекватнији назив од досадашњег, јер им је функција шира од послова одржавања и заштите), долази до квалитетнијих измена стања у организацији и друштвено-економским односима у систему.

Друштвеним договорима и самоуправним споразумима о развоју путне мреже, са обухвата њем и разрадом развоја њеног одржавања и заштите (што до сада није био случај), на основу динамизираних дугорочних и средњерочних програма и планова по приоритетима (економски критеријум), уз активно суделовање корисника путева и давалаца услуга у свим фазама њихове израде и доношења треба да се постигне усклађивање развоја и ове делатности са развојем саобраћаја и привреде. Доношење дугорочног програма развоја путне мреже и њеног одржавања до 2000. године, формирање „банке података“, увођење савремене аутоматске рачунарске и друге технике и друга решења, неопходан су услов даљег унапређења стања система.

Отклањање узрока постојећег стања и развоја самоуправних односа на доходовној основи мо-

гуће је постићи и предузимањем следећих мера и решења:

- усклађивањем интерне самоуправне регулативе,

- рационализацијом облика и побољшањем садржаја интерних аката, базираних на самоуправном споразуму о удруживању радника у ОУР, као кодексу самоуправне регулативе,

- организацијом ефикаснијег процеса доношења и спровођења самоуправних, пословних и извршних одлука, применом савремених научних метода,

- применом економске закономерности садашњости и будућности у већем степену доходовног повезивања организационих делова у систему и са окружењем, као основе побољшања квалитета економије ОУР.

У савременим условима привређивања већи ефекти постигли би се и самоуправним удруживањем ОУР ове делатности на доходовној основи са пословним партнерима, научним, стручним и другим институцијама.

Од посебног и заједничког друштвеног интереса је успостављање доходовних односа између корисника путева и ОУР давалаца услуга, без којих се не може остварити квалитетнија измена постојећег стања. Остварење овог интересног циља, поред изложених промена у организацији удруживања путем СИЗ, управљања и другим питањима, нераздвојно је везано са дефискализацијом досадашњег система финансирања путне мреже, посебно њеног одржавања, и у томе:

- да корисници путева и даваоци услуга буду стављени у положај да одлучују о систему финансирања путева, о изворима, планирању обима и структуре финансијских средстава и њихове намене,

- успостављање посебних трајних извора средстава за обим просвете репродукције путне мреже, од извора за проширену репродукцију,

- укључивањем у систем финансирања не само директних већ и индиректних корисника путне мреже,

- примена објективних критеријума и мерила накнада по корисницима путева за коришћење путне мреже,

- усклађивање доходовних односа између корисника путева и давалаца услуга утврђивањем објективних критеријума и мерила за целокупну путну мрежу и др.

Усклађивање кретања волумена финансијских средстава за путеве са растом друштвеног производа (са учешћем од 20%), за одржавање са реконструкцијом и заштиту путева на нивоу просвете репродукције (амортизације путева, годишњом валоризацијом), или на бази објективно утврђених јединствених стандарда и норматива, објективна је нужност стабилизације економског стања путне мреже и њене делатности, односно саобраћаја и привреде у наредном периоду.

У садашњем тренутку за решење финансијског стања ове делатности, неопходно је: усклађивања накнада за коришћење путева према стопи инфлације и кретања цена, решење увећаних обавеза за курсне разлике за девизе које није корис-

тила путна делатност, да све накнаде наведене за путеве иду стварно за путеве у целини, да се девизна средства од корисника иностраних возила уступе ОУР за путеве, да се обезбеди учешће индиректних корисника путева (путем средстава друштвено-политичких заједница) и др.

Наведеним решењима и на садашњем нивоу развоја нашег саобраћаја и привреде могуће је остварити систем самофинансирања одржавања и заштите путева, а у току даљег развоја и изградње.

Садашња „штедња на одржавању путне мреже је друштвено-економски неоправдана, јер се постојећим лошим стањем путне мреже и у садашњости и будућности губи вишеструко већа корист у односу на потребна средства континуираног одржавања и заштите.

