

625.7

YU ISSN 0478-9733

CODEN: PUSADQ

UDK 625.7/.8+651.1

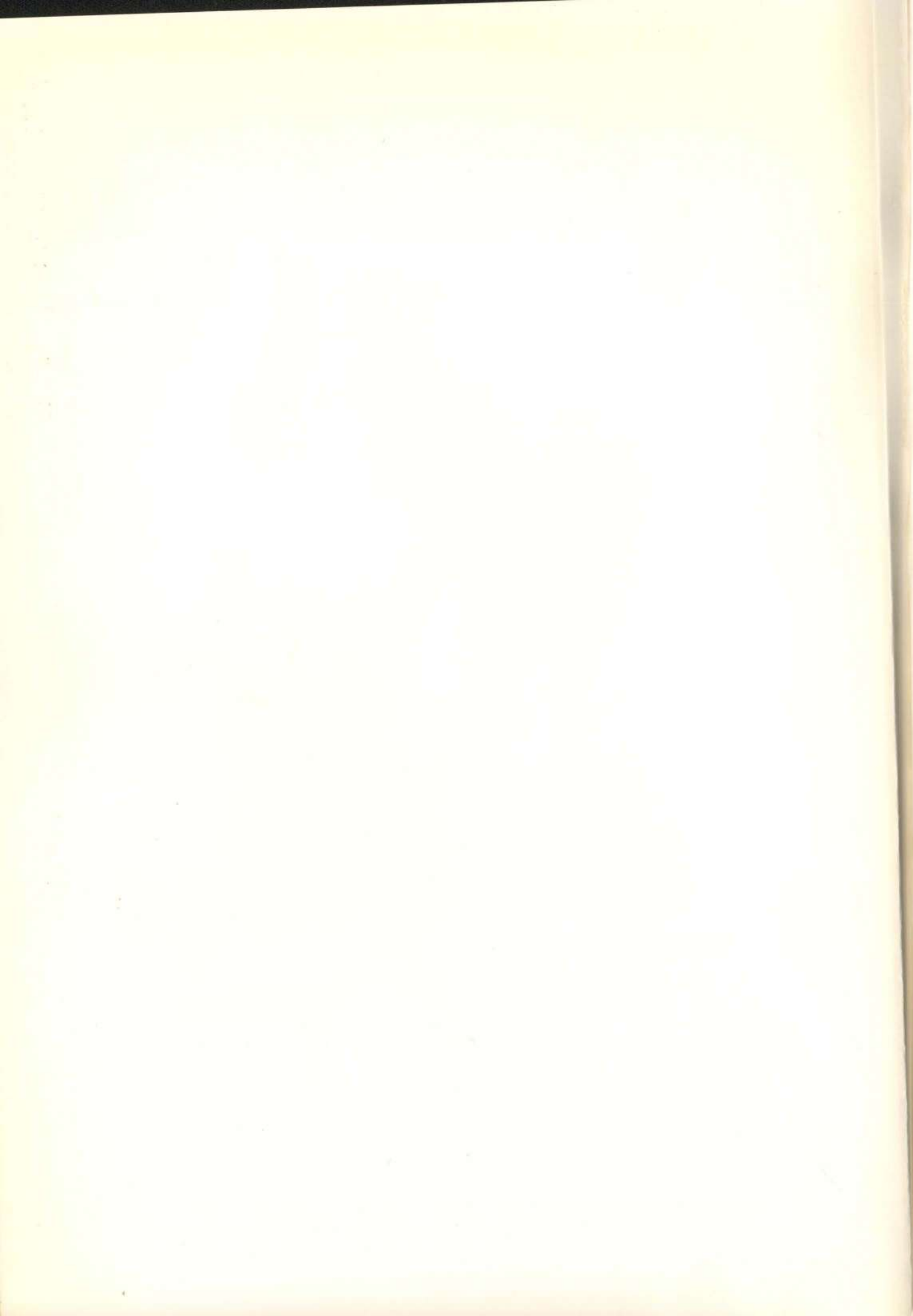
Пут и саобраћај

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

1-2

ГОД. XXXIV • ЈАНУАР—ФЕБРУАР 1988.





