ПУТ И САОБРАЋАЈ

БР. 6
1972.

САДРЖАЈ

Проф. Живорад Букић, дипл. инж. — Флексибилне коловозне конструкције

Владета Миловановић, дипл. инж. — Анализа стања оперативе и кадрова путне привреде

Насловна страна: Јадранска магистрала кроз СР Србију — мост преко Мебеber потока

ПУТ И САОБРАЋАЈ

Часопис Друштва за путеве СР Србије, Македоније и Црне Горе

ГОД. XVIII БР. 6 Јуни Београд 1972. год.

ROUTE ET CIRCULATION

Le Bulletin de La Société pour les routes S. R. Serbie, Macédoine et Montenégro

ДОРОГА И ТРАНСПОРТ

Журнал Общества автомобильные дороги и дорожние движение С. Р. Сербии, Македонии и Черногории

RAD AND TRAFFIC

Bulletin of Serbian, Macedonian and Monte Negro Association for Roads

STRASSE UND VERKEHR

Zeitschrift der Gesellschaft für Strassenwesen in S. R. Serbien, Mazedonien und Montenegro

Координатор и главни известилац:
Живорад ЂУКИЋ, професор Грађевинског факултета Универзитета у Београду

Флексибилне коловозне конструкције

Питање II

Југословенски реферат поднет је на XIV Међународном конгресу за путеве септембра 1971. год. у Прагу.

Аутори:

— Живорад ЂУКИЋ, проф. из Београда
— Исак ПАПО, проф. Грађ. факултета из Сарајева
— Младен КОЗОМАРА, дипл. инж. из Сарајева
— Др Здравко ЈОКСИЋ, дипл. инж. из Београда
— Миомир ОБРАДОВИЋ, доцент из Београда
— Љубомир ФИЛИПОВИЋ, дипл. инж. из Београда
— Милан МИЛИВОЈЕВИЋ, дипл. инж. из Београда

РЕЗИМЕ

Димензионирање коловозних конструкција у Југославији представља тежак проблем због високоскоковитог пораста саобраћаја односно пораста броја аутомобила из године у годину с једне стране, а с друге стране што је у садашњој структури возила веома велико учешће тешких возила, које на појединим путевима иде чак и до 50% од укупног броја возила.

У Југославији се за димензионирање коловозних конструкција примењују „Привремена упутства", издана 1968. године, која су израђена на основу научних истраживања у иностранству, а посебно постигнутих искустава са експерименталних деоница WASHO и AASHO наших скромних искустава.

Димензионирање коловозних конструкција на будућем аутопуту Зеница — Сарајево (Босна и Херцеговина) извршено је у лабораторији Предузећа за путеве у Сарајеву, а на основу студиозног проучавања перспективног саобраћаја, узимајући у обзир структуру, тежину и искоришћеност возила, примењене су разне познате методе и наша искуства, при чему су извршена бројна испитивања узорака материјала. Предвиђено је да се сав материјал са CBR = 2 и 3% замени или побољша ради добијања што економичније коловозне конструкције. На неким деоницама биће у коловозној конструкцији примењена и шљака из високих пећи Челичане у Зеници.

Појачање постојећих коловоза (савремених и класичних) у Југославији се углавном обавља по методи мерења дефлексија, која је дала добре резултате. Материјал за појачање је од битуменом обавијене камене ситнежи, а слојеви су разне дебљине. У реферату су приказани резултати истраживања, извршени од стране Института за испитивање материјала у Београду, на двема опитним деоницама у Србији (дужине 26 км и 10 км). На основу анализе мерења дефлексија у разним фазама рада, донети су корисни општи и посебни закључци, који ће омогућити да се квалитетно врши појачање коловоза на путевима у нашој земљи.

Проучавање мера за охрапављење површине коловоза код нас је веома актуелно, а нарочито у планинским пределима, као што су Црна Гора и др. Предузеће за путеве у Титограду у сарадњи са Институтом за испитивање материјала у Београду и Лабораторијом за путеве Грађевинског факултета у Београду, израдило је експерименталну деоницу на путу Бијело Поље — Пријепоље са разним врстама храпавог асфалтног застора. У реферату су приказане и анализиране четири врсте храпавих асфалтних застора, при чему су најповољнији резултати добијени употребом мешавине каменог агрегата од еруптивних и кречних стена.

За побољшање материјала за коловозне конструкције као и за труп пута испитиване су мешавине високо пластичних глина са додатком разних материјала (хидратисани креч, водено стакло и лебдећи пепео). Резултати испитивања, извршени на великом броју узорака, дали су задовољавајуће резултате нарочито мешавине глина + хидратисани креч + лебдећи пепео у одређеним односима.

Искуство у примени бразилијанске методе за одређивање деформационих карактеристика обавијених агрегата односно методе једноаксијалне силе, извршено у лабораторији, дало је позитивне резултате. Ова метода обрађена је у једној комплетној студији, а приказ представља кратак извод.

Димензионирање коловоза (теоријско и експериментално)

— нови коловози
— појачање коловоза

Увод

Проблем димензионирања коловоза теоријско и експериментално на путевима у Југославији је специфичан и веома комплексан. Наиме, један од најутицајнијих фактора за димензионирање — саобраћајно оптерећење, односно број аутомобила у Југославији је из године у годину изванредно висок — скоковит. Пре неколико година пораст је био чак 34% годишње, а последње две године износи 15%. Ово је још очитије ако упоредимо 1939. годину и 1969. годину. Крајем 1939. године у Југославији је 1 аутомобил био на сваких 1.000 становника, крајем 1969. године 1 аутомобил на свега 32 становника. С друге стране, крајем 1939. године у Југославији је било свега око 1.000 км путева са савременим коловозима, а крајем 1969. године 21.400 км., тј. око 26,8% од целокупне путне мреже. Овај нагли пораст броја аутомобила и потреба да се што хитније и јефтиније модернизују коловози на путевима, захтевао је од наших стручњака да се углавном ослоне на иностранa и скромна сопствена искуства при димензионирању коловоза.

При овоме су нам нешто помогла и стечена искуства са неких мањих експерименталних деоница, а посебно са двеју већих деоница у околини Београда. Једна је изграђена 1939. године на путу Београд — Панчево — Вршац у близини Панчева, а друга од 1958. године до 1960. године на путу Београд — Лазаревац. Прва је, дужине 15 км, са разним врстама цементно бетонских застора за средње саобраћајно оптерећење, а друга, дужине 4,2 км, са разним врстама асфалтних застора за лако и средње саобраћајно оптерећење (површинске обраде, асфалтни теписи и асфалтни макадами). Дебљине коловоза су релативно мале — 44 и 45 цм — које су за тадашње саобраћајно оптерећење биле довољне. Међутим, нагло повећање аутомобилског саобраћаја, а нарочито камионског и аутобуског, убрзо је показало да су биле недовољне дебљине коловоза и коловозног застора. Саобраћајно оптерећење на експерименталној деоници Београд — Лазаревац у почетку грађења, 1958. године, било је у просеку свега 600 бр. т. на дан, док је 1968. године износило 15.854 бр. т. на дан, а 1969. године чак 25.363 бр. т. на дан или 4.036 возила на дан, од којих 1.237 тешких возила преко 5 т. (31% од укупног броја возила). Према томе, у времену од 11 година на овом путу саобраћајно оптерећење по тежини порасло је за 42 пута.

Слично запажање у погледу структуре саобраћаја имали смо и на многим важнијим путевима у Југославији, као што су Јадрански пут, пут Љубљана — Загреб — Београд — Ниш — Скопље — Ђевђелија и др. На путу Београд — Загреб структура саобраћаја је неуобичајена за европске прилике, јер је број тешких возила у просеку око 40% од укупног броја возила, а 1962. године учешће тешких возила било је чак и 50%. Сем тога, знатан проценат камиона је са осовинским притиском 13 и 16 тона, уместо прописаних 10 т. у нашој земљи. Због тога поједине деонице на овим путевима, и ако су дебљине коловоза веће него на експерименталним деоницама (износе 52 до 56 цм), имају доста деформисан, а местимично чак и руиниран коловоз.

Димензионирање нових коловоза

На основу научних истраживања и искуства са експерименталних деоница у иностранству (Немачка, Француска, Белгија и др.) а посебно искуства са експиременталних деоница WASHO и AASHO у САД, као и нашег скромног искуства, у Југославији су израђена Привремена упутства за димензионирање коловоза, која је издало Југословенско друштво за путеве 1968. године*). У нашим упутствима узети су у обзир сви утицајни фактори, почев од саобраћајног оптерећења, статичких и динамичких па до климатско-хидролошких услова. Посебан проблем у Југославији је климатски утицај, који је веома различит у појединим подручјима. Минималне температуре у приморским крајевима су око 0° Ц, док у неким планинским пределима достижу и до — 38°Ц, а максималне се крећу чак и до +44,5° Ц (нормално, у највећем делу земље су од — 20 до + 32°Ц).

Ради стицања сопствених искустава односно ради модификовања иностраних метода према нашим условима, као и ради стварања наших метода, у југословенским упутствима је обрађено 12 разних метода. Поред метода CBR и Кентаки, групних индекса швајцарске методе и др. дате су: француска метода, проф. Иванова, метода Кучере, Дермона и Едварса, Лидлова, Енглеска, Асфалт института САД и др.

Многе од ових метода, као што је познато, засноване су на резултатима AASHO теста односно теоријским поставкама Бурмистера, Bousinesquea и др.

Због тога што су у Југославији углавном грађени и сада се граде асфалтни путеви (90% су асфалтни путеви, 3,5 цементно бетонски и 6,5% путеви са ситном коцком и други, то се и поклања већа пажња димензионирању флексибилних коловоза.

На основу наших искустава последњих година, а имајући у виду да је димензионирање коловоза комплексан теоријски и експериментални проблем нашим упутствима је препоручено следеће:

— димензионирање се мора заснивати на реалној носивости трупа пута, носивости појединих слојева у коловозу и врсти материјала у коловозу;
— при димензионирању се мора водити рачуна о климатским и хидролошким условима који владају у појединим крајевима Југославије; и
— посебно се мора имати у виду осетљивост на влажност разних врста материјала у трупу пута, потреба дренирања коловоза односно подтла и о заштити ко-

*) Ж. Букић, Р. Јенко, Ј. Шутић: „Привремена упутства за димензионирање коловоза", Југ. друштво за путеве, № 10/1968, Београд.

Табела 1.

Класификација саобраћаја	1. разред	2. разред	3. разред	4. разред	5. разред
	Број аутомобила на дан, од тога аутомобила носивости веће од 5 тона (цифре у заградама)				
Врло тежак	Више од 7.000 (Више од 1.200)	—	—	—	—
Тежак		3.000—7.000 (300—1.200)	—	—	—
Средње тежак	—	—	1.000—3.000 (100—300)	—	—
Лак	—	—	—	500—1.000 (10—100)	—
Мање лак					Мање од 500 (10)

ловоза од штетног дејства мраза.

По југословенским прописима путеви су подељени у 5 разреда зависно од перспективне густине и структуре саобраћаја, а што је приказано у табели 1.

За димензионирање флексибилних коловоза у Југославији се употребљава више разних метода: француска, проф. Иванова, метода Асфалтног института САД и др. На основу компарације добијених резултата по разним методама, као и на основу свих утицајних фактора а посебно локалних услова и уз вођење рачуна и о економском аспекту, усваја се у сваком конкретном случају оптимална дебљина коловоза. И код нас се на неким најважнијим — најоптерећенијим путевима дошло до укупне дебљине коловоза 70 — 80 цм, где асфалтни слојеви износе 22 — 30 цм.

Међутим, у нашој земљи се настоји да нађемо једну или више метода које ће више одговарати нашим условима. У овом смислу се врше истраживања, а нарочито у погледу дејства мраза у разним подручјима Југославије, утврђивању индекса еквиваленције за разне материјале у појединим слојевима коловоза и у погледу испитивања осталих утицајних фактора. Истичемо да наша досадашња искуства показују да се вредности коефицијената еквиваленције нешто разликују од добијених вредности у неким земљама (Француска, Мађарска и др.). У плану је израда неколико експерименталних деоница у разним крајевима Југославије, што ће нам омогућити да се на наредном конгресу појавило много више сопствених искустава.

Димензионирање коловозне конструкције на будућем аутопуту ЗЕНИЦА — САРАЈЕВО

Укупна дужина ауто-пута ЗЕНИЦА —САРАЈЕВО, чијем ће се грађењу приступити крајем 1970. године, изно-

си 65 км. Цео пут је подељен на четири деонице, зависно од јачине саобраћаја.

Према прорачуну Републичког фонда за путеве у Сарајеву за године 1972., 1975., 1980., 1985. и 1992. израчунат је број возила за 1982. годину сматрајући га средњом вредношћу од 20-годишњег периода.

Деоница у 1982. год.	Путничка возила	Аутобуси	Лаки камиони	Тешки камиони	Тешки камиони са прикол.	Укупно
Зеница—Лашва, 13 км	4.170	388	662	848	452	6.520
Лашва—Високо, 35 км	5.290	408	762	1.240	640	8.340
Високо — Семизовац, 15 км	5.730	424	810	1.280	740	8.984
Семизовац — Јошаница, 2 км	8.420	520	884	1.356	940	12.120

Користећи структуру возила транспортних предузећа у Босни и Херцеговини, као и мерења тежине осовина већег броја моторних возила, те уз претпоставку да је 50% свих возила натоварено пуним теретом, око 25% делимично натоварено, а осталих 25% возе празна, састављена је табела тежине осовина и структуре возила, како следи:

Возило	Осовинско оптерећење у тонама		Учешће %	Степен искоришћења носив. %
	Предња осовина	Задња осовина		
Путничко	0,5	0,7	100	80
Аутобуси	3,5	4,5	20	70
	4,5	5,3	40	70
	6,0	7,7	40	70
Лаки камиони	1,8	2,7	100	70
Тешки камиони без приколице	3,4	8,5	40	70
	4,3	9,00	30	70
	5,5	11,6	20	70
	6,0	13,6*	10	70

Тешки камиони са приколицом	Камион	3,4	8,5	30	70
		4,3	9,0	30	70
		6,0	13,6*	40	70
	Приколица	6,0	6,6	30	70
		8,0	9,0	30	70
		10,0	15,0*	40	70

На основу предње структуре и тежине осовина добије се за 1982. годину следећи бруто-тонски саобраћај за 24 часа.

Деоница	Путничка возила	Аутобуси	Лаки камиони	Тешки камиони без прикол.	Тешки камиони са прикол.	Укупно
Зеница—Лашва	4.000	2.286	2.085	8.380	10.780	28.231
Лашва—Високо	5.075	3.110	2.400	12.250	15.270	38.105
Високо—Семизовац	5,500	3.235	2.550	12.650	17.650	41.585
Семизовац—Јошаница	8.080	3.970	2.785	13.400	22.420	50.755

Избор дебљине асфалтних слојева

Дебљина асфалтних слојева обрадиће се на више начина:

а) Према југословенским стандардима — ЈУС У.Е9.020

Деоница 1982. г.	Возила на 24 час.		
	Укупан број	Возила тежа од 4 т.	
		број	%
Зеница—Лашва	6.520	1.688	26,0
Лашва — Високо	8.340	2.288	27,4
Високо — Семизовац	8.984	2.444	27,2
Семизовац — Јошаница	12.120	2.816	23,2

Будући да на свим деоницама има више од 20% тежих возила од 4 тоне, то ће дебљина асфалтних слојева морати износити:

— носиви слој 16 до 20 цм
— асфалтни застор преко 8 цм

б) Према швицарским прописима:

За одређивање дебљине асфалтних слојева служи формула:

$$T = \frac{4 \times F + 200}{23} \text{ цм}$$

*) удвојена осовина

где је: T = дебљина асфалтних слојева у цм;

F = укупан број возила дневно.