Даљи развој друштвено-економских односа у ОУР везан је потребом:

- да ОУР стиче доходак само радом у делатности путева за коју је формиран и специјализован са могућношћу оптималног развоја и коришћења капацитета,

- предузимања више интерних мера и решења за повећање продуктивности и економичности рада и у целини квалитета економије пословања,

- остварења већег степена доходног повећања организационих делова и целина, заједничким утврђивањем основа и мерила стицања и расподеле дохотка, планским усклађивањем односа унутар ООУР и њихових асоцијација, већим степеном удруживања рада и средстава у оквиру интегралних целина РО и СОУР,

- примене стимулативних облика расподеле личних доходака,

- примене савремених научних метода у процесу самоуправљања, доношења и спровођења самоуправних споразума и одлука,

- развоја самосвесног односа самоуправљача према раду и друштвеним средствима, стављањем у исти однос самоуправних права и обавеза,

- као и других интерних и екстерних решења даљег развоја и јачања самоуправних односа у систему.

Изложеним и другим интерним и екстерним мерама и решењима организације и усклађивања друштвено-економских односа у систему делатности за путеве отклањају се узроци постојеће проблематике и стварају основе даљег успешнијег развоја путне мреже и њене делатности.

ИСПРАВКА

Приликом штампања чланка „Амортизација и путеви“ у броју 1-2/84 направљено је неколико штампарских грешака које мењају смисао реченица.

На страни 8, први стубац, последњи пасус, исправљени текстови треба да гласе: „На овај начин била би решена и висина потребних средстава за одржавање, јер би се знала сума с којом корисници путева треба да учествују у одржавању путева.

Интересантно је напоменути, да је сума потребних средстава за одржавање мајстурских и регионалних путева у СРП Војводини за 1983. годину, приближна обрачунајој амортизацији за исте путеве у 1982. години“.

Такође, на страни 7, први стубац, седми пасус, петти ред уместо „за производ“ треба да стоји „на производ“. На страни 7, други стубац, први ред треба уместо „новијих пројеката“ да стоји „новијим пројектима“. На страни 7, други стубац, седми ред уместо „да се обезвреде“ треба да стоји „да се не обезвреде“.

Редакција се извињава читаоцима и ауторима због штампарских грешака у овом чланку као и у другим чланцима које су, на жалост, неизбежне. Умољавају се аутори да своје примедбе у предлоје за исправке уколико сматрају неопходним доставе редакцији.



Одбранио докторску дисертацију

Др Предраг Брауновић рођен је 1929. године у Титовом Ужицу. Гимназију је завршио у Зрењанину а Грађевински факултет саобраћајни смер у Београду 1955. године. Последипломске специјализације у области стабилованих материјала обавља у САД (1959/60), а из области механике коловозних конструкција у Великој Британији 1966. године.

Каријеру отпочиње у путној служби Војводине где, након специјализације у САД, као протагониста савремених метода стабилизације тла и коришћења локалних материјала за изградњу коловозних конструкција организује и реализује експерименталне коловозе широм Војводине, на јавним путевима и на градским саобраћајницама. Технички руководи неопходним истраживањима и лабораторијским испитивањима у првој Путној лабораторији у Новом Саду, на широј примени коловозних конструкција са слојевима изграђеним методама механичке и хемијске стабилизације локалних материјала. Од 1960. до 1963. године изграђено је преко 240 km путева и улица са подлогама од стабилизованог материјал у САП Војводини.

Крајем 1963. године прелази у Дирекцију за изградњу ауто-пута „Братство-јединство“ и активно учествује на изради програма за формирање Института за путеве у Београду. Развија рад у Централној путној лабораторији, одакле, поред послова и задатака у земљи, формира први пут једну организовану лабораторију за пројекат путне мреже у Египту (1966/67). Са већ развијеном лабораторијом, још у саставу Дирекције ауто-пута, преузима у својству шефа Централне лабораторије, претходне истражне и лабораторијске радове на пројекту ауто-пута кроз Београд, односно на контроли квалитета радова током његове реализације (1969/72). У основаном Институту за путеве постаје први директор Завода за истраживања испитивања и успоставља и одржава веома добре везе са другим институцијама у земљи и иностранству и примењује богата искуства развијених земаља у нашим условима.

Од 1973. године је саветник за механику коловоза у Заводу за истраживања и испитивања где активно ради на истраживањима у области стабилованих материјала, посебно оних са коришћењем секундарних индустријских сировина (електро-филтерски пепео, металуршка згура и сл.) као адитива у комплексној стабилизацији. У том периоду чине се први озбиљни потези у Институту на освајању иностраног тржишта, уз формирање Консалтинг бироа Института у Либији, којим је др Брауновић руководио преко четири године.