Пут и саобраћај

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

1-2

ГОД. XXXIV • ЈАНУАР—ФЕБРУАР 1988.



САДРЖАЈ

Мр Борбе Узелац, дипл. инж. грађ.
Утицај температуре на механичко понашање материјала у
коловозној конструкцији

Мр Милан Вељковић, дипл. инж. грађ.
Компјутерска симулација саобраћајне буке

Драгослав Тешић, дипл. инж.
Искуства са изградње цементно-бетонског коловоза на пројекту
202-Ц у Ираку

Љубиша Станојевић, дипл. инж.
Може ли аутопут кроз Србију да буде сигурнији за саобраћај?

Др Предраг Брауновић, дипл. инж.
Карактер и значај програма стратешких истраживања
на путевима ШАРП

Информација о путној мрежи САП Косова

Изет Љаљић, дипл. инж.
Четврт века постојања радне организације за путеве „Нови Пазар”

Примедбе на напрт закона о путевима

Преглед објављених радова у часопису „Пут и саобраћај”
у току 1987. године

Издавачки савет:

Капларевић Вићентије (председник), Аксалић Звудија, Антонић Славољуб, Вајда Војислав, Васиљевић Миливоје, Георгиев Слободан, Гвозденчевић Миленко, Димитровски Ристо, Димовски Тодор, Букић Божидар, Букић Живорад, Бурић Никола, Јовановић Која, Коњевић Никола, Кркић Предраг, Лазаревић Јован, Лукић Радојко, Новаковић Велимир, Петровић Драгослав, Радоман Радован, Сарајлић Хасан, Сејдија Исет, Станојевић Љубиша, Форџан Александар, др Цмиљанић Слободан, Шурбановић Бранко

Уредништво и редакција:

Др Анђус Војо, др Кузовић Љубиша, Луковић Градимир, др Мијушковић Вера, Миливојевић Милан, Милановић Владета, др Митровић Петар, др Радојковић Зоран, др Терзић Милорад, др Узелац Борђе, др Цветановић Александар и Мишић Стојанка (секретар редакције)

Главни и одговорни уредник:

Проф. др Здравко Јоксић

Технички уредник:

Тома Станковић

Лектор:

Вера Борђевић

Часопис издају:

Друштва за путеве СР Србије и друштва за путеве: Црне Горе, Македоније, САП Војводине и САП Косова

Претплата за часопис:

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.

Годишња претплата:

за радне организације — 30.000 динара; за остале претплатнике — 10.000 динара; за иностранство 75 УС долара

Појединачни примерци:

за радне организације — 5.000 динара; за појединце у продаји — 2.000 динара

Цена огласа:

по двоброју: на корицама — 65.000 динара; унутрашња страна 1/1 — 50.000 динара; 1/4 стране — 15.000 динара; 1/4 стране — 15.000 динара; За иностранство по двоброју: 1/1 страна — 50 УС долара; 1/2 стране — 30 УС долара; 1/4 стране — 20 УС долара

Колективна чланарина одређује се сразмерно величини и значају радне организације — колективног члана и не може бити нижа од 30.000 динара. Колективни чланови, уплатом чланарине — доприноса за часопис добијају одређени број примерака часописа бесплатно.

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

Утицај температуре на механичко понашање материјала у коловозној конструкцији*)

Мр БОРБЕ УЗЕЛАЦ, дипл. инж. грађ.