Супституцијом броја возила по појединим деоницама у предњу формулу добивене су следеће вредности за дебљину асфалтних слојева:

Деоница	Укупан број возила дневно	Дебљ. асфалт. слојева цм
Зеница — Лашва	6.520	22,7
Лашва — Високо	8.340	24,5
Високо — Семизовац	8.984	25,2
Семизовац — Јошаница	12.120	27,8

б) према завтевима у Road Note № 29 из 1965. год. Road Laboratory-а дебљина асфалтних слојева с обзиром на укупан број возила на свим деоницама треба да износи:

— нови слој 20 цм

— застор 10 цм

г) По методи Асфалтног института САД према саобраћајном фактору минималне дебљине за све деонице се крећу:

— од 25,6 до 27,1 цм

На бази горе добивених вредности по различитим методама и изведених ауто-путева у свету, усвојене су следеће дебљине асфалтних слојева за ауто-пут Зеница — Сарајево:

— носивост слоја од биту-шљунка 18 цм

— асфалтни бетон у два слоја 8 цм

Укупно 26 цм

Димензионирање коловозне конструкције деонице Високо — Илијаш — Семизовац

На основу графикона 1, 2, 3, 4, 5, 7 и 9*., за вредности CBR = 2, 3, 5, 7, 10, 15 и 20 зависно од конкретног оптерећења приказаног по дотичној методи, одређене су дебљине коловозне конструкције у графикону (сл. 1.) само за једну деоницу, као илустрација о одабраним дебљинама коловозне конструкције.

С обзиром на чињеницу да у подручју предметног ауто-пута недостаје шљунка за тампонски слој у подлози, то су у Елаборату разрађене 3 алтернативе, и то:

I	II	III
Асфалтни бетон, 8 цм	исто	исто
Биту-шљунак, 18 цм	исто	исто
Подлога: вибрирани шљунак	кристална троска високе пећи	мешавина кристалне и гранул. троске

*) Поменути графикони, који се односе на примењене методе, не прилажу се.

Напомиње се да је комбинација кристалне троске у количини од 67% и гранулиране троске од 33% дала у лабораторији после 28 дана вредности CBR = 43 до 68, што потпуно одговара за горњи слој подлоге. Извађена језгра из коловоза из сличне мешавине у Француској, после 14 месеци (према P. Panteville-u, Bulletin de liaison des Laboratories, Special, Paris, 1965), дали су чврстоћу 50—70 кг/цм², што одговара мршавом бетону или доброј цементној стабилизацији.

Приказана је само једна алтернатива (I) за деоницу Високо — Илијаш — Семизовац.

Метода	Саобраћај 1982. г.
Пелтиер — оригинална	360 x 41585 = 1,5 x 10^7
Пелтиер — модификована	8984 — 5730 = 3254
Lidlle — AASHO Road Test	3689/2 = 1850
Dormon-Edwarde-Shell	1,3 x 10^7/2 = 6,5 x 10^6
Асфалтни институт — САД	4473/2 = 2250
Иванов — СССР	1637/2 = 820

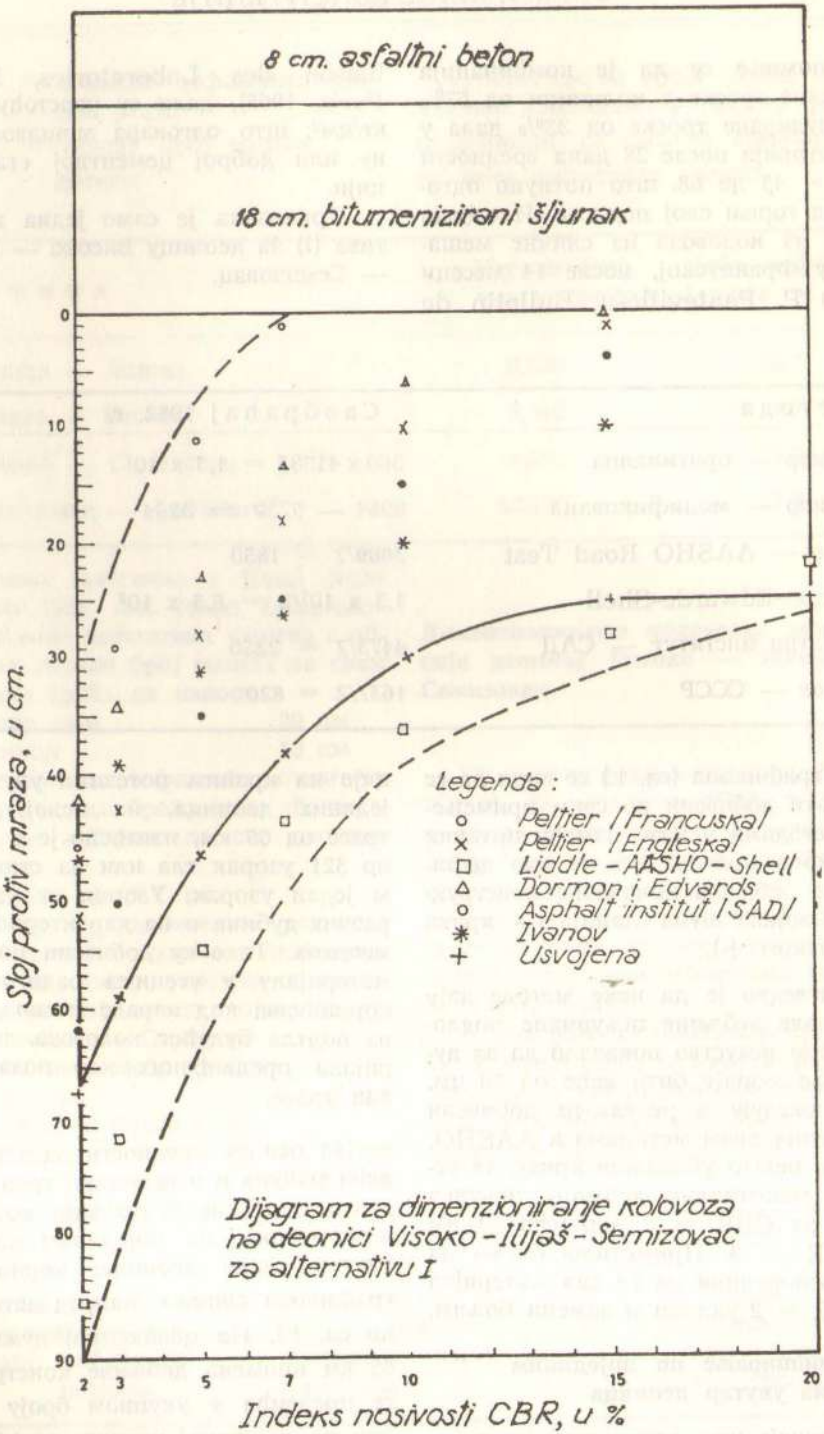
Из графикона (сл. 1.) се види да се резултати добивени по свим примењеним методама налазе између цртаних графикона кривих, док је као дефинитивна дебљина коловозне конструкције усвојена пуна линија — крива (са ознаком +).

Очигледно је да неке методе дају врло мале дебљине шљунчане подлоге, док је искуство показало да за ауто-путеве морају бити веће од 50 цм, а то показују и резултати добивени по Пелтиер-овим методама и AASHO. Ми смо нешто ублажили криву, те усвојили максималну дебљину шљунка 67 цм за CBR = 2, односно 59 цм за CBR = 3. Приметили бисмо да смо препоручили да се сав материјал са CBR = 2 уклони и замени бољим.

Димензионирање по појединим потезима унутар деоница

У случају што економичнијег одређивања дебљине коловозне конструкције на краћим потезима унутар појединих деоница, на целој дужини трасе од 65 км, извађено је и испитано 321 узорак тла или на сваких 200 м један узорак. Узорци су узети из разних дубина и на карактеристичним местима. Тако су добивени подаци о материјалу у усецима ради њиховог коришћења код израде насипа, затим из подтла будућег коловоза, те материјала предвиђених као позајмишта ван трасе.

На основу вредности за CBR, водећи рачуна и о величини групног индекса, одређене су дебљине коловозне конструкције на појединим потезима унутар сваке деонице, коришћењем графикона сличног напред датом (види сл. 1.). На целокупној дужини од 65 км промена дебљине конструкције се предвиђа у укупном броју од 50 или на просечној дужини од 1.300 метара.


8 cm. asfaltni beton
18 cm. bitumenizirani šljunak
Sloj protiv mraza, u cm.
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
2
3
5
7
10
15
20
Indeks nosivosti CBR, u %
Legenda:
Peltier /Francuska/
Peltier /Engleska/
Liddle - AASHO - Shell
Dormon i Edvards
Asphalt institut /SAD/
Ivanov
Usvojena
Dijagram za dimenzioniranje kolovoza na deonici Visoko - Ilijaš - Semizovac za alternativu I

Slika 1

Појачање постојећих коловоза

Појачање постојећих коловоза, као што је познато, веома је деликатан проблем, јер је потребно не само утврдити укупну дебљину и носивост постојећег коловоза и појединих слојева, већ и квалитет материјала у сваком слоју као и њихову улогу у новом коловозу.

У Југославији се појачање коловоза врши, и то у мањој мери, применом неких од напред изнетих метода, а у већој мери испитивањем носивости коловоза мерењем дефлексија. За ова мерења примењује се механички дефлектометар који је конструисан, према типу Белкелманове греде, у Институту за испитивање материјала Србије, Београд*). Сем тога, Институт располаже и француским оптичким дефлектометром ЈУС тип D_2 ради упоредних испитивања односно упоређења резултата.

Метода појачања на основу мерења дефлексија дала је досада добре резултате за појачање постојећих коловоза, но треба истаћи да она не даје све потребне елементе за оптимално решење. Она се мора допуњавати другим методама које омогућују потпунији увид о дебљини појединих слојева коловоза, њиховом саставу и стању као и о носивости сваког слоја.

Ефекат појачања застора слојевима битуменом обавијене камене ситнежи

I Врсте појачања

Зависно од стања путева, врста и структура коловозних конструкција, врста материјала употребљених за њихову израду, степена осетљивости конструкција на дејства мржњења и крављења, предвиђеног века трајања и интензитета саобраћаја, у Југославији се примењују различити поступци одржавања, модернизације и појачања коловозних конструкција флексибилног типа.

Дефинитиван избор оптималних поступака и материјала врши се у Југославији на основу детаљно спроведених теренских и лабораторијских испитивања и економско-техничких студија као и на основу искустава стечених у досадашњем раду.

Најчешће примењене технике при одржавању и модернизацији путева у Југославији могуће је сврстати у неколико група.

1) **Радови у вези с редовним одржавањем** који обухватају заливање прслина и спојница у коловозу, поправке ударних рупа, колотрага и мањих деформација у коловозу и др.

2) **Радови ради превентивног појачања** постојећих коловозних конструкција на којима, због повећаног саобраћаја или времена протеклог од пуштања у експлоатацију, долази до појава замора и оштећења.

3) **Радови на појачању** постојећих коловозних конструкција на којима је дошло до већих оштећења као: денивелације и деформације коловоза у подужном и попречном смислу, различите врсте прслина, ударне рупе и сл. Ова група обухвата две врсте интервенција: радове на санацији и припреми постојећег коловоза за појачање и радове на самом појачању.

Радови на појачању спроводе се одједанпут или по фазама. На основу детаљно обављених испитивања коловозне конструкције и утврђивања њене носивости помоћу опита плочом или мерењем дефлексија одреди се

*) З. Јоксић „Методе за процену носивости коловозних конструкција на путевима мерењем дефлексија", часопис „Изградња" бр. 11 и 12/1966.

укупна потребна дебљина слоја за појачање и одабере најповољнија техника односно врста материјала за појачање, а сами радови се обављају одједанпут, или, ако се покаже економски оправданим, у различитим периодима: први слој у току припреме конструкције и појачања у I фази, а други слој — као дефинитивно појачање — неколико година касније у II фази.

4) **Радови на делимичној или потпуној реконструкцији** коловозне конструкције на постојећем путу спроводе се онамо, где због стања пута није могуће извршити појачање коловозне конструкције директним наношењем нових слојева.

Делимична реконструкција се спроводи на оним путевима где се одговарајућим испитивањем утврди да је могуће, заменом слојева старе коловозне конструкције (једног или више) новим слојевима бољег квалитета, реализовати конструкцију жељеног квалитета и носивости.

Потпуна реконструкција и прерада коловозне конструкције на постојећем путу уз допунско збијање материјала у постељици и спровођење мера за одводњавање, као и израда потпуно нове конструкције (са или без коришћења материјала из постојеће конструкције) примењује се само у случајевима када није могућа примена неког другог поступка.

Појачање коловозних конструкција са асфалтним засторима

Појачање постојећих коловозних конструкција са асфалтним засторима врши се најчешће слојевима битуменом обавијене ситнежи дебљине 4 до 10 цм (I фаза) и слојевима асфалтног бетона дебљине 3 до 5 цм (II фаза), зависно од општег стања коловозне конструкције, саобраћајног оптерећења и предвиђеног века трајања коловозног застора*).

Појачање коловозних конструкција са засторима од водом везаног макадама

Већина коловозних конструкција класичног типа са застором од водом везаног макадама у нас (Југославија), не поседује тампонски слој, тако да се појачањем решава и проблем заштите конструкције од дејства мраза и воде. Ако је квалитет постојеће коловозне конструкције такав да се иста може искористити, појачање се обавља на тај начин што се додају нови носећи слојеви израђени од механички обрађених или стабилизованих материјала хидрауличним или угљоводоничним везивима. За израду коловозног застора примењују се различити поступци: битуменом пенетрисани или битуменом засути макадами, површинске обраде и лаки асфалтни застори — за путеве намењене лаком и средње тешком саобраћају, односно битуменом обавијене камене ситнежи и асфалтни бетони за коловозне конструкције на путевима за тежак саобраћај.

Ако је квалитет постојеће коловозне конструкције такав да се она не може искористити као део или је начин одводњавања постељица незадовољавајући, примењује се израда нове конструкције уз задржавање постојеће као постељице, односно уз њено уклањање, што се решава на основу детаљних геотехничких испитивања и економско техничке анализе.

Појачање коловозних конструкција са засторима од ситне коцке

При појачању постојећих коловозних конструкција са засторима од ситне камене коцке примењују се у нас

*) З. Јоксић: Осврт на квалитет и стање коловозних конструкција на путевима. „VI Конгрес Југословенског друштва за путеве 1969.". Свецијална публикација.

два поступка, зависно од квалитета, структуре и димензија постојеће коловозне конструкције, односно жељеног ефекта појачања, и то:

— Појачање уз потребно уклањање застора од ситне камене коцке, укључујући и слој песка, и израде новог носећег слоја или коловозног застора према димензијама одређеним на основу геотехничких карактеристика материјала из постојеће коловозне конструкције. Овакав поступак представља делимичну реконструкцију постојећег коловоза, а недостатак му је што ствара знатне сметње саобраћају и изискује знатно веће трошкове у првој фази појачања, али истовремено обезбеђује квалитетније јефтиније дефинитивно решење.

— Појачање преко постојећег коловозног застора од ситне коцке примењује се знатно чешће јер ствара мање сметње саобраћају у време радова, изискује мања улагања у I фази радова, обезбеђује потребну равност и водонепропустљивост коловозног застора.

Минимална дебљина слоја за појачање преко застора коцке усваја се на основу геотехничких испитивања и захтева да се онемогући рефлектовање прслина на месту спојница. Најчешће се примењују слојеви битуменом обавијене камене ситнежи или битуменом обавијеног шљунка дебљине 6 до 10 цм. Минимална дебљина слоја према нашем искуству којом се онемогућава појава рефлектовања прслина је 6 цм.

Ефекат појачања застора слојевима битуменом обавијене камене ситнежи

Ефекат појачања коловозних конструкција флексибилног типа различите структуре слојевима од битуменом обавијене ситнежи различите дебљине испитиван је на неколико путева у експлоатацији, при чему су поједине деонице у току радова обрађене као опитне. На њима су вршена сва теренска и лабораторијска испитивања неопходна за утврђивање стварног квалитета коловозне конструкције и радова на појачању, као и опити носивости. Мерење носивости обављено је на коловозној конструкцији пре радова на појачању, у току радова и у пролетњем периоду сваке године.