Од 1980. године, у Институту за путеве концентрише своја истраживања и активности на валоризацији секундарних индустријских сировина у комплексно стабилизоване материјале коловозне конструкције (Железара Смедерево, ФОВ Београд, „Каблови“ Светозарево, „Тито“ Бановићи). За свој рад „Високопегна триска у комплексној стабилизацији кречњака агрегата као супституција високовредним материјалима коловозне конструкције“ добија 1981. године награду Привредне коморе Београда, као признање за најуспешнија техничка унапређења у привреди Београда. Докторску дисертацију под називом „Карактеризација комплексно стабилизованог материјала у функцији носећег слоја коловозне конструкције“, у којој је формулисао критеријум „идеалне стабилизације“ отпорне на појаву прелина од скупљања у периоду хидратације и очвршћавања комплексно стабилизованог материјала са згуром успешно је одбранио на Грађевинском факултету у Нишу.

Поред поменутих радова објавио је преко 80 написа у стручној литератури, у земљи и иностранству. Значајан су прилог стручној литератури књиге „Стабилизација тла I и II, као приручници за лабораторију, односно за грађење путева, улица и аеродрома.

Од 1975. године ја заслужни члан Југословенског друштва за путеве, а од 1978. године је у регистру експерата Уједињених нација. Члан је више међународних институција и удружења као Институције путних инжењера У.К., Савет за путна ис-

траживања — Националне академије наука САД. Учествовао је на већини стручних манифестација у земљи и иностранству својим прилозима и дискусијом, посебно у области коловозних конструкција и путно-грађевинских материјала.

Др Брауновић је један од веома ангажованих инжењера, истраживача у области стабилованих материјала а показао је и изванредне организационе способности у формирању савремених путних институција у земљи и иностранству.

Припремио
Проф. др Здравко Јоксич



Др Миле Цветановски, доктор економских наука

Групација организација удруженог рада за одржавање и заштиту путева је из своје средине запослених добила првог доктора економских наука.

Др Миле Цветановски, дипл. еиц доскорашњи генерални директор, сада саветник СОУР „Војводинапут“ одбранио је 20. априла 1984. године, на Економском факултету у Суботици докторску дисертацију под насловом: „ДРУШТВЕНО-ЕКОНОМСКИ ОДНОСИ И ПРОБЛЕМИ ОРГАНИЗАЦИЈЕ У СИСТЕМУ ОДРЖАВАЊА И ЗАШТИТЕ ПУТЕВА У ЈУГОСЛАВИЈИ“

Рођен је 21.11. 1928. године у селу Црновиц крај Битоља. Дипломирао је 1963. године, на Економском факултету у Београду, на коме је 1972. године и магистрирао из економских наука — економике предузећа.

Од физичког радника у Сирхетани и од 1946. године квалификованог возача камиона у предузећу „Пољопромет“, редовним, а највише ванредним школовањем уз рад, дипломирао је и стекао научни степен магистра и, сада, доктора наука. Од 1965. до 1978. године био је заменик, односно генерални директор Фабрике целулозе и папира у Сремској Митровици. Од 1978. године ради у СОУР „Војводинапут“ — Нови Сад где активно учествује и у свим за-

једничким активностима наше путне делатности.

Др Миле Цветановски је у својој докторској дисертацији, студијским научно-истраживачким приступом, на основу вишегодишњег непосредног практичног рада у привреди, односно у СОУР и групацији, објектно актуелну тему наше делатности одржавања и заштите путева. Његов рад илустративно и комплексно приказује досадашњи развој система делатности са посебним освртом на постојећу проблематику његове организације и функционисања. Анализом утицаја објективних и субјективних фактора утврђује узроке знатно погоршаног, сада већ критичног стања путне мреже, безбедности саобраћаја на путевима, као и њене делатности одржавања и заштите. Указује да је садашње стање путне мреже узрок великих, директних и индиректних губитака саобраћаја, привреде и друштва у целини. Посебно истиче разлоге заостајања и поремећаја самоуправних друштвено-економских односа.

У посебном делу рада утврђује методе и предлаже конкретне мере и решења којима се отклањају основни узроци постојеће проблематике. На принципима и критеријумима савремене теорије и праксе концептира и у основи пројектује самоуправну организацију јединственог система ОУР делатности за одржавање и заштиту путева у оквиру система саобраћаја, као и рационалнију организацију СИЗ за путеве од корисника и давалаца услуга, којом се постиже већа ефикасност система и даљи развој самоуправних друштвено-економских односа.

У закључном делу указује на неопходне мере и решења садашњег стања и закономерности даљег развоја система наше делатности од посебног друштвеног интереса.