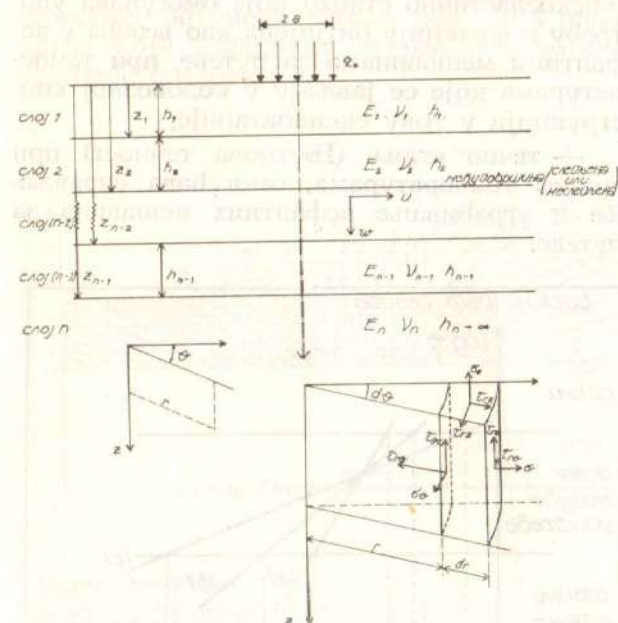
Институт за испитивање материјала СР Србије, Београд

Оригиналан научни рад

UDK 628:84/.85:625.042.2/3

1. УВОД

Развој савремених математичких модела којим се коловозна конструкција представља као вишеслојни еластични систем, омогућио је врло прецизну анализу напона и деформација у коловозној конструкцији, при дејству оптерећења од точка возила. Последњих десетак година, ове методе, најчешће засноване на Бурмистеровом моделу (слика 1), улазе у све ширу примену. Томе је нарочито допринео развој рачунара и њихово увођење у свакодневну праксу.



Сл. 1 — Математички модел Бурмистера

Међутим, уз могућност за врло прецизно срачунавање напона и деформација у више-

слојном систему, појавили су се проблеми у вези са тачношћу улазних параметара, било да се ради о дефинисању услова оптерећивања и утицаја околине, било о параметрима који дефинишу физичко-механичке особине материјала у коловозној конструкцији и подтлу. Исто тако, за правилно тумачење резултата прорачуна напона и деформација потребно је познавати понашање материјала при дејству поновљеног оптерећења, при условима оптерећивања и при амбијенталним условима који одговарају коловозној конструкцији под саобраћајем.

У пракси се поједини слојеви коловозне конструкције могу градити од врло различитих материјала. Најчешће су то асфалтне мешавине, цементни бетон, стабилизирани грануларни материјали, природни или дробљени грануларни материјали и материјали тла. Промена температуре код ових материјала изазива различите последице:

- промене основних физичко-механичких особина материјала,
- појаву унутрашњих напона у материјалу,

- последице изазване дејством мрза,
- промена влажности материјала.

У складу с тим, утицај топлотног режима може се посматрати кроз:

- утицај температуре на понашање материјала који се најчешће користе за градњу појединих слојева коловозне конструкције,

- механизам распростирања топлоте и дубину продирања мрза,

- експериментално одређивање топлотног режима у коловозној конструкцији.

Код анализе утицаја температуре на понашање материјала, која се у овом чланку приказује, примењена је методологија која се заснивала на следећим задацима: утврдити врсту промене, утврдити ред величине промене и утврдити закон промене у зависности од промене температуре (уколико је то могуће).

*) Магистарски рад под истим насловом мр Борбе Узелац, дипл. инж. одбранио је на Грађевинском факултету у Београду, октобра 1987. године. Овде се даје кратак приказ првог — теоријског дела рада.

Рецензент: проф. др Здравко Јоксин

2. УТИЦАЈ TEMПЕРАТУРЕ НА МЕХАНИЧКО ПОНАШАЊЕ АСФАЛТНИХ МЕШАВИНА

За разлику од материјала као што су бетон и челик, код којих температура у природним условима има већи утицај само на дилатације и унутрашње напоне у конструкцији, код асфалтних мешавина се при промени температуре битно мењају основне физичко-механичке особине, јер везиво — битумен, од круто еластичног стања при ниским температурама при повишењу температуре пролази кроз виско-еластично стање да би доспео до вискозног стања при вишим температурама [1], [2], [3], [4].