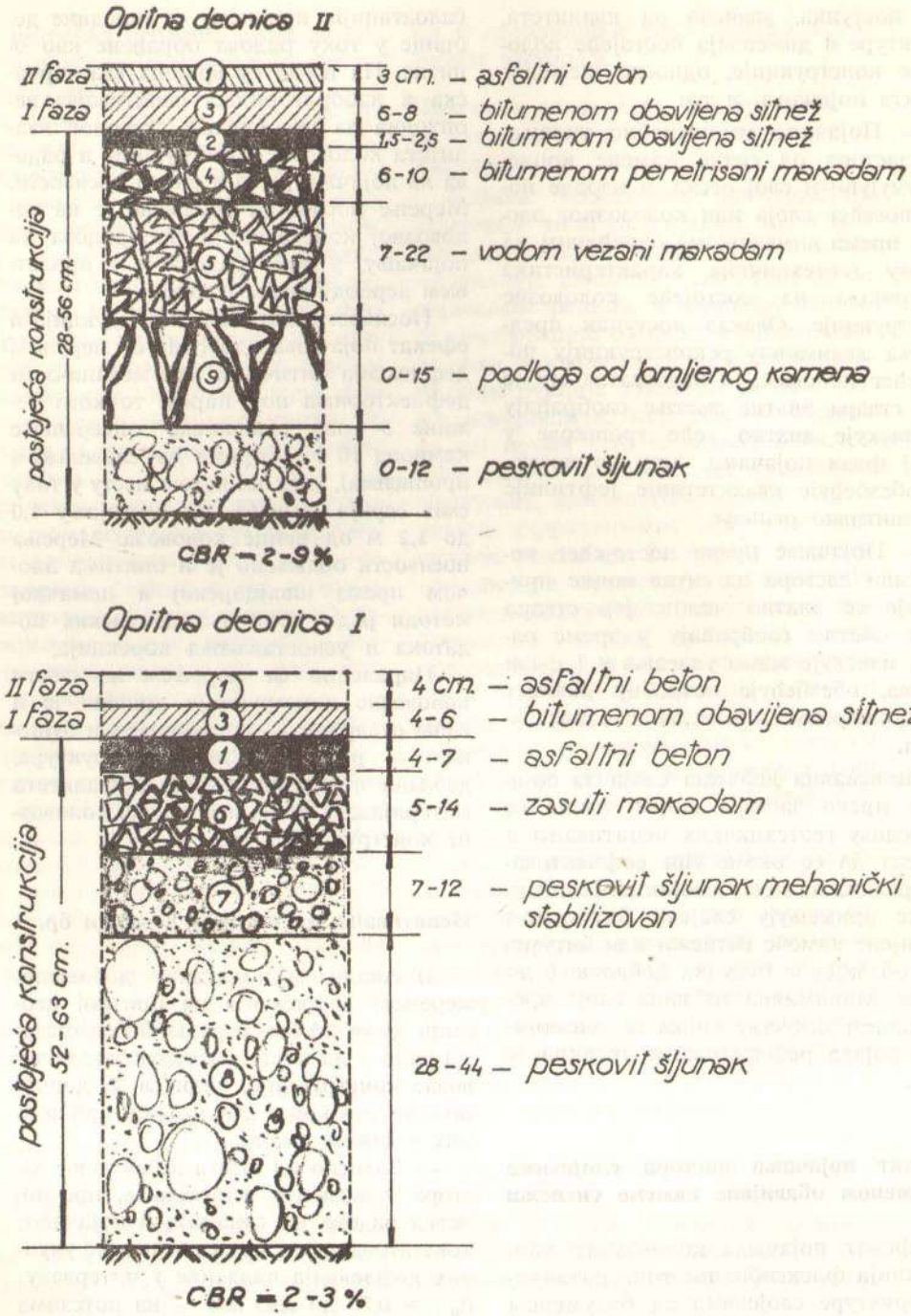
Носивост коловозне конструкције и ефекат појачања одређени су мерењем дефлексија оптичким или механичким дефлекторима под паром точкова тежине 5 тона (осовинско оптерећење камиона 10 т — према југословенским прописима), увек на истом месту у току свих серија мерења. на одстојању 1,0 до 1,2 м од ивице коловоза. Мерења носивости обављено је и опитима плочом према швајцарској и немачкој методи ради добијања допунских података и успостављања корекција.

Паралелно са мерењем носивости коловозне конструкције вршено је и њено отварање — сондирањем и бушењем — ради утврђивања структуре, дебљине појединих слојева и квалитета материјала у њима и у основи коловозне конструкције.

Испитивања на опитној деоници бр. 1

1) Анализом података добивених мерењем дефлексија на опитној деоници дугој 26 км, у различитим фазама радова на појачању структуре коловозне конструкције, види сл. 2, дошли смо до неколико закључака приказаних у даљем тексту.

— Зависно од стања коловозног застора у моменту испитивања, пре почетка радова на санацији и појачању, констатовано је да су се величине укупних дефлексија налазиле у интервалу: d_0 = 0,70 до 2,43 мм — на потезима који се могу означити као лоши (68% од укупног броја места) односно d_0



Сл. 2 — Структура флексибилне коловозне конструкције на опитним деоницама

= 0,53 до 0,65 мм на потезима, који се могу означити као осредњи (12% од укупног броја испитаних места). На преосталим местима која су окарактерисана као добра, вредности дефлексија су d_0 = 0,12 до 0,50 мм.

— Величине дефлексија d_0 измерене пре радова на појачању у неповољном периоду (II серија) веће су за 11% до 31% од дефлексија измерених на истим местима у повољном периоду (IV серија), у оба случаја пре радова на појачању у I фази (види сл. 3.).

— Упоређењем дефлексија у I и II серији уочава се да су дефлексије измерене у неповољном периоду (II серија) на многим местима мање од дефлексија измерених у повољном периоду (I серија), што се објашњава ефектом радова на санацији и припреми коловоза за појачање и чињеницом да период није био најповољнији иако су мерења дефлексија обављена у пролетњем периоду (релативно сув период и ниске температуре при мерењу).

— Величине измерених дефлексија d_0 пре и после радова на појачању налазе се у прилично широком подручју (види сл. 4), а средње вредности пре појачања су 0,40 до 1,70 мм, према 0,40 до 0,85 мм после појачања.

— До сличног закључка се долази ако се упореде подаци о мерењу дефлексија d_0 у V и VI серији, после обављених радова на појачању у I фази, мада су у овом случају разлике знатно мање и не јављају се систематски.

— Процентуално смањење величине дефлексија после појачања у I фази, у односу на дефлексије пре појачања, износи од 54% до 67%, рачунајући са средњим вредностима.

— Ако се претпостави да је величина максималне дозвољене — критичне дефлексије за испитивану коловозну конструкцију мах d_0 = 0,65 мм, са слике 3. се констатује да су вредности дефлексија d_0 мање од критичне, пре појачања, само на 27% од укупног броја испитаних места, а да је после појачања у I фази број таквих места повећан и износи 76% од укупног броја.

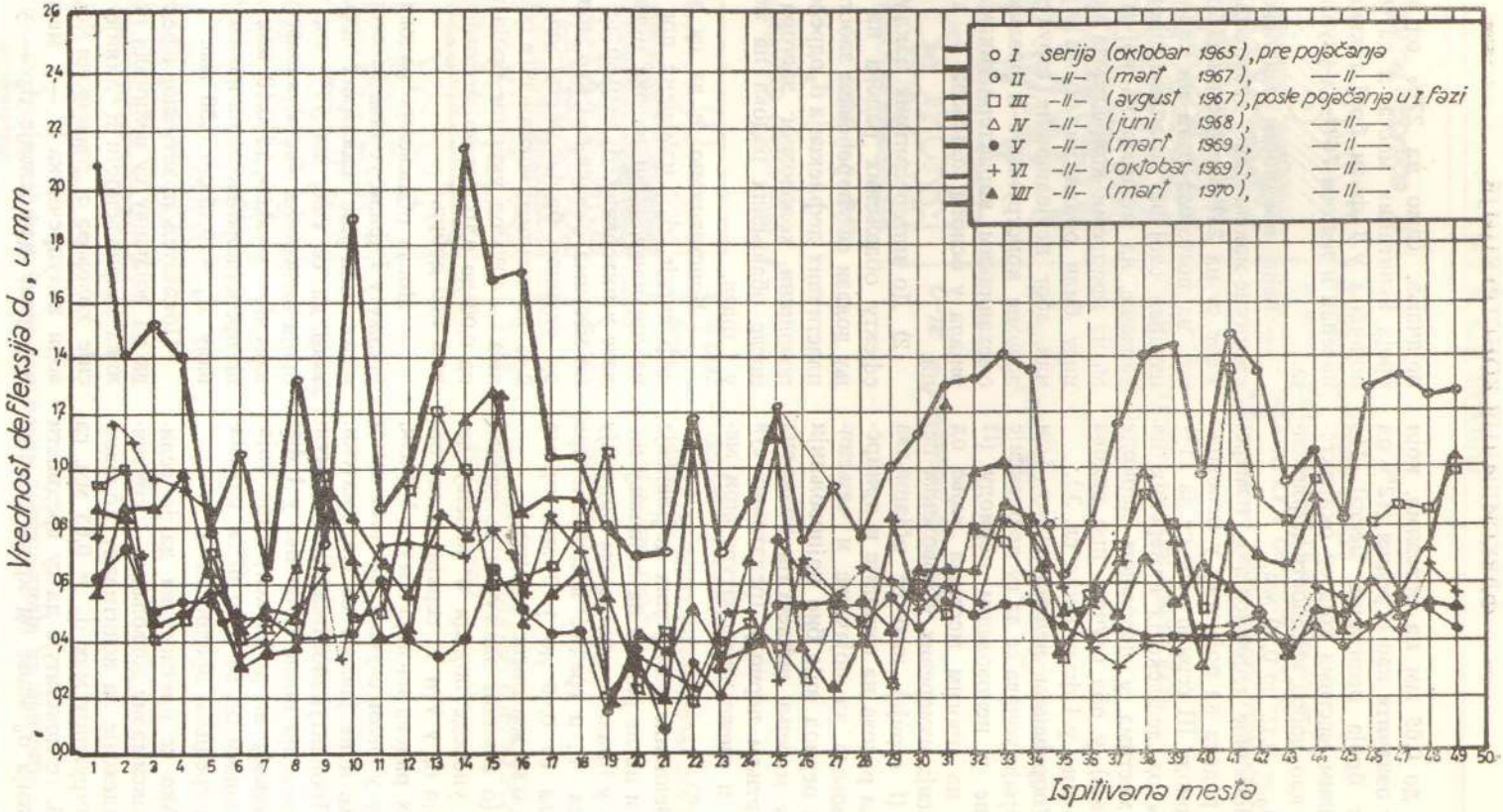
— Веће вредности дефлексија од критичне-максималне дозвољене запажене су на 25% од укупног броја места, на потезима пута на којима није израђен слој за појачање предвиђене дебљине, на местима на којима радови на припреми коловоза за појачање нису били обављени према пројекту, или, због неуједначене структуре коловозне конструкције и разлике у геомеханичким карактеристикама материјала у основи коловоза — постељици.

2) До интересантних закључака о ефекту обављених радова на појачању долази се упоређењем заосталих — пластичних дефлексија d_3 одређених на површини коловозног застора пре и после обављених радова на појачању у I фази.

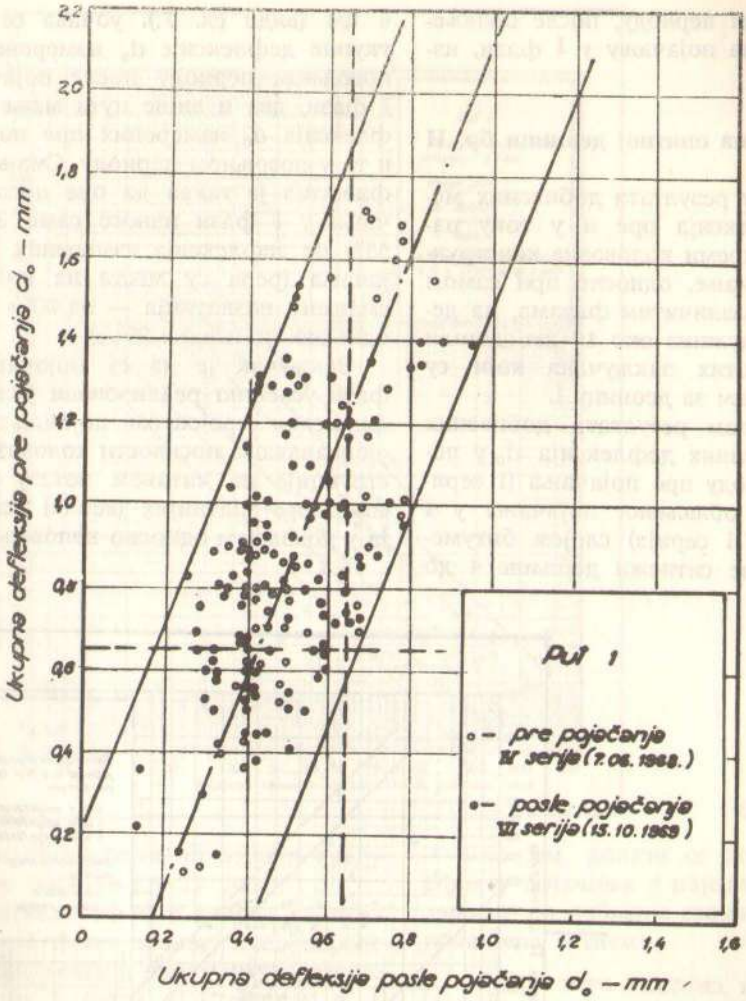
— Констатовано је да су заостале дефлексије d_3 измерене пре радова на појачању, врло високе и да се налазе у интервалу d_3 = 0,50 до 1,50 мм на местима означеним као лоша (25% од укупног броја места) од 0,15 до 0,45 на местима означеним као осредња — 40% од укупног броја места и од 0,00 до 0,10 мм на местима означеним као добра.

— После обављених радова на појачању у I фази уочава се осетно смањење величине заосталих дефлексија, тако да се оне, на 77% од укупног броја испитаних места, налазе у интервалу d_3 = 0,00 до 0,10 мм, а да се на преосталим местима налазе у интервалу d_3 = 0,15 до 0,50 мм.

Показатељ позитивног ефекта радова на појачању су величина полупречника закривљености R линије дефлексије коловоза и производи Rd_3 (производи полупречника R —у метрима — и укупне дефлексије d_0 — у стотим


○ I serija (oktobar 1965), pre pojačanja
○ II -II- (mart 1967), -II-
□ III -II- (avgust 1967), posle pojačanja u I fazi
△ IV -II- (juni 1968), -II-
● V -II- (mart 1969), -II-
+ VI -II- (oktobar 1969), -II-
▲ VII -II- (mart 1970), -II-
Vrednost deflekcija d_o, u mm
Ispitivana mesta

Slika 3



Слика 4

деловима милиметра) измерени пре и после обављених радова, у различитим серијама. Анализом података приказаних на сликама 5. и 6., долази се до следећих закључака:

— Однос средњих вредности производа Rd_0 срачунатих за повољан и неповољан период, пре радова на појачању, је 8.00:5.500, а после радова у I фази је 11.000:7.500 (мх1/100 мм).

— Однос средњих вредности производа Rd_0 пре и после радова на појачању износи 8.000:11.000 (у повољном периоду), односно 5.000:7.500 (у неповољном периоду).

— Однос средњих вредности полупречника закривљености R линије деформација добивених мерењем у повољном периоду, пре и после радова на појачању у I фази, износи 89:240, што значи да је средња вредност полупречника R после појачања, повећана за 2,7 пута.