Припремио
Вићентије Капларевић, дипл. инж.



Дипл. инж. ВИЋЕНТИЈЕ КАПЛАРЕВИЋ

нови председник Председништва
Друштва за путеве Србије

На XXVIII редовној Годишњој скупштини Друштва за путеве Србије одржаној 13. априла 1984. године у Соко Бањи, за председника је изабран Вићентије Капларевић, досадашњи потпредседник. Рођен је 1932. године у Чачку, а дипломирао је на Грађевинском факултету у Београду 1957. године.

По дипломирању, као поручник грађевинске службе у ЈНА, ради на пројектовању путева на Велебиту, затим као командант инжењеријског полигона на изградњи путева у Срему, као инжењер за организацију на изградњи пута Титоград — Колашин, као командир деонице на изградњи пута Сарајево — Тузла, као руководиоца погона за изградњу мостова на путу Вишеград — Устипрача и Демр Капија — Удово.

Од 1964. године референт за организацију и начелник Оперативно-планског одсека у Дирекцији за инжењеријске радове ЈНА, ради на припреми и организацији изградње путних праваца које је градила ЈНА, као што су: Кладањ — Власеница — Дрињача, Плужине — Фоча, Загреб — Птуј, Краљево — Лепосавић, Гостивар — Кичево и др. Августа 1971. године, у чину потпуковника грађевинске службе, прелази у ГРО „Ратко Митровић“ на радно место техничког руководиоца градње „Нискоградња“. Марта 1974. године прелази у РО за путеве „Београд“ на радно место директора СОУР „Србијапут“ где се и сада налази.

Активан је члан Друштва за путеве Србије, учествовао је на многим конгресима у земљи и иностранству, писао је више чланака у часопису „Пут и саобраћај“, дуго је члан Председништва ДПС, а последње две године успешно је обављао дужност потпредседника. Такође је активан члан Председништва Савеза друштава за путеве Југославије.

Поред обављања послова на свом радном месту, инж. Капларевић се активно ангажује и у разним друштвено-стручним органима где, такође, успешно извршава разне задатке као председник гупације за одржавање путева у Привредној комори Ју-

гославије, члан Републичког комитета за саобраћај и везе, члан Републичког савета за безбедност саобраћаја (председник Комисије за отклањање опасних места), члан Председништва АМС Србије и др.

У свим овим и другим органима и форумима енергично се залаже за повољније решавање сада тешког материјалног положаја путне привреде и за што потпунију афирмацију фактора човек — возило — пут.

За досадашњи самопрегоран, стваралачки, стручни и друштвено-политички рад, награђен је бројним плакетама, захвалницама, војним и другим одликовањима и признањима од којих ипак треба издвојити Орден рада са златним венцем.

Као новом председнику, инж. Капларевићу предстоји обавеза да уз помоћ свих чланова активно ради на даљој афирмацији ДПС као друштвено-стручне организације, а посебно на решавању следећих питања:

- на даљем повезивању ДПС са другим организацијама и органима (ССРЈ, АМС, Савеза возача, Савеза инжењера и техничара, Комитетом за саобраћај и везе, коморама, СИЗ-овима, Саветима и органима за безбедност саобраћаја, институцијама, факултетима, школама, ЈНА, сродним РО и институцијама, СДПЈ и др.);

- на даљем иницирању расправа о разним стручним питањима од општег интереса на којим ДПС може да пружи помоћ;

- на даљем јачању материјалног положаја ДПС и финансијском обезбеђењу свих активности, а посебно издавања часописа „Пут и саобраћај“;

- на активирању рада наших регионалних секција попут подунавског, нишког и других региона,

- на интензивнијем ангажовању у раду свих чланова Председништва ДПС, а посебно његових комисија.

У име редакције и чланова ДПС желимо да нови председник успешно обави бројне обавезе и оправда укључено поверење, као што је то до сада чинио.

Др З. Јоксић

Приказ публикације „Пројектовање флекси- билних коловозних конструкција“

Савез друштава за путеве Југославије је издао, у броју 32., публикацију „Пројектовање флексибилних коловозних конструкција“ аутора А. Цветановића, З. Радојковића и Ж. Војнића.

Основна намена публикације је да ширу стручну јавност упозна са најновијим сазнањима из области флексибилних коловозних конструкција. Обрађени су: типови савремених флексибилних коловозних конструкција, меродавни утицајни параметри на коловозну конструкцију, основне особине материјала, димензионарање, оптимизације коловозних конструкција и преглед новије техничке регулативе у Југославији.