Зависност понашања битумена, односно асфалтних мешавина од температуре позната је још од када се зна за ове материјале, па већина класичних метода испитивања њихових карактеристика узима у обзир ову чињеницу, било тако што се прописује температура при којој се врши опит (пенетрација и дуктилитет код битумена, Маршалов опит код мешавина), било да се као резултат опита тражи температура на којој долази до одређене појаве (тачка лома по Фрасу, тачка размекшавања помоћу прстена и куглице — РК).

Битумен је изузетно осетљив на промене температуре и стога је веома значајно упознавање његових реолошких особина у широким температурним границама. Те границе треба да обухвате температуре које се јављају у природној средини у уграђеним слојевима коловозне конструкције, преко температура при којима се уграђују асфалтне мешавине па све до температура при справљању асфалтних мешавина. Практично се ради приближно о опсегу од -40°C па до $+200^{\circ}\text{C}$. При том, битумен приликом справљања мешавине мора да има погодан флуидитет како би могао да се измеша са минералним агрегатом, приликом збијања мешавина мора да има погодну компактибилност, а у природним условима, при амбијенталним температурама, битумен не би требало битно да мења своју конзистенцију. [3]

Данас се врше многобројна испитивања у циљу одређивања температурног подручја у коме се битумен понаша као еластовискозни Баргерсов материјал, односно да се одреди подручје у коме је битуменски филм око каменог агрегата у асфалтним мешавинама у стању да поднесе деформације, а да при том не дође до појаве пукотина, као и да при вишим амбијенталним температурама не дође до вискозног течења.

Показало се да битумен при вискозитету од око 10^7 сантипоаза нема више довољну отпорност на деформацију, јер се понаша као Њутнова течност, док се у подручју вискозитета од 10^{13} до 10^{14} сантипо-

аза понаша приближно као чврсто тело, тако да и при релативно малим деформацијама долази до лома. Према томе, веома битна карактеристика битумена је ширина температурног подручја у коме ће његова вискозност бити између наведених граница.

С друге стране, ширина овог температурног подручја зависи од температурне осетљивости битумена, односно од величине промене вискозитета са температуром.

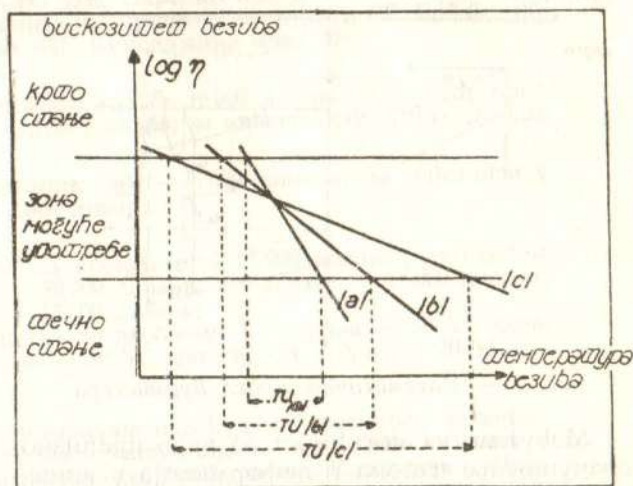
За потпуну карактеризацију битумена потребно би било испитати целу криву конзистенције при различитим температурама, међутим, за практичну примену је то превише компликовано јер се захтевају сложени уређаји, велика прецизност и много времена. Из тог разлога се у већини земаља света температурна осетљивост битумена оцењује на основу испитивања конвенционалним методама.

На слици 2. су приказане репрезентативне праве које дефинишу вискозност различитих врста битумења у функцији температуре. Одатле се може видети да битумен у зависности од температуре пролази кроз три стања:

— круто стање (чврсто тело) када код везива при ниским температурама и релативно малим деформацијама долази до лома,

— стање при средњим температурама (вискоеластично стање) које омогућава употребу и функцију битумена као везива у асфалтним мешавинама за путеве, при температурама које се јављају у коловозној конструкцији у току експлоатације,

— течно стање (Њутнова течност) при вишим температурама, омогућава справљање и уграђивање асфалтних мешавина за путеве.