— Однос средњих вредности полупречника закривљености R у повољном

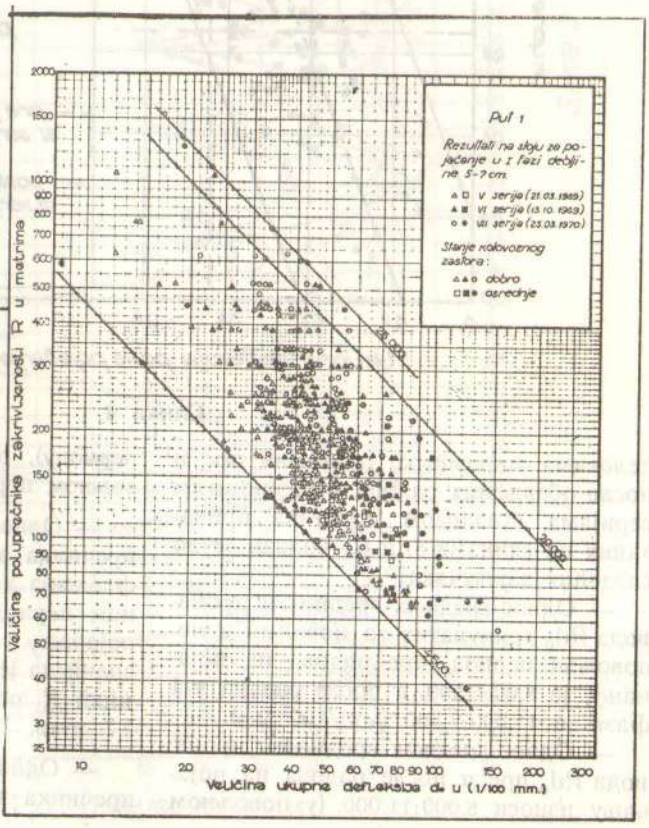
и неповољном периоду, после обављених радова на појачању у I фази, износи 240:150.

Испитивање на опитној деоници бр. II

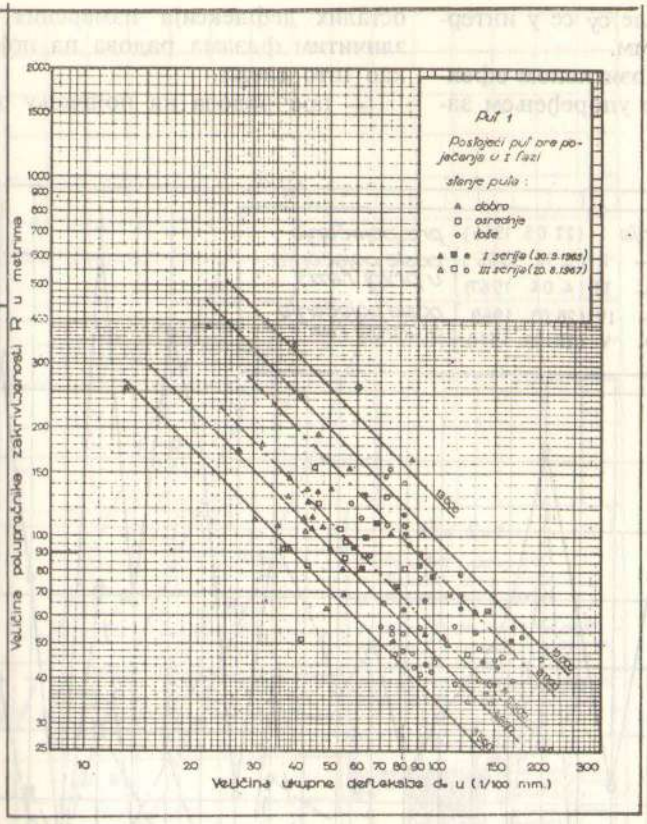
На основу резултата добивених мерењем дефлексија пре и у току радова на припреми коловозне конструкције за појачање, односно при самом појачању у различитим фазама, на деоници пута дужине око 10 км, дошли смо до општих закључака који су слични са оним за деоницу I.

1) Анализом резултата добивених мерењем укупних дефлексија d_0 у повољном периоду пре појачања (I серија) и после обављеног појачања у I фази (II и III серија) слојем битуменом обавијене ситнежи дебљине 4 до 6 цм (види сл. 7.), уочава се да су укупне дефлексије d_0 измерене у неповољном периоду после појачања у I фази, два и више пута мање од дефлексија d_0 измерених пре појачања, и то у повољном периоду. Смањење дефлексија је такво да оне после појачања у I фази износе само 33% до 55% од дефлексија измерених пре појачања (ређа су места на којима су смањења незнатнија — од 60% до 92% односно знатнија : 29%).

Закључак је да су појачања у I фази успешно реализовани услови дефинисани пројектом појачања као : уједначавање носивости коловозне конструкције на читавом потезу уз елиминисање знатнијих (већих) осцилација у повољном односно неповољном пе-



Слика 5



Слика 6

риоду и обезбеђење потребних предуслова за појачања у II фази.

Позитиван ефекат радова на појачању у II фази доказује се упоређењем дефлексија измерених после појачања у I фази (III серија) и II фази (V серија). Дефлексије су после појачања у II фази смањене на свим местима и износе 51% до 76% од дефлексија измерених у I фази (на 52% места од укупног броја места); ређа су незнатнија смањења — дефлексије износе од 80% до 95% од првобитних (на 21% од укупног броја места), односно већа смањења тако да дефлексије износе само 35% до 43% од првобитних.

На основу података приказаних на слици 8. и предпоставке о максималној дозвољеној дефлексији мах d_0 = 0,65 мм, долази се до података о ефекту појачања у појединим фазама, зависно од дебљине слојева битуменом обавијене ситнежи.

— На свим местима пре појачања у I фази добивене су дефлексије d_0 веће од критичне, а појединачне вредности су се налазиле у интервалу d_0 = 0,75 до 1,65 мм (ређе до 2,5 мм).

— После обављених радова на појачању у I фази, дефлексије мање од критичне су измерене на 63% од укупног броја испитаних места, а најчешће добивене појединачне вредности су се налазиле у интервалу d_0 = 0,25 до 0,93 мм (ређе до 1,15 мм).

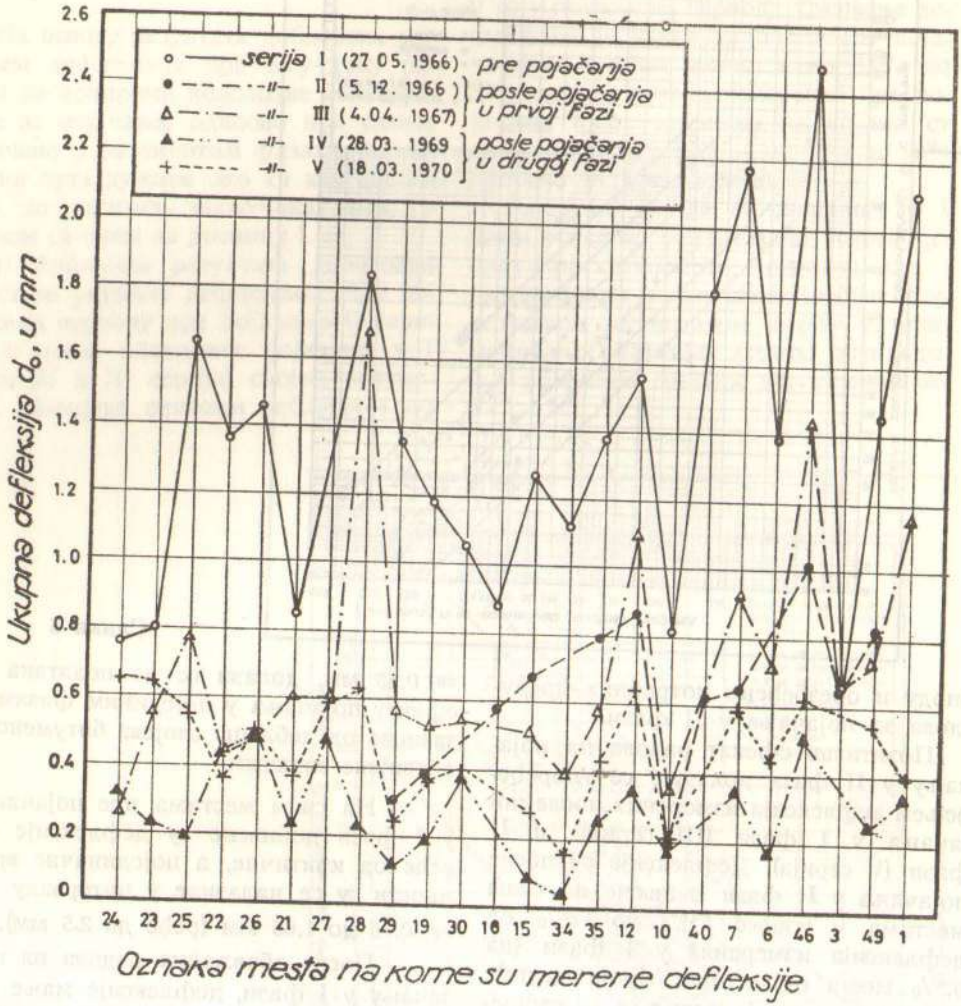
— После обављених радова на појачању у II фази вредности измерених дефлексија на свим местима су мање

од критичне, а налазиле су се у интервалу d_0 = 010 до 0,52 мм.

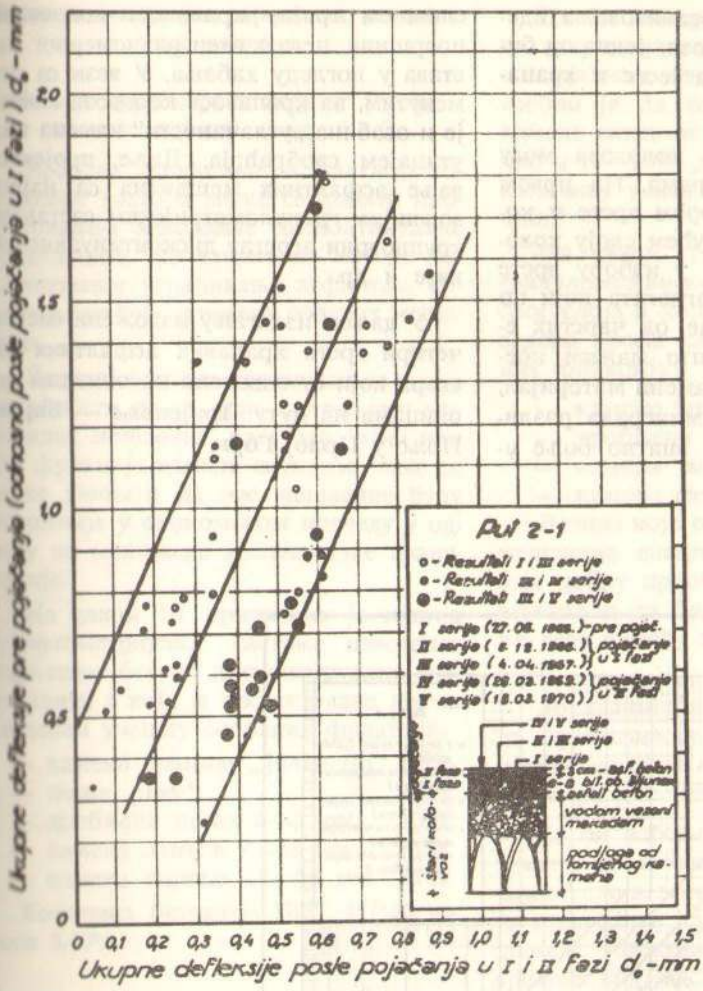
2) До закључка о позитивном ефекту појачања долази се упоређењем заостали дефлексија измерених у различитим фазама радова на појачању као што следи:

— пре радова на појачању заостале дефлексије су се налазиле у интервалу d_3 = 0,10 до 0,35 мм (75% од укупног броја), а ређе су од 0,45 до 0,81 мм;

— после појачања у I фази заостале дефлексије су се налазиле у интервалу d_3 = 0,08 до 0,19 мм (66% од укупног броја), а ређе су веће, од 0,23 до 0,34 мм;



Slika 7



Слика 8

— после појачања у II фази заостале дефлексије d_3 су се налазиле у интервалу $d_0 =$ 0,00 до 0,13 мм (86% од укупног броја) а изузетно су веће, од 0,18 до 0,24 мм.

3) Анализом података добивених мерењем линија дефлексија и срачунавањем полупречника закривљености R линије дефлексија и производа Rd_0 долази се до података о ефекту појачања и о утицају појединих слојева на носивост коловозне конструкције у различитим фазама радова (Сл. 9.).

СИСТЕМ ХРАПАВИХ АСФАЛТНИХ КОЛОВОЗНИХ ЗАСТОРА НА ОПШТИМ ДЕОНИЦАМА У ЦРНОЈ ГОРИ

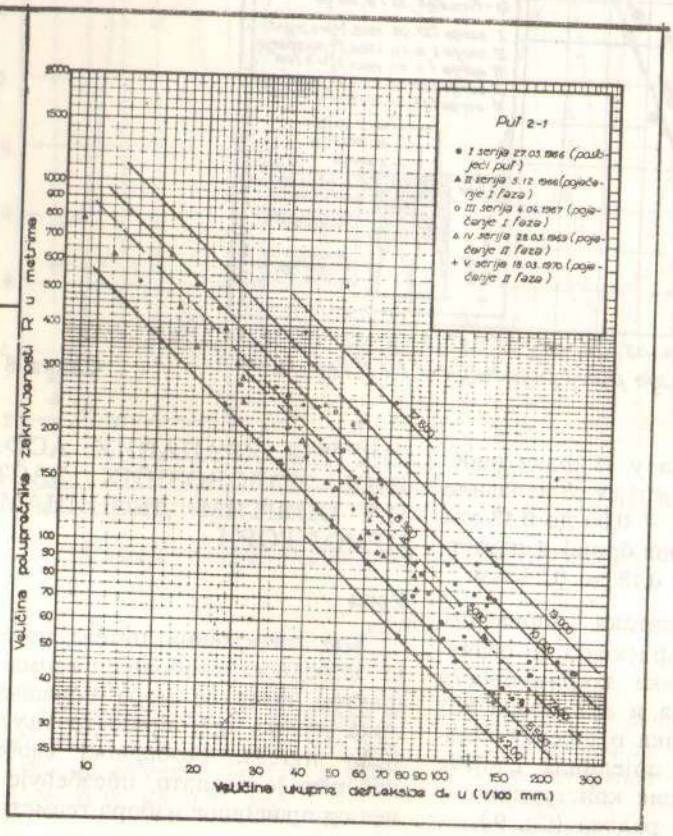
Увод

Код савремених путева несумњиво је безбедност саобраћаја веома битан фактор, коме се мора поклањати велика пажња при пројектовању и грађењу путева. Безбедност саобраћаја, као што је познато, обезбеђује се почев од правилног избора геометријских

облика трасе па до реализовања адекватних особина коловоза. Једна од битних особина коловоза јесте и храпавост њене површине.

Храпаве површине коловоза могу се добити разним мерама. На првом месту правилним избором врсте и количине везива у хабајућем слоју коловозног застора. Затим у избору врсте и квалитета каменог агрегата који по правилу треба да буде од чврстих еруптивних стена са што мањим коефицијентом хабања. Камени материјал, који је састављен од минерала различите отпорности, даје знатно боље услове за трајну храпавост коловозне површине, него камен равномерног састава у погледу хабања. У вези са поменутим, за храпавост коловоза важна је и особина „углачаности" камена под утицајем саобраћаја. Даље, пројектовање асфалтних мешавина са најповољнијим гранулометријским саставом, крупнозрни агрегат дисконтинуалне линије и др.

У даљем излагању изложени систем четири врсте храпавих асфалтних застора који су изведени на опитним деоницама на путу Пријепоље — Бијело Поље у Црној Гори.



Слика 9

Системи изведених храпавих коловозних застора

Систем крупнозрног асфалт бетона дисконтинуалне гранулације

Храпава површина асфалтног коловозног застора може се добити пројектовањем мешавине дисконтинуалне гранулације, јер савремене методе механизованог уграђивања асфалтног бетона омогућују примену оваквих мешавина.