Посебна пажња је обрађена нумеричком дефинисању особина материјала и најпознатијим методама за димензионарање AASHTO, Института за асфалт (програм DAMA), SHELL-а (програм BISAR) и JUS U. C4.012. Уз ове изложене поступке и методе дати су нумерички примери.

Материја је изложена на 213 страна и 93 слика.

Публикација се може набавити у Секретаријату Друштва за путеве Србије Кумодрашка Нова 257, по пријему уплате од 1000 дин. на текући рачун Друштва за путеве СРС код Народне банке — 60816-678-4223, и информације на тел. 011-466522 лок. 57.

Приказ књиге господарење јавним цестама

Дипломирани правник Борис Кале у својој књизи „Господарење јавним цестама“ је обрадио: развој, изградњу, одржавање, финансирање, управљање, одговорност и коришћење путева.

У првом делу који носи назив „Развој путева, саобраћаја и аутомобилизма“ аутор је изложио: грађење путева у прошлости; путоградња у савременом свету; путеви у Југославији; путеви и развој аутомобилизма и саобраћајна политика и интегрални транспорт.

Други део под називом „Путна делатност“ садржи: подручје делатности; изградња и реконструкција путева, њихова обележја, врсте и третман; одржавање путева и заштита путева.

Трећи део под називом: „Финансирање путева“ садржи: развој теорије и праксе и савремене тенденције; извори средстава у нас; компаративни прилаз.

Четврти део под називом „Управљање путевима, организација пословања и одговорност“ садржи: управљање путевима; организација пословања и одговорност за стање и проходност путева.

Пети део под називом „Конвенција о уговору за међународни превоз робе путем“ садржи: увод, обим и примене конвенције, закључење и извршење уговора, потраживања и узастопни превоз, и одговорност транспортера.

Управљање путевима, је са грађевинске тачке гледишта, прилично запостављена дисциплина код нас. До сада постоји више запажених научноистраживачких радова наших колега економиста и саобраћајаца на ову тему, али ово је прва књига која можда и мало претенциозно покушава да нас приближи овој проблематици.

С обзиром на нашу стварност и стање путне привреде, а имајући у виду инострана искуства сматрамо да је аутор требао више критички да се осврне и анализира управљање путева са грађевинског, економског и саобраћајног гледишта.

Међутим, треба похвалити труд аутора и истаћи да је ово прва књига из ове литературом код нас дефицитарне области.

Књига се може набавити код издавачке радне организације „Логос“, Народни трг 4, 58000 Сплит, по цени од 800 дин.

Др Александар Цветановић,
дипл. инж.

In memoriam



У ноћи 31. 12. 1983. године угајио се, после краткотрајне болести, живот једног неимара наших путева — грађевинског техничара МИЛЕНТИЈА ПЕЈЧИЋА, човека који је свој радни живот посветио путевима и дао не мали допринос развоју путева општине Бабушница, односно његове Лужнице.

Рођен је 1944. године у селу Завидинац, општине Бабушница у селачкој породици. Основну школу завршио је у селу Боњинце, а средњу техничку школу 1962. године у Нишу. По завршетку школе запослио се 1962. године у Грађевинском предузећу „Сува планина“, а од 1967. године у Предузећу за путеве „Ниш“ где је радио 16 година на пословима одржавања путева и свим пословима изградње и реконструкције путева у Лужници.

Одрастао у родитељској кући у којој се поштовао рад и изнад свега ценило поштење, Милентије је те особине и навике пренео и користио у свом раду, на радном месту и шире. Озбиљан, скроман, сталожан и радан, Милентије се као ретко дисциплинован радник одликовао великом савесношћу, одговорношћу и смислом за ефикасно извршење постављених радних задатака, као и у области друштвеног рада. Био је у више изборних мандата у органима управљања Предузећа за путеве „Ниш“ и њиховим телима — комисијама. Активан је члан Синдиката и Друштва за путеве.

Поред тога био је четири године одборник и делегат у Скупштини општине и као делегат у Већу синдиката општине Бабушница, а за свој рад добио је одговарајућа признања.

Нека ових неколико речи опроштаја од нашег врлог, хуманог и надамне честитог друга и грађанина наше средине и узорног радника Предузећа за путеве „Ниш“ друга Милентија Пејчића буду захвалност за његов несебичан рад.

Радомир Миладиновић, дипл. инж.