Сл. 2 — Температурна осетљивост битумена (2)

Тангенс правца (пад) приказаних правих показује температурну осетљивост битумена — очигледно је да се температурно мање

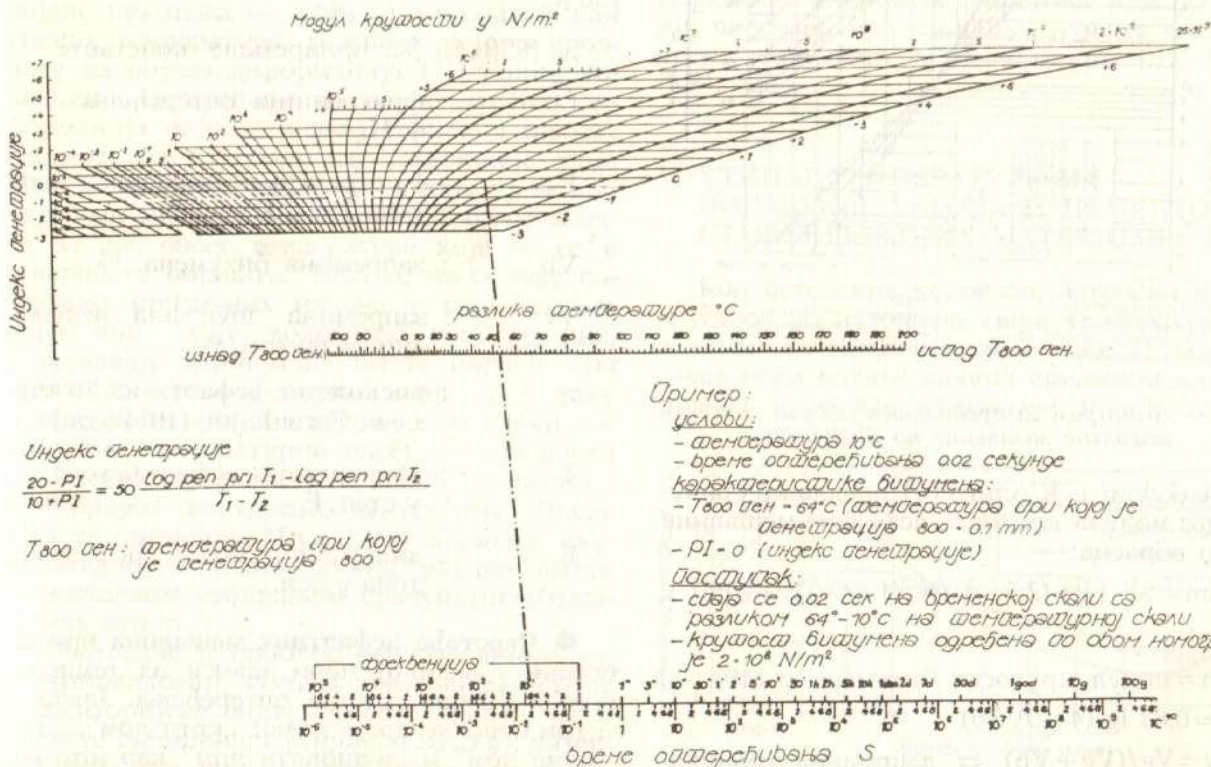
осетливи битумени (случај С) могу користити у већем интервалу температура као везиво за асфалтне мешавине.

Данас се у појединим земљама прописима препоручује примена појединих врста битумена зависно од локалних климатских услова и слоја у који се асфалтна мешавина уграђује. Када се ради о подручју са континенталном климом, врела лета захтевају тврд битумен, док је за хладне зиме потребан мекши битумен. Једино право решење била би примена битумена са малом температурном осетљивошћу. За нас је проблем температурне осетљивости битумена посебно значајан, јер у већем делу земље влада континентална клима.

● **Модул крутости битумена** је податак из кога се може одредити модул крутости асфалтне мешавине јер су они у међусобној тесној вези. Последњих година се за одређивање модула крутости битумена најчешће користи Ван дер Поел-ов номограм, (слика 3) за који је потребно познавати следеће параметре:

1. Температура T (800) за коју је пенетрација битумена 800,
2. Индекс пенетрације IP ,
3. Температура T ,
4. Време дејства оптерећења.