Дисконтинуална гранулација даје могућности да се, при састављању минералне мешавине, изостави једна или две фракције камене ситнежи, чиме се може учинити да ове мешавине буду повољније у економском погледу у односу на мешавине континуалне гранулације.

На слици 10. приказана је линија гранутометријског састава изведеног асфалтног бетона дисконтинуалне гранулације, а која је пројектована према следећем учешћу основних фракција:

— камено брашно „Јелен До" 10%
— песак „Лим" 22%
— дробљени песак 0—3 мм 10%
— камена ситнеж 7—15 мм 25%
— камена ситнеж 15—25 мм 33%

Количина битумена БИТ 45/120 износи 5,40%.

Систем двослојног коловозног застора са специјалним слојем за охрапављење

Двослојни систем асфалтног застора састоји се од првог слоја финог асфалтног бетона и другог специјалног слоја за охрапављење који застору даје храпаву површину.

Први слој у овом двослојном систему има задатак да обезбеди непропустљивост и онемогући продирање воде, а други, специјални слој, даје застору храпаву површину, па се с тога овај слој пројектује употребом каменог агрегата еруптивног порекла.

Да би минерална мешавина могла да испуни захтеве који се постављају специјалном слоју за охрапављење потребно је да се састоји од 85—90% камене ситнежи 15—25 мм (или 12—18 мм) и 10—15% дробљеног песка у коју количину улази и 3—6% каменог брашна.

На слици 11. приказана је линија гранулометријског састава мешавине овог слоја а која је пројектована и изведена према следећем учешћу основних фракција:

— камено брашно 4,0%
— дробљени песак 0—3 мм 10,0%
— камена ситнеж 3—7 мм 6,0%
— камена ситнеж 15—20 мм 80,0%

Везиво које се може применити код мешавина специјалног слоја мора да има добру приоњивост за минерални агрегат и да буде допирано ради боље везе између зрна минералне мешавине.

Досадашња наша искуства показују да приоњивост битумена на већини наших агрегата еруптивног порекла не одговара у потпуности.

Да би побољшали приоњивост битумена за камени агрегат код специјалног слоја за охрапављење потребно је применити специјална средства — допове. Испитивања која су до сада вршена код нас показују да највишу температурну стабилност показују следећи допови:

— Полирам Но 150, производ фирме AUBY — Prochinor, Париз
— Haftimittel F4—HB, производ фирме Goldschmidt, Essen
— „Ромонта" — сирови монтан восак производ фирме Густав Соботка (НДР)

За израду специјалног слоја употребљена количина допа „Ромонте" износила је 0,5% у односу на количину битумена од 4%.

Otvor sita u mm	Prolaz prekrivanje mineralne mešavine kroz sito
0.09	10.70
0.20	21.28
0.63	36.59
2.00	40.06
5.00	42.75
6.30	47.35
12.00	62.80
15.00	73.37
20.00	90.43
25.00	100.00
31.15	
40.00	

Slika 10

Систем асфалт бетона са додатком агрегата кречњачког порекла

Истраживања система храпавих асфалтних застора углавном су оријентисана на остварење асфалтних мешавина које се могу користити са почетном храпавошћу. Међутим, чест је случај да се таква храпавост под дејством саобраћаја за кратко време брзо смањује. Да би се могла гарантовати безбедност саобраћаја, доведена у питање клизавошћу застора, исти се мора кроз извесно време обновити или преврити другим слојем и поред тога штоколовозни застор поседује својства отпорности, која би могла још дуго време да обезбеди његово коришћење.

Код испитивања понашања асфалтних застора пројектованих са употребом само једне врсте стена, примећено је да чак и онда када такве стене имају знатну чврстоћу и ниску вредност хабања, коловозни застор за кратко време постаје клизав мада је у почетку био врло храпав.

Стога су истраживања усмерена на употребу минералних материјала који потичу од две врсте стена чије се чврстоће и хабање прилично разликују. Брже хабање мекших камених материјала, у односу на елементе са већом издржљивошћу, даје могућност да се оствари трајнија храпавост површине коловозног застора.

Примена камене ситнежи различите чврстоће заснована је на томе што се мање чврста зрна, која штрче из површине асфалтног застора, хабају брже од чврстих стена, па се због тога убрзо после почетка експлоатације на застору образују мала удубљења на месту измрвљених зрна и узвишења на месту чврстих стена.

На опитним деоницама изведен је описани систем храпавог застора а примењена је следећа мешавина:

— камено брашно од кречњака „Јелен До" 10%
— песак „Морача" 10%
— еруптивна камена ситнеж „Рами Лом" 0—3 30%
— камена ситнеж — кречњак „Јелен До" 3—7 мм 15%
— еруптивна камена ситнеж „Рами Лом" 7—15 мм 35%

Количина битумена БИТ 45/120 за наведену минералну мешавину износи 5,20%.

Пројектована мешавина показала је изванредне резултате у погледу постигнуте храпавости застора, па ће због тога, овај систем бити примењен и на континенталном делу Јадранске магистрале Иванград — Рожај. Услед промењених изворишта камених материјала ова минерална мешавина има следећи састав:

— камено брашно „Јелен До" 9%
— песак „Лим" 5%
— еруптивна камена ситнеж „Шумник" 0—3 мм 25%
— камена ситнеж — кречњак „Јелен До" 3—7 мм 16%
— еруптивна камена ситнеж „Шумник" 7—15 мм 35%
— камена еруптивна ситнеж „Шумник" 15—20 цм 10%

Количина битумена БИТ 45/120 износи 5,40%.

Систем крупнозрног асфалтног бетона специјалне скелетне структуре

Храпави асфалтни коловозни застори специјалне скелетне структуре су они код којих крупна минерална зрна при довољној збијености образују просторни скелет, то јест зрна једна с другим остварују контакт непосредно а не преко прослојка пластичне асфалтне масе образоване мешавином каменог брашна и битумена.

Otvor sita u mm	Prolaz prosijavanje mineralne mešavine kroz sito
0.09	5.13
0.20	6.67
0.63	8.64
2.00	12.23
5.00	18.89
6.30	21.47
12.00	24.00
15.00	35.44
20.00	76.80
25.00	100.00
31.00	
40.00	

Slika 11

Површина пластичног асфалт бетона је по правилу увек клизава, јер су минерална зрна у потпуности утопљена у битуменски малтер, па гуме аутомобилских точкова не долазе у додир са зрнима каменог агрегата, већ са клизавом везивном материјом. Чак и ако део минералних зрна у почетку штрчи над површином застора, та зрна ће у току експлоатације, под дејством точкова возила бити утиснута у пластичну асфалтну масу.

Код асфалтног бетона специјалне скелетне структуре није могуће утискивање зрна која штрче, јер се у овом случају одупире скелет каменог агрегата који се практично не деформише под утицајем саобраћаја. Услед тога се зрна која штрче над површином застора могу само хабати али се не могу утискивати у слој асфалтног бетона.

Искуства створена у Лабораторији за путеве Грађевинског факултета у Београду показују да асфалт бетон скелетне структуре поседује веома велику отпорност на смицање и гарантује одсуство пластичних деформација при оптерећењу од возила.

Поред повећања отпорности на смицање застори скелетне структуре поседују, услед смањене концентрације битуменског малтера, и приличну храпавост.

Опитна деоница изведена је према следећој пројектованој мешавини:

— камено брашно „Јелен До"	6%
— песак „Дунавац"	8%
— еруптивна камена ситнеж „Рами Лом" 0—3 мм	30%
— еруптивна камена ситнеж „Рами Лом" 3—7 мм	5%
— еруптивна камена ситнеж „Рами Лом" 7—15 мм	51%

Колична битумена БИТ 45/120, за пројектовану минералну мешавину, износи 5,25%.

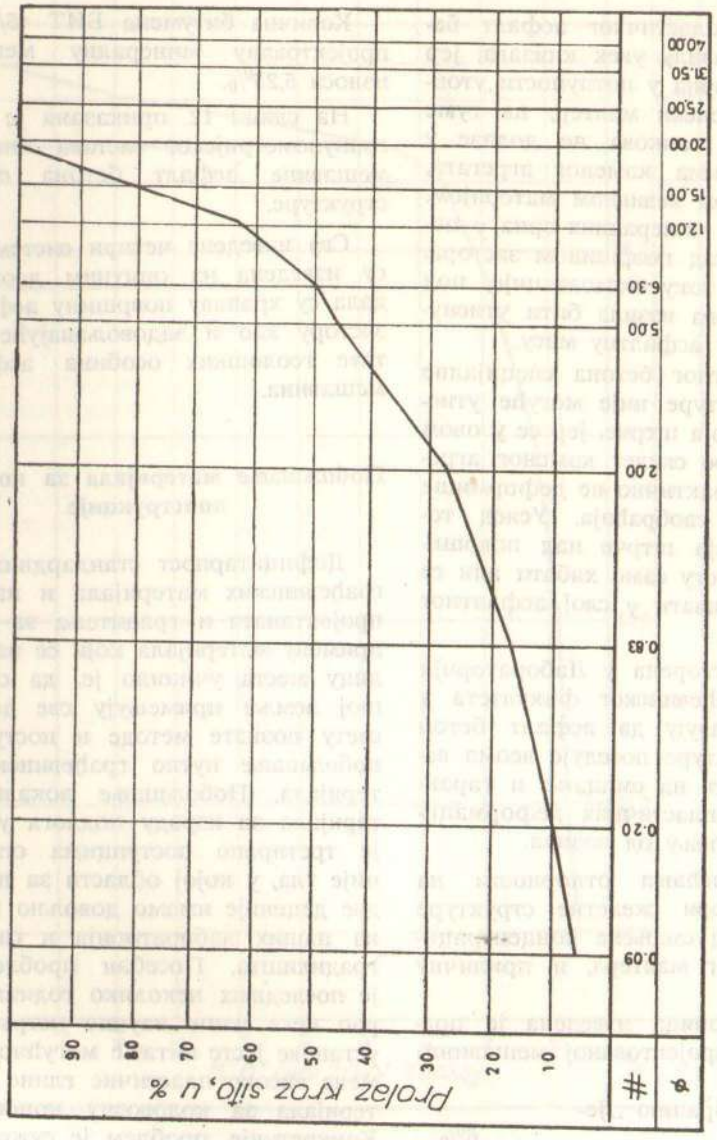
На слици 12. приказана је линија гранулометријског састава минералне мешавине асфалт бетона скелетне структуре.

Сва наведена четири система, која су изведена на опитним деоницама, дала су храпаву површину асфалтном застору као и задовољавајуће резултате геолошких особина асфалтних мешавина.

Побољшање материјала за коловозне конструкције

Дефицитарност стандардних путно грађевинских материјала и настојање пројектаната и градитеља за широку примену материјала који се налазе на лицу места учинило је, да се у нашој земљи примењују све досада у свету познате методе и поступци за побољшање путно грађевинског материјала. Побољшање локалних материјала за израду подлога углавном је третирано поступцима стабилизације тла, у којој области за последње две деценије имамо довољно искуства из наших лабораторија и са наших градилишта. Посебан проблем који је последњих неколико година окупирао неке наше научно истраживачке установе јесте питање могућности примене високо пластичне глине као материјала за коловозну конструкцију. Конкретније, проблем је сужен и сведен на испитивање могућности стабилизовања високопластичних глина код којих је IP $>$ 27% и које, према досада важећим стандардима, нису погодне за стабилизацију кречом нити комбинацијом креча и неког другог стабилизатора.

Дејство хидратисаног и негашеног креча испитано је на терену и у лабо-



Slika 12

Otvor sita u mm	Prolaz prograjenih mineralnih mešavina kroz sito
0.09	5.82
0.20	9.95
0.63	17.20
2.00	27.82
5.00	45.93
6.30	49.12
12.00	63.27
15.00	80.83
20.00	100.00
25.00	
31.50	
40.00	

раторији у преко две хиљаде узорака два типа високопластичне глине које уствари репрезентују тло шумадијске зоне (Србија). Анализом резултата може се закључити следеће:

— Високо пластичне глине, које су врло распрострањене у нашој земљи могу се побољшати са 3—5% креча до те мере да им се пластичне особине доведу у подручје погодно за стабилизацију другим средствима, јер се индекс пластичности смањује испод 27%, а то је, према светским стандардима горња граница до које се данас може ићи с обзиром на механизацију којом се данас располаже.

— Карактеристике носивости се, такође, побољшавају у сваком погледу, што треба имати у виду при радовима где је потребно повећати носивост подлоге на којој се темеље било какве грађевинске конструкције.

— Чврстоћа на притисак се такође повећава како додавањем креча тако и са временом неговања.

— У погледу деформабилних карактеристика мешавине са 3—5% хидратисаног креча нису задовољиле услове за путне подлоге. Међутим, и овако мали модули деформације задовољавају услове за побољшано тло и за друге врсте радова у грађевинарству.

— Велики недостатак мешавине високопластичних глина с кречом је врло мала отпорност на утицај мраза. Услед тога оне се не могу применити тамо где се очекује опасност од мраза.

— Хидратисани креч је веома погодан за стварање услова за рад у врло влажним високопластичним глинама, јер знатно смањује влажност и не допушта поново расквашавање услед хемијске реакције активног CaO са водом.

— Негашени креч веома позитивно утиче на брзо смањење влажности тла, што има велики практични значај за грађење путева у расквашеном тлу и влажном времену.

— Негашени креч у мешавини с високопластичном глином у добро сабијеном стању има добру носивост, али под утицајем воде и мраза носивост се нагло смањује. Због тога се овакве мешавине могу користити за изградњу саобраћајница кратког века трајања, за омогућавање проходности или пак, као предрадња другој врсти стабилизације.

У циљу побољшања механичко-физичких карактеристика високопластичних глина стабилизованих кречом, а нарочито у погледу промена које треба да повећају отпорност на утицај мраза, чврстоћу и деформабилне карактеристике, извршена су испитивања мешавина глина, креча и других додатних материјала и то:

— глина + хидратисани креч + водено стакло (Na_2SiO_8)

— глина + хидратисани креч + лебдећи пепео.

Мешавинама са 3,4 и 5% хидратисаног креча додат је раствор воденог стакла (1 : 8) при оптималној влажности. Од тако припремљених мешавина израђена су пробна тела за испитивање чврстоће на притисак. Резултати испитивања показали су знатан пораст чврстоће у односу на мешавину у којој није било воденог стакла. Са 3% хидратисаног креча и воденим стаклом пробна тела високопластичне глине после смрзавања распадала су се после 4 циклуса мржњења и крављења. Међутим, мешавине глине, 4—5% хидратисаног креча и раствора воденог стакла указују да су ове мешавине отпорне на дејство мраза и да се могу применити за израду доње подлоге путева, јер им је чврстоћа на притисак у границама захтеваних критеријума.

За мешавину другог типа, високопластична глина + хидратисани креч + лебдећи пепео коришћен је леб-

дећи пепео из термоелектране „Колубара" (код Београда), чији је хемијски састав следећи:

— Влага на 98° Ц	0,19%
— Угљендиоксид CO_2	0,05%
— Хидратна вода H_2O	1,08%
— Растворљив силицијумдиоксид SiO_2	36,11%
— Нерастворљиви остатак	32,90%
— Алуминиум триоксид Al_2O_3	14,50%
— Фериоксид Fe_2O_3	7,00%
— Калцијумоксид CaO	4,20%
— Магнезијумоксид MgO	1,81%
— Сулфати SO_3	0,43%
— Алкалије — $Na_2O + K_2O$ обрачунато на Na_2O	0,77%
— Угљеник C	0,70%
— Сумпор — S	026%

За мешавину: глине, 4% хидратисаног креча и 15% лебдећег пепела добијене су оптималне карактеристике сабијања по модифицираном поступку AASHO. Оптимална влажност је W = 14% а максимална запреминска тежина у сувом стању 1,70 гр/см³.