Параметри под 1 и 2 представљају карактеристике битумена, док су под 3 и 4 параметри који дефинишу услове под којима дејствује оптерећење.



Сл. 3 — Van der Poelov номограм за одређивање модула крутости битумена (7)

● **Модули асфалтних мешавина** су предмет многобројних истраживања. Посебан проблем представља еласто-виско-пластично понашање ових материјала, па се у однос напон — деформација морају унети утицаји температуре и времена трајања оптерећења.

Постоји већи број радова са објављеним резултатима испитивања модула асфалтних мешавина при динамичким условима оптерећивања и при различитим температурама. Тако се у Француској, за примену у прорачуну напона и деформација у коловозној конструкцији по програму АЛИЗЕ 3, [9] препоручују модули за карактеристични асфалт — бетон и битуменом обавијени шљунак. Вредности модула се дају у функцији температуре и фреквенције оптерећења, па се може уочити да се за промену температуре од -10 до 40°C модули мењају, зависно од фреквенције: код асфалт бетона за око 15 до 35 пута, а код битуменом обавијеног шљунка за око 4 до 10 пута.

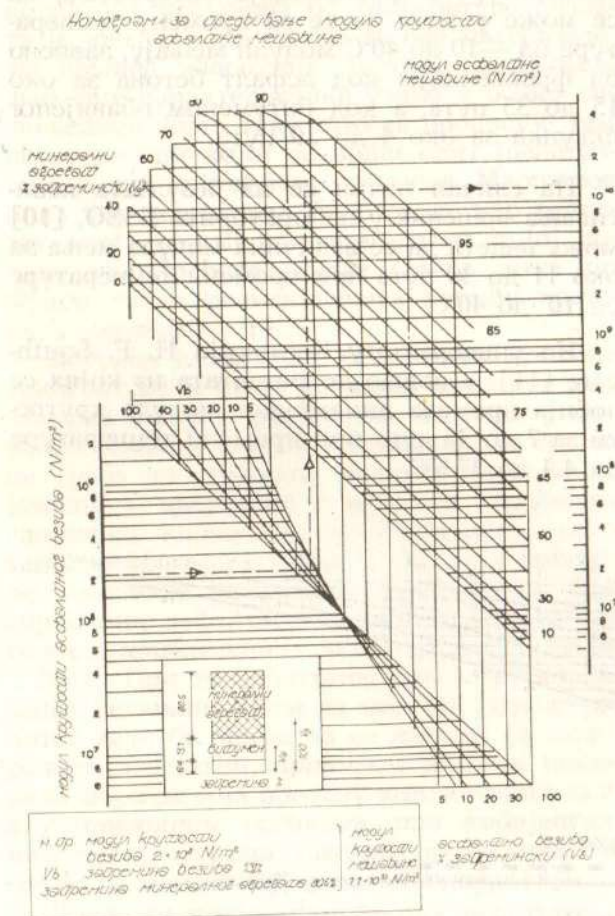
На сличан начин се из резултата испитивања вршених у лабораторији ESSO, [10] може видети да се величина модула мења за око 11 до 30 пута при промени температуре од 10° до 40°C .

На универзитету Кентакија Н. F. Southgate [11] је дошао до резултата из којих се добија промена динамичког модула крутости за 7 до 35 пута при промени температуре од $4,4$ до $37,8^{\circ}\text{C}$.

Код нас је на Грађевинском факултету у Београду, испитивана зависност модула крутости асфалтних мешавина од температуре и из резултата се могу извући закључци као и код претходно поменутих испињања. [12] [13]

Рачунски поступци за одређивање модула крутости асфалтних мешавина утицај температуре уводе или директно — тако што се модул рачуна за дату температуру, или посредно, преко модула или вискозности битумена чија је вредност претходно одређена за дату температуру.

Пример за одређивање модула асфалтне мешавине на основу модула крутости је Shel-ова метода (слика 4).



Сл. 4 — Номограм за предвиђање модула крутости асфалтне мешавине по Shell-у (7)

Neukelom и Klotz [14] предлажу срачунавање модула крутости асфалтне мешавине преко обрасца:

$$Mm = Sb \cdot [1 + (2,5/n) \cdot Cv / (1 - Cv)]^n \text{ (MPa)}$$

где је:

Sb = модул крутости битумена у МПа

$$n = 0,83 \lg (4 \cdot 10^4 / Sb)$$

$Cv = Vg / (Vg + Vb)$ = запремина гранулата/запр. (гран. + бит.)

Ова формула се примењује за Sb веће од 10 МПа и Cv између 0,7 и 0,9.

Како дата формула важи практично само за проценат шупљина око 3%, Fijn Van Draat и Sommer су заменили Cv са корективним изразом Cv' и тиме уопштили претходну формулу:

$$Cv' = \frac{Cv}{1 + (v - 3)/100}$$

где V представља проценат шупљина.

Асфалтни институт САД у свом програму за димензионирања коловозних конструкција „ДАМА“ даје могућност за срачунавање динамичког модула крутости асфалт-бетона према формулама добијеним из директних лабораторијских тестова.⁽¹⁵⁾ Те формуле имају следећи облик:

$$E = 100,000 \times 10^{31}$$

где је:

$$\beta_1 = \beta_3 + 0,000005\beta_2 - 0,00189\beta_2 (f - 1,1)$$

$$\beta_2 = \beta_4^{0,5} (T^{3,5})$$

$$\beta_3 = 0,553833 + 0,028829 (P_{200}^{(f-0,1703)}) - 0,03476Vv + 0,070377\eta + 0,931757 (f - 0,02774)$$

$$\beta_4 = 0,483v_6$$

$$\beta_5 = 1,3 + 0,49825 \log f$$

где је:

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$: привремене константе

f : фреквенција оптерећења у Hz

P_{200} : % агрегата који пролази кроз сито Но. 200

Vb : запремина битумена, %

Vv : запремина шупљина испуњених ваздухом, %

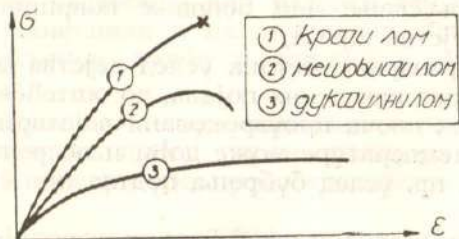
η : вискозитет асфалта на 70 степени Farenhajta, (10^6 Poaza)

T : температура асфалт-бетона у степ. F.

E : динамички модул асфалт-бетона у пси.

● Чврстоћа асфалтних мешавина при затезању у великој мери зависи од температуре и брзине дејства оптерећења. Јављају се три основне врсте лома: „крти лом“, „дуктилни лом“ и „мешовити лом“ као што се види са слике 5.

— **Крти лом**, одликује се релативно великим напонам при лому и релативно малом деформацијом. Карактеристичан је за опите на ниским температурама (испод 0°C) и при брзом деловању оптерећења (трајање опита око 1 сек.).



Сл. 5 — Различите врсте лома при затезању

— **Дуктилни лом**, настаје при релативно малим напонима и опором дејству оптерећења на вишим температурама — изнад 30°C .

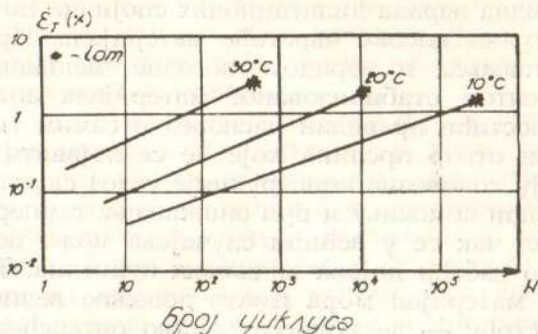
— **Мешовит лом**, има изражен максимум, а чврстоћа и деформација при лому у многоме зависе од температуре и брзине напона оптерећења.