Мешавине: глина, хидратисани креч и лебдећи пепео састављене су тако што је узето 4 и 5% хидратисаног креча а проценат пепела је зависан од процента креча. Проценат пепела додаван је мешавинама у односу 1 : 2, 1 : 3 и 1 : 5 у односу на проценат креча. Најповољнији резултати у погледу чврстоће на притисак постигнути су са односом креча и пепела 1 : 3. У целини све ове мешавине су отпорне на воду, што је веома важан чинилац за практичну примену.

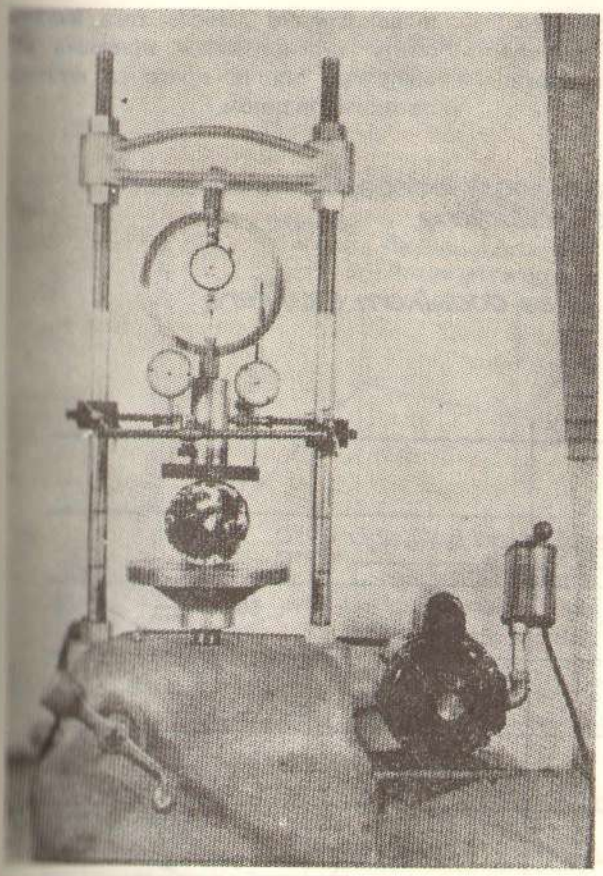
Испитивања су такође показала да мешавине хидратисани креч + лебдећи пепео опште узев нису довољно отпорне на дејство мраза а нарочито мешавине са додатком 5% хиратисаног креча. Међутим, мешавине израђене са 4% хидратисаног креча и креч-пепео у размери 1 : 3 и 1 : 5 дале су задовољавајуће резултате у погледу отпорности на дејство мраза, тако да долазе у обзир за практичну примену, поготову у реонима где има термоелектрана.

Искуства у примени бразилијанске методе за одређивање деформационих карактеристика обавијених агрегата

Основни недостатак Маршалове, Хвимове, Дириеове и Х. Филдове методе за испитивање физичко механичких карактеристика асфалтних мешавина лежи у томе, што узорци морају да буду тачно одређене висине. Корелациони фактор којим се врши свођење висине израђених узорака у односу на стандардну висину, нису јасно дефинисани самим опитом. Код испитивања једноаксијалне чврстоће, као што је то случај код Дириеовог и других опита, узорци морају да имају савршене паралелне површине у циљу што бољег налегања на плочу пресе за испитивање. Надаље, однос пречника узорка према висини, мада је планирано да се избегне утицај трења пресе за испитивање, ипак је доста велики.

Висине узорака су готово код свих метода веће од дебљине појединих слојева у коловозу, тако да је некорисно узимање узорака директно из коловоза и њихово испитивање у лабораторији. Подсетимо се да су те висине код узорака за триаксијална испитивања 20 цм код Смитовог опита, 20—40 цм код Нијбоеровог опита и 20—30 цм код Канзасових опита, док је максимална дебљина до сада изведених слојева највећа 10 цм, а у последње време изводе се слојеви и већих дебљина.

Истражујући једну погодну методу која не би имала напред изнете недостатке, дошло се до закључка да је најбоља бразилијанска метода.



Слика 13

По овом принципу уочено је да је бразилијански опит од теоријског и практичног интереса и то из неколико разлога:

— Цилиндрични облик епрувете је интересантан у том смислу, што се из застора може узети узорак одређеног пречника без већих тешкоћа,

— Применом оптерећења на цилиндричној површини епрувете практично није потребно да узорци буду са савршено равним паралелним површинама какве су потребне при испитивању једноаксијалне чврстоће,

Како лом настаје у унутрашњости материјала, то резултат опита не зависи од стања на површини узорка, а такође разни узроци, који утичу на стање површине узорка (микро пукотине и мала оштећења), много не утичу на резултат,

— Опит дијаметралне компресије са одређеном брзином деформације, изведен у прецизним експерименталним условима, даје отпорност на истезање епрувете, док пак лом настаје под дејством нормалних сила истезања између којих се налази епрувета.

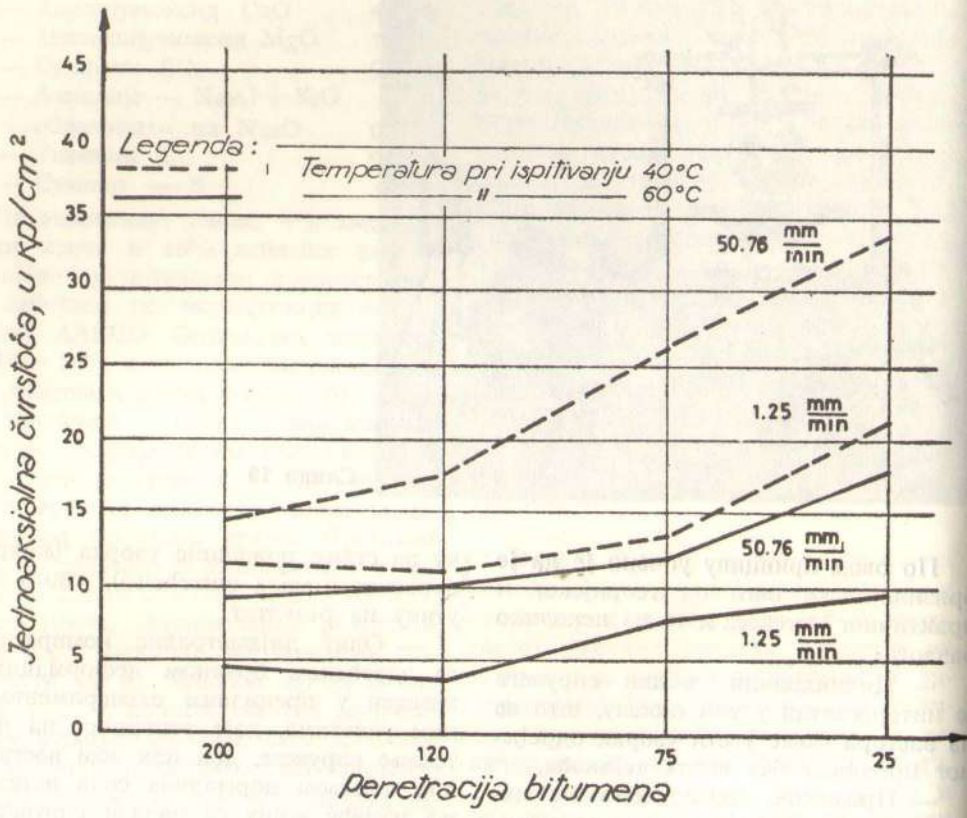
Лабораторијски опити, извршени у Институту у Београду, на материјалима обавијеним битуменом потврдили су могућност примене опита лома дијаметралног притиска са брзином деформације од око 0,5 — 0,3 мм/сец.

Начин рада састоји се у следећем:

— епрувета се доведе до жељене тем-

пературе иакон вишечасовног неговања у термостату,

— епрувета се извади из термостата и непосредно после тога излаж опиту дијаметралног притиска и међу две плоче пресе са контр лисаном брзином.

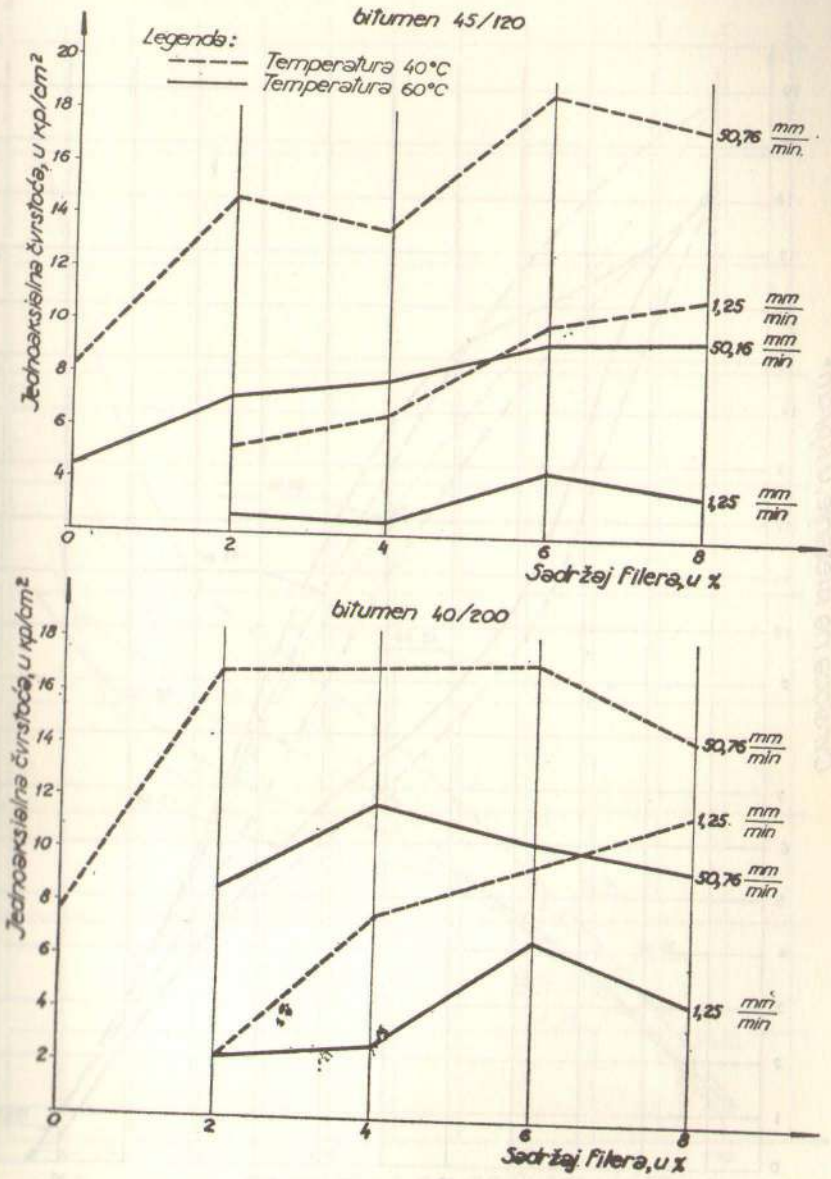


Слика 14

Из овог опита чита се вредност максималног оптерећења на епрувети у моменту лома, као и вредност дијаметралне деформације узорка у моменту кад се постигне оптерећење при лому, ова деформација се мери по моћу компаратера.

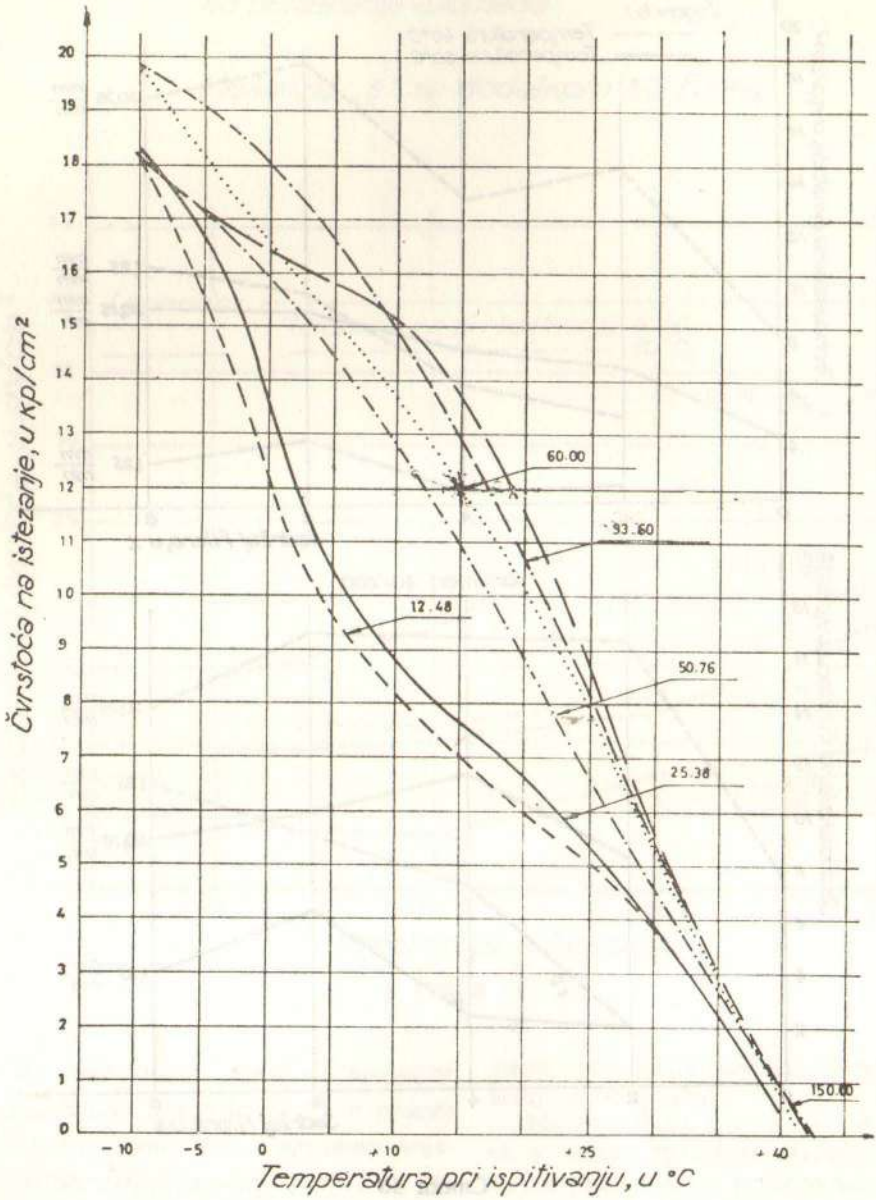
На слици 13. приказана је епрувета у положају дијаметралног притиска са уређајем за регистровање оптерећења и деформације.

Dijagram zavisnosti jednoaksialne čvrstoće od sadržaja filera



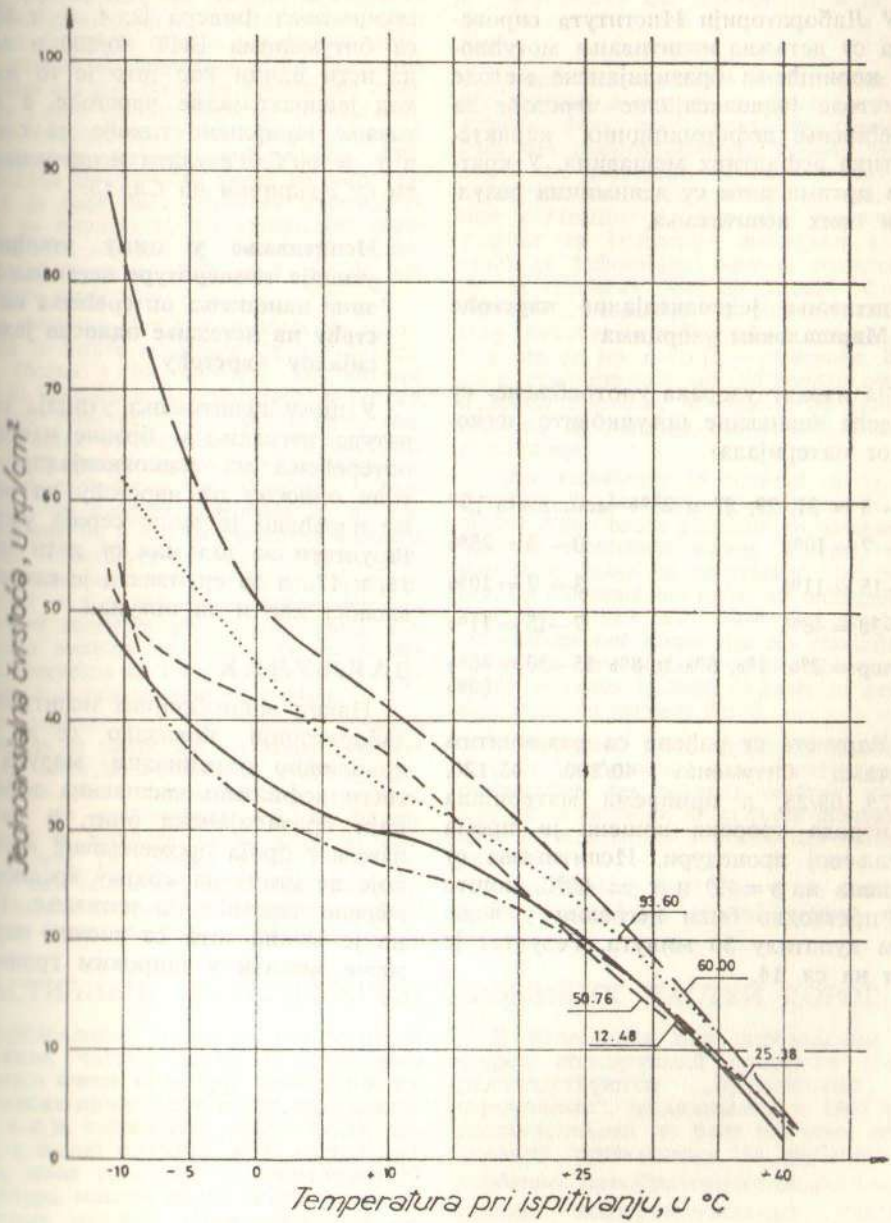
Слика 15

Dijagram zavisnosti čvrstoće na istezanje od temperature negovanja — šljunak



Slika 17

Dijagram zavisnosti jednoaksialne čvrstoće od temperature negovanja — šljunak



Slika 16

Испитивања у циљу утврђивања зависности између напрезања на истезање према бразилијанској методи у односу на поједине компоненте

У Лабораторији Института спроведена су детаљна испитивања могућности коришћења бразилијанске методе и методе једноаксијалне чврстоће за одређивање деформационих карактеристика асфалтних мешавина. У кратким цртама дати су делимични резултати ових испитивања.

Испитивање једноаксијалне чврстоће на Маршаловим узорцима

За израду узорака употребљене- су следеће мешавине шљунковито песковитог материјала:

0— 3 = 31, 29, 27 и 25% мешавина „5"	
3— 7 = 10%	0— 3 = 25%
7—15 = 11%	3— 7 = 10%
15—30 = 46%	7—15 = 11%
филер = 2%, 4%, 6% и 8%	15—30 = 46%
	100%

Епрувете су рађене са различитим врстама битумена: 40/200, 45/120, 50/75, 65/25, а припрема материјала и израда узорака вршена је према устаљеној процедури. Испитивања су вршена на $t = 40^0$ и $t = 60^0C$, пошто су претходно били неговани у воденом купатилу 30 минута. Резултат је дат на сл. 14.

Испитивање чврстоће на истезање према бразилијанској методи на узорцима припремљеним по Маршаловој методи

Узорци су рађени са различитим процентима филера (2, 4, 6. и 8%) и са битуменима БИТ 40/200 и 45/120 на исти начин као што је то изнето код једноаксијалне чврстоће, а испитивање је вршено такође на $t = 40^0C$ и $t = 60^0C$. Резулати испитивања дати су графички на Сл. 15.

Испитивање у циљу утврђивања утицаја температуре неговања и брзине наношења оптерећења на чврстоћу на истезање односно једноаксијалну чврстоћу

У циљу испитивања утицаја температуре неговања и брзине наношења оптерећења на једноаксијалну чврстоћу односно на чврстоћу на истезање израђено је више серија узорака. Резултати за шљунак су дати на Сл. 16. и 17., а за еруптивац је слична зависност као и за шљунак.

ЗАКЉУЧАК

Након многобројних испитивања у лабораторији показало се да је за приближно одређивање модула крутости асфалтних мешавина најпогоднији бразилијански опит, и то због извесног броја променљивих величина које не утичу на крајњу вредност измерене чврстоће на изтезање. Посебно је важно што се висина епрувете може мењати у широким границама.

CONSTRUCTION FLEXIBILES DE CHAUSSEE

Le mesurage des constructions de chaussée en Yougoslavie. pose de grands problèmes en raison d'un haut accroissement du trafic, c'est à dire de l'accroit de nombre d'automobiles, d'une année à l'autre, d'un côté, et de l'autre côté, il y a dans la structure actuelle un important afflut de lourds véhicules qui aux certaines sections de route monte à 50% du nombre total de véhicules.

En Yougoslavie, le mesurage des constructions de chaussée se fait selon „PRIVREMENA UPUTSTVA" parus en 1968, établis à la base des recherches scientifiques faites en étranger et des expériences acquises sur des sections de route expérimentales WAXHO et AASHO, ainsi que de nos modestes expéiences.

Le mesurage des constructions de chaussée de la future autoroute Zenica — Sarajevo (Bosna i Hercegovina) est effectué dans le laboratoire de Preduzeće za puteve, Sarajevo (Enterprise de constructions routières), après un examen détaillé du trafic perspectif, tenant compte de la structure, poids et exploitation de véhicules. A l'application de diverses méthodes et de nos expériences, on a fait de nombreux examens sur des échantillons du matériel. Il est prévu de remplacer ou d'eméliorer le matériel CBR = 2 et 3% afin d'obtenir des constructions routières plus économiques. Sur certaines sections de route, la scorie des hauts fourneaux de l'Acierie Zenica sera appliquée à la construction de chassée.

Le renforcement des routes actuelles (modernes et classiques) en Yougoslavie est exécuté selon la méthode de mesurage des deflexions qui a donné de bons résultats. Matériel de renforcement est en bitume couvrant la houillede pierre dont les couches varient. Le rapport représente les résultats des recherches faites par L'Institut de recherche du matériel, Belgrade, sur deux sections d'essai en Serbie (longueur 26 km et 10 km). De l'analyse de mesurage des deflexions, faite aux différentes phases de travail, on a tiré des conclusions générales et particulières qui attribuéront à la qualité du renforcement des routes dans notre pays.

L'étude des mesures à prendre pour rendre rugeuse la surface de chessée est très actuelle dans notre pays, en particulier dans des régions alpestres, comme Monténégro etc. Entreprise de constructions routières (Preduzeće za puteve) en collaboration à l'Institut de recherche du matériel (Institut za ispitivanje materijala) à Belgrade et Laboratoire pour la construction de la chaussée de la Faculté d'architecture (Laboratorija za puteve Građevinskog Fakulteta) à Belgrad, a exécuté, sur la route de Bijelo Polje — Prijepolje, la section expérimentale aux différentes couches d'asphalt rugeuses, et obtenu de meilleurs résultats du mélange des pierres éruptives et calcaires.

Afin d'améliorer le matériel de la construction de la chaussée et du corps rouargiles d'une baute plasticité en ajoutant de diverses matériaux (chaux hydraté, verre soluble et sable en suspension). Les résultier, on a soumis aux essais les mélanges des tats des essais faits sur de nombreux échantillons ont donné des rés résultats satisfaisants en particulier le mélange de: argile + chaux hydraté + sable en suspension dans un rapport défini.

L'application de la méthode brasilienne dans la determination des caractéristiqes de déformation des agregats revêtus, c'est à dire de la méthode de la force monoaxiale, dans le laboratoire a donné des réssultats positifs.

Cette matière fait l'objet d'une étude détaillée, le présent résumé n'étant qu'un extrait.

ЭЛАСТИЧНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПРОЕЗЖИХ ЧАСТЕЙ ДОРОГ

Определение размеров конструкций проезжих частей дорог в Югославии является очень большой проблемой из-за резких прижков в росте автодвижений, т. е. в. ежегодном росте числа машин, с одной стороны, и, с другой стороны, из-за того, что в существующей структуре машин подавляющоее участие грузовых машин, достигающее на некоторых дорогах и до 50% общего числа машин.

В Югославии при определении размюров конструкций проезжих частей руководствуются „Временными инструкциями", выданныеми в 1968 году, составленными на базе научных исследований проводимых за рубежом, и, особенно, приобратенного опыта эксплуатации экспериментальных участков „WAXHO" и AASHO" и нашего скромного опыта.

Определение размеров проезжих частей будущей автодороги Зеница — Сарајево (С. Р. Босния и Герцеговина), произведено в лаборатории Дорожного предприятия в Сараеве на базе детального изучения сообщения в перспективе с учетом структуры, веса и используемости средств сообщения. Пользовались при этом разными известными методами и собственным опытом, при чем выполнены и многочисленные испытания образцов материала. Предусмотренно весь материал ЦРБ = 2 и 3% заменить за другой или улучшить с целью получения возможно экономичной конструкции проезжей части дорог. На некоторых участках намечено использовать в постройке проезжей части шлак доменных печей Меткомбината Зеница.

Усиление существующих проезжих частей (современных и классических) в Югославии, главным образом, осуществляется методом замера дефлексий, показавшего хорошие результаты. Материал, используемый для усиления — битумом обвитый щебень, а слои разной толщины. В докладе рассмотрены результаты исследований, проведенных на Институте по исследованию материалов в Белграде, на доух опытных участках в С. Р. Сербии (длиной в 26 и 10 км.)

На базе анализа замера дефлексий в различных фазах эксплуатации, сделаны очень полезные общие и отдельные выводы, которые обеспечат выполнение качественного усиления проезжих частей дорог нашей страны.

Изучение мер по выполнению шероховатой поверхности в нашей стране очень актуально, особенно в горных районах, как-то Черногория и пр. Предприятие по дорогам в сотрудничестве с Институтом по испытанию материала в Белграде и Лабораторией по дорогам Строительного факультета в Белграде построили експериментальный участок на дороге Биело Поле — Приеполе с асфальтным покрытием различной шероховатости. В докладе рассматриваются и обсуждаются четыре вида асфальтных покрытий различных видов, при чем лучшие результаты показал смешанный каменный заполнитель из изверженных и известковых пород.

Для улучшения материала для постройки проезжих частей дорог, а также для полотна дорог испытаниям подвергнуты смеси разных видов высокопластичных глин, к которым добавлены разные материалы (пушонка (гашенная известь), жидкое стекло и летучая зола). Результаты испытаний проведенных на большом числе образцов, особенно смеси: глина + пушонка + летучая зола в соответствующем соотношении.

Опыт применения бразилийского метода определения деформационных характеристик обвитых заполнителей, т. е. метода одноаксиального усилия, приобретенный Лабораторией, дел хорошие результаты. Вышеизложенное является предметом комплектной научной работы, а настоящий обзор представляет собой только короткий вывод.

FLEXIBLE CARRIAGEWAY CONSTRUCTIONS

Determination of carriageway constrction dimensions is a difficult problem in Yugoslavia, because of the traffic high jump increase, respectively year by year increase of the number of vehicles on the one hand, and on the other hand because of numerous heavy vehicles in traffic, on some roads there are 50% of them out of total number of vehicles in traffic on those roads.

For the determination of carriageway construction dimensions the „Temporary Instructions", published in 1968, are applied, elaborated en the basis of: scientific researches abroad, particularly on achieved experiences on experimental sections WAXHO i AASHO and our humble experiences.

The determination of carriageway construction dimensions on the future highway Zenica — Sarajevo have been executed at the Road Enterprise Laboratory in Sarajevo, on the basis of research study work on perspective traffic, including structure, weight and utilization of the vehicles. Various known methods and our experience have

been applied, too, and the sample material testing have been done as well.

In order to get better and more economical carriageway constructions it the been predicted to change all material which has CBR = 2 and 3%. Also, the slag, out of the furnaces in the „Čeličana" — Zenica, shall be used in carriageway construction on some sections.

Reinforcement of the existing carriageways (modern and classical) in Yugoslavia, has been done in accordance with the deflection measurement method with the success. Reinforcement material consists of coated stone-odds and ends with bitumen, and layers are of different thicknesses. This article displays results of the research that have been done in the Testing Material Institute in Beograd on two test-sections in Serbia (length — 26 and 10 km). On the basis of the deflection measurement analysis in various stage-works, very useful general and separate resolutions have been brought, and shall enable qualitative carriageway reinforcement of the roads in our country.

The study of the ways of corse surfacing has been very actual in Yugoslavia, specially in mountain regions, for instance in Montenegro, atc. The Road Enterprise in the collaboration with the Testing Material Institute in Beograd the Road Laboratory at the Civil Engineering Faculty in Beograd, have executed the experimental section on the road Bijelo Polje — Prijepolje with various types of the coarse asphalt surfacing. Four types of coarse asphalt surfacing are displayed and analysed, and the most favourable results have been attained by using stone aggregate mixture of eruptive stones and limestones.

Also, the high-plastic clay testing and testing of some other materials (hydrated lime, water glass and fly ash) have been done, on account of the improvement of carriageway construction material, as well as road body material. The testing has been done of numerous samples, and the most satisfactory obtained results are out of the mixture: clay + hydrated lime + fly ash, in determined relation.

The application of the Brazilian method for determination of the characteristic deformation of coated aggregates, respectively the mono-axial force method, in the Laboratory, have given positive results. This matter have been elaborated in a complete study and this article represents only ist chort abstract.

FLEXIBILE FAHRWEGKONSTRUKTIONEN

Die Dimensionierung von Fahrwegkonstruktionen stellt in Jugoslawien wegen starken-springhaften Wuchs des Verkehrs bzw. der Fahrzeuganzahl vom Jahr zu Jahr grosses Problem dar, einerseits und wegen sehr grossem Anteil von Lastfahrzeugen in heutiger Verkehrsstruktur, andererseits, die auf einigen Strassen sogar bis 50% von Gesamtfahrzeuganzahl geht.

In Jugoslawien werden bei Dimensionierung von Fahrwegkonstruktionen „Vorläufige Anleitungen", ausgegeben 1968, angewendet, welche auf Grund wissenschaftlicher Forschungen im Ausland und besonders der erreichten Erfahrungen auf experimentellen Strecken WAXHO und AASHO sowie auf Grund unserer besheidenen Erfahrungen, gewonnen wurden.

Die Dimensionierung von Fahrwegkonstruktionen auf der zukünftigen Autobahn Zenica — Sarajevo (Bosnien und Herzegovina) wurde im Laboratorium der Firma „Preduzeće za puteve" (Unternehmen für Strassenbau) in Sarajevo und auf Grund von studiosen Erforschungen perspektiven Verkehrs, vorgenommen, die Struktur, das Gewicht und die Ausnutzung der Fahrzeuge dabei berücksichtigend. Es wurden verschieden bekannte Methoden und unsere Erfahrungen angewendet und zahlreiche Erforschungen der Materialmuster durchgeführt. Es ist vorgesehen, dass das ganze Material mit CBR = 2 und 3% ersetzt oder verbessert wird, zwecks Erreichung möglichst wirtschaftlicher Fahrwegkonstruktion. Auf einigen Strecken wird in der Fahrwegkonstruktion auch Schlacke aus Hochöfen des Stahlwerks in Zenica, verwendet werden.

Die Verstärkung von vorhandenen Fahrwegen (modernen und klassischen) erfolgt im Grossen und Ganzen nach der Methode der Deflexionsmessung, welche gute Resultate ergeben hat. Das Material zur Verstärkung ist aus bituminierten Griessteinen und die Schichten sind von verschiedener Dicke. In dem Referat sind Forschungsergebnisse dargestellt, die seitens „Institut za ispitivanje materijala", (Institut für Prüfung des materials) in Beograd, auf zwei Experimentstrecken in Serbien (Länge 26 und 10 km)

erreicht worden sind. Auf Grund der Analyse von Deflexionsmessungen in verschiedenen Arbeitsphasen, wurden nützliche allgemeine und besondere Abschlüsse getroffen, welche ermöglichen werden, qualitative Verstärkung von Fahrwegen auf den Strassen in unserem Lande vorzunehmen.

Die Erforcshung von Massnahmen für Aufrauhen der Fahrwegoberfläche ist bei uns sehr aktuell, besonders in Gebirgenlandschaften wie es Montenegro und andere sind. „Preduzeće za puteve" (Unternehmen für Strassenbau) hat in Zusammenarbeit mit „Instntut za ispitivanje materijala" (Institut für Prüfung des Materials) in Beograd und mit dem Laboratorium za puteve", (Laboratorium für Strassenbau) an der Fakultet für Bauwesen in Beograd, eine experimentelle Strecke auf der Strasse Bijelo Polje — Prijepolje mit verschiedenen Arten von rauhen Asphaltdecken erbaut. In dem Referat sind vier Arten von rauhen Asphaltdecken dargestellt und analysiert worden, wobei die günstigsten Resultate bei Verwendung von einer Mischung Steinaggregates aus Eruptiv — und Kalksteinen erzielt worden sind.

Zur Verbesserung des Materials für Fahrwegkonstruktionen sowie für Strassenkörper wurden Mischungen von Hoch plastischem Ton mit Zusatz verschiedemer Materialien (hydriertem Kalk, Wasserglas und schwebender Asche (überprüft. Besonders gute Resultate ergaben die Erforschungen auf einer grossen Anzahl von Mustern folgender Mischungen: Ton + hydrierter Kalk + schwebende Asche in bestimmten Verhältnissen.

Die Erfahrung bei Anwendung von Brasilischer Methode zur Bestimmung von Deformationscharakteristiken der umgeschlagenen Aggregate bzw. Methode der Einaxialkraft, durchgeführt in Laboratorium ergab positive Resultate. Dieser Stoff — dieses Thema ist in einer komplatten Studie bearbeitet und die Darstellung ist ein Auszug.

Владета МИЛОВАНОВИЋ, дипл. инж.

Анализа стања оперативе и кадрова путне привреде

Предузеће за путеве од свог оснивања 1962. године, из године у годину бележи напредак у механоопремљености и побољшању квалификационе структуре запослених.

Неповољан материјални положај, недостатак механизације и кадрова, пратили су путну привреду од оснивања предузећа за путеве, па до 1966. године.

Нагли пораст саобраћаја захтевао је већа средства за путеве и веће интервенције на путној мрежи. До повећања средстава за путеве дошло је 1967. године када је настала и прекретница у развоју предузећа за путеве.

У првом периоду тј. од 1966. године предузећа за путеве практично животаре. Без средстава, механизације и кадрова нису могла ни постићи веће резултате у свом раду. На одржавању путева који су претежно били са несавременим коловозом радили су путари деонице. Њихов рад се сводио на ручно крпљење ударних рупа и чишћење јаркова. О механизованом наступу на одржавању путева није се могло ни говорити. Тадашњи саобраћај није био велики, па је и овакав начин одржавања ,обзиром на добијена средства и развијеност путне мреже био чак и задовољавајући.

Пораст саобраћаја доводи до ситуације да путар деонице више не може да одржи пут у задовољавајућем стању за саобраћај. Почиње се са првим модернизацијама путне мреже. У почетку због недостатка средстава и машина, то су мали захвати. Тежња је обеспрашити туцаничке коловозе без већих радова на поправци елемената пута. Пораст саобраћаја који дочекује неспремна путна мрежа, просто разара и оно мало модернизованих путева. Путар на деоници постаје немоћан да сам интервенише на санирању све већих оштећења. Због тога се прешло на рад по групама. Али, и овај рад је био ручни, учинци мали, а захтеви саобраћаја све већи. Тада се сагледало да се нешто мора мењати у путној привреди.

Од 1967. године ступа на снагу нови Закон о путевима. Тада су повећана и новчана средства за путеве, па се може рећи да је настала и нова фаза у развоју предузећа за путеве. Већа новчана средства омогућила су бољу механоопрему предузећа, знатно се побољшала квалификациона структура запослених али не и довољно. Тада је почела интензивна модернизација путне мреже. Од 1967. године, па до 1970. модеррнизовано је у Србији више од 1000 км. путева годишње. У овом периоду дошло је и до интеграције неколико предузећа за путеве, као и оснивање Пословног удружења предузећа за путеве „Пут" у Београду.

У овом периоду предузећа за путеве купују савремену механизацију. Ручни

рад на путевима замењује се машинским радом. Учинци асфалтних база и финишера у односу на ручно крпљење коловоза не могу се ни поредити. Оријентација предузећа за путеве приликом набавке механизације може се слободно рећи била је сасвим исправна. Пре свега ту се мисли на врсту механизације. Набављене су грађевинске машине за радове на одржавању и ојачању постојећих коловоза (асфалтне базе, финишери, грејдери, вибровољци, утоваривачи и слично), а мање се набављала механизација за велике захвате на земљаним радовима (булдожери, скрепери), који већ поседује нрађевинска оператива ван путне привреде. Наступи на одржавању путева из основе се мењају. О некадашњем ручном раду на већим поправкама коловоза више се не може ни говорити. Тешко је данас и замислити радове на Ибарском путу или Аутопуту без одговарајуће механизације. Рад је већином механизован, учинци су огромни, а контрола квалитета врши се непрекидно.

Такође је набављена и савремена механизација за интервенције у зимској служби. И док смо некада имали ручно посипање поледице са шљаком и песком, данас мало где се овако ради. Предузећа су опремљена савременим расипачима за со, рад је потпуно механизован, а ефекти велики. Набављена је и механизација за чишћење коловоза од снега. На важним саобраћајним правцима не може се више уопште толерисати прекид саобраћаја ,мора се интервенисати благовремено и ефикасно.

Путна мрежа се нагло модернизује и од старих прашњавих путева постају нове савремене саобраћајнице. Овом напретку у развоју путне мреже допринела је, поред савремене механизације и примена нове технологије у грађењу путева.

У овом периоду настаје и кадровско ојачање предузећа за путеве. Поред побољшања квалификационе структуре радника у непосредној производњи, дошло је и до јачања свих служби у предузећу. Повећан је број запослених са високом и вишом стручном спремом. На градилиштима све је већ иброј дипломираних инжењера, а у заједничким службама јачају служба припреме и плана. Крајем 1971. године у предузећима за путеве било је 109 инжењера, од тога 87 грађевинских, било је 325 техничара, од тога 265 грађевинских, 32 економисте, правника 22, са факултетском спремом осталих 31 итд., али са овим стањем не можемо се задовољити, јер и сада постоје предузећа за путеве где се број грађевинских инжењера може набројати на прсте.

Док у предузећима за путеве имамо осетно побољшање квалификационе структуре, док имамо све већи број запослених са високом школском спремом, остаје и даље присутан проблем недовољног броја квалификованих грађевинских пословођа. У недостатку школа за пословође, тј. у недостатку школованих пословођа, пришло се решавању овог проблема, превођењем вредних радника у пословође, па чак и радника без потребних квалификација. Тако смо од доброг и вредног радника добили нестручног пословођу, па је губитак већи. Овако произведене пословође могле су задовољити на радовима око разастирања и ваљања туцаника. Сада када је технологија грађења путева далеко одмакла, када је набављена и савремена механизација, овом проблему требало би далеко озбиљније прићи. Све више се чује предлог да се млади техничари после приправничког стажа више баве пословима које сада обављају пословође. То би био прави посао за младог техничара на раду у путној служби. Само под руководством стручних

и вредних људи, пројектовани пут би се и извео према пројекту, квалитетно и добро. И док на једној страни имамо читаве мале ратове око дужине предазница и попречног нагиба у кривинама и док се тражи максимум од могућег решења, дотле смо на другој страни дозволили да се непосредно реализовање тог истог пројекта повери често нестручним радницима и пословођама, што компромитује цео захват.

Такође не можемо више били задовољни ни са профилом путара који се поново враћа на деоницу пута, али са другим задатком од онога који је некада имао. Нова, савремена путна мрежа захтева нови режим одржавања путева. Немогуће је данас замислити путара као јединог човека који ће поправити све оно што саобраћај оштети на путу. Путар добија сасвим нови задатак јер то намеће стање путне мреже и огроман саобраћај. Он врши надзор на коришћењу пута, чува пут, чисти коловоз, одржава и чисти вертикалну и хоризонталну сигнализацију, чисти јаркове и риголе, коси траву, крпи ударне рупе мањег обима, а о већим оштећењима на путу извештава пословођу на одржавању. Путар деонице се поново враћа на деоницу, али не да искључиво крпи коловоз, већ да чува и одржава ниво модернизованог пута.

Поред савремених машина за одржавање путева, треба паралелно радити и на оспособљавању кадра за одржавање путева. У нашој земљи не постоје школе за путарске раднике, па је остављено предузећима да сама организују краће курсеве и полагање испита за путаре. Било би корисно покренути акцију у циљу стварања једног школског центра за целу земљу за обуку путарских радника. Путевима су потребни радници са солидном саобраћајном културом, са солидним знањем о путевима, а такве раднике може дати само школска установа са одређеним задатком и циљем. Инвестиција за формирање оваквог школског центра брзо и многоструко би се вратила путној привреди, а путеви и саобраћај захтевају бољи профил путара него што сада имамо. И док на путевима имамо такорећи приучене раднике, дотле у неким земљама путар служи као важан фактор у прикупљању података о саобраћају и путу, као извор података за научне студије о путу и саобраћају. Путар је тамо оспособљен да мери дефлексије на коловозу, бележи податке о саобраћају, чита нивое подземних вода, мери температуру ваздуха и тла, прати штетно дејство мраза на коловоз и о томе извештава. Подаци добијени од овако оспособљеног лица користе се за научне анализе о путевима. Ова искуства других, као и остали захтеви савременог саобраћаја, требало би да буду путоказ у стварању новог профила путарског радника. У нашим условима он би био оспособљен да рукује мањим грађевинским машинама (например, ручни вибровољак), да вози трициклу, да познаје асфалтерске и бетонске радове, чак да да и неке мање информације на једном или два страна језика (ово тим пре, што претендујемо да будемо туристичка земља), да се културно понаша итд. Такође треба мислити и о подмлађивању путарског кадра, јер је тенденција код многих предузећа да добре раднике пре пензионисања шаљу на деонице пута да обављају путарске радове. Само савремено опремљен и обучен путар даваће максимум квалитета услуга на путу који савремени и перспективни саобраћај захтева.

Можда ово некоме изгледа неостварљиво и непотребно — да кажем претерано. Али, ако се узме у обзир да нас очекује изградња ауто путева, видећемо да се суочавамо са проблемом одржавања истих. Начин одржавања ауто путева битно се разликује

од садашњег начина одржавања путева. Треба имати у виду да одржавање ауто путева при брзини возила од 120 км./час и фреквенцији 20.000 возила на дан, захтева други вид одржавања. Грађевинска оператива Југославије потпуно је способна за грађење ауто путева, а путна привреда данас нема кадрове за одржавање истих. Недостатак кадрова за одржавање ауто путева, платићемо кроз смањену безбедност и кроз појачан степен оштећења ауто путева.

Поред недостатака школа за путаре и пословоћа на путевима може се рећи да средње школе и факултети не оспособљавају у довољној мери кадрове на одржавању путева. Све што се данас зна о одржавању путева, то је или страно искуство, или наше искуство кроз свакодневни рад на одржавању путева. Путна привреда би требало више да ангажује институте, факултете и лабараторије на проблематици одржавања путева, а не само да их ангажује у решавању проблематике грађења. Охрабрује чињеница да нека предузећа за путеве то данас и раде. На неким путевима институт СРС вршио је мерења дефлексија и носивости коловозних конструкција, као и дебљине истих, урадио је елаборате за санацију путева, према којима се изводе радови на тим путевима. Такође се студиозно приступило и анализи путне мреже. Јавила се потреба за коначним оформљењем путне мреже. Раде се студије о магистралним правцима. Пословно удружење „Пут" формира стручни савет и ангажује велики број најпознатијих стручњака за путеве и путну проблематику. Проблемима путне привреде прилази се студиозно. Требало би још веће ангажовање стручњака са стране да буде пракса при решавању проблематике путева.

Али, без обзира колико се поклања пажња студиозном проучавању проблематике путне привреде, мала се пажња поклања једном од основних података за анализу саобраћаја — бројању саобраћаја. Ово питање може се слободно рећи за сада свако педузеће за себе решава различито. Нека предузећа су увела аутоматске бојаче, а већина бројање саобраћаја препушта путару. Стручност путара понекад није довољна да класифицира возила по врстама, а при већим густинама саобраћаја није у могућности ни да евидентира сва возила. Пошто је оптерећеност путне мреже један од главних чинилаца у кључу за расподелу средстава, не искључује се могућност да се некада намерно повећава број возила. Најмања би била штета ако би ови подаци утицали само на расподелу средстава за путеве, али нажалост и овакви подаци често улазе и користе се при одлучивању о изградњи нових путних праваца, о проглашењу магистралних праваца, о положају великих објеката на Морави, Сави и Дунаву и сл.

Због тога би требало да бројање саобраћаја за целу Републику врши једна стручно оспособљена институција, која би ангажовала екипе за бројање саобраћаја, набавила апарате за аутоматско бројање саобраћаја, вршила анализу добијених резулата сама или уз помоћ стручњака ван путне привреде, радила анализе о путној мрежи и давала предлоге у вези развоја путне мреже. Оваква анализа од специјализоване институције, рађена реално највише би користила путној привреди.

И док са сарадњом путне привреде са научним установама можемо макар делимично бити задовољни, дотле сарадње путне привреде са аутомобилском индустријом уопште нема, што је свакако за жаљење. За жаљење је и слаба сарадња путне привреде са Ауто-мото савезом. Ове контакте требало би успоставити и унапређивати сарадњу са свим заинтересованим институцијама за путеве.

РЕДАКЦИОНИ ОДБОР

Букић Живорад, дипл. инж, Филиповић Љубомир, дипл. инж, Брауновић Предраг, дипл. инж, Стевановић Добривоје, дипл. инж, Терзић Милорад, дипл. инж, Гопчевић Срђан, дипл. инж, Лазаревић Јован, дипл. инж, Атанас Ололски, дипл. инж, Димовски Тодор, дипл. инж, Живковић Миодраг, дипл инж, Јовановић Миодраг, дипл. инж, Станковић Јордан, дипл. инж, Стевић Душан, в. техн, Шурбановић Бранко, дипл. инж, Иванчевић Милан, дипл. инж. Аксалић Зувдија, дипл. инж.

Главни и одговорни уредник:
Живка Мијатовић Београд, Кумодрашка 257, тел. 466-134, 466-522, 466-543.

Технички уредник и коректор:

Вера Спасојчевић Београд, тел. 336-316

Претплату слати на текући рачун Друштва за путеве код Народне банке 608-8-735-4

Огласе и остало слати на Друштво за путеве СР Србије, паштански фах 452 Кумодрашка нова 257, тел. 466-522

Претплата за појединце 2 Н. динара за један број. Претплата за установе и предузећа годишње 100 Н. дин. тарифа за огласе: цела страна у тексту 300. Н. дин. пола стране 200 Н. дин., на корицама цела страна споља 500 динара, унутра 350 Н. динара.

Цена 2 Н. динара

Тарифа за огласе који се штампају целе године мања је за 50%

Издавач,

Друштво за путеве Србије, Македоније и Црне Горе.

Часопис излази месечно.

Штампа: Штампарско издавачко предузеће ПТТ — Београд

ИЗВИЊЕЊЕ

Омашком штампарије број 5 је изашао без садржаја. Овим се извињавамо читаоцима.

Штампарија ПТТ