Очигледно је да описане врсте лома при затезању одговарају различитим стањима везива: крти лом — круто-еластичном стању, мешовити лом — високо-еластичном стању и дуктилни лом — вискозном стању.

● **Код анализе утицаја поновљеног оптерећења на замор асфалтних мешавина**, морају се разматрати, у зависности од температуре, различите врсте лома (описане у поновљеном одељку) У пракси се често одвојено анализирају закон замора у односу на појаву пукотина — који је меродаван код ниских температура, и закон замора у односу на појаву деформација (тј. утицај поновљеног оптерећења на појаву трајних деформација чији је значај већи код ниских температура. Проблем се компликује тиме што за прецизну анализу замора треба, за одређени материјал, познавати законе замора за цео опсег температура које ће се у стварности појавити. Тада се на основу познавања критичних напона у посматраном асфалтном слоју коловозне конструкције, срачунавају парцијалне штете настале при различитим температурама које су у току године појављују и притом се за сваки посматрани температурни опсег, у зависности од његовог трајања, рачуна са одговарајућим бројем поновљених оптерећења. После тога се применом Минеровог закона о акумулативности штета добија укупна штета једноставним сабирањем срачунаних парцијалних штета.

Очигледно је проблем анализе замора врло компликован, захтева дуготрајне и скупе лабораторијске опите, па се у пракси често користе емпиријски утврђени закони, интерполације или подаци о типичним, раније исписаним материјалима.

Као једна илустрација зависности трајне деформације и лома асфалтне мешавине од температуре, на слици 6 је приказан дијаграм добијен у Нотингему. [16]



Сл. 6 — Утицај температуре на трајне деформације при средњем напону од 365 kN/m^2 са двоструком амплитудом од 650 kN/m^2 [16]

Из дијаграма се лако уочава следеће:

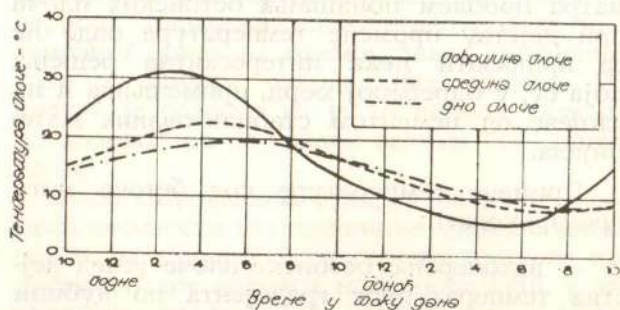
— трајна деформација се значајно повећава са повећањем температуре;

— размак између линија за 20° и 30° је већи од размака између линија за 10° и 20°C , па се може очекивати да би се размак линија за већ температуре (на пр. 40° и 50°) још више повећавао. Из тога следи да се трајна деформација при истом броју циклуса оптерећења убрзано повећава са повећањем температуре.

Поред описаних механичких карактеристика, утицај температуре се манифестује и на остале, као што су Поасонов коефицијент асфалтних мешавина, чврстоћа при притиску, чврстоћа при смицању о чему се могу пронаћи подаци у литератури [8], [16], [17], [31].

3. УТИЦАЈ TEMPERATURE НА ПОНАШАЊЕ БЕТОНА И ЦЕМЕНТОМ СТАБИЛИЗОВАНИХ МАТЕРИЈАЛА

Код бетонских коловоза, бетонска плоча је директно изложена свим температурним и климатским променама (слика 7) па се о њима мора водити рачуна приликом пројектовања и израде коловозне конструкције.



Сл. 7 — Типичан дијаграм температура у бетонској плочи дебљине 15 cm у току једног дана [19]

Носећи слојеви од цементом стабилизираних материјала изложени су мањем оптерећењу, а истовремено су мање изложени променама температуре и осталим климатским факторима, па зато код њих није неопходна израда дилатационих спојница нити се траже високе чврстоће материјала. Пројектовањем и израдом погодне мешавине цементом стабилизованог материјала може се постићи правилан распоред и самим тим мали отвор прслина које ће се појавити у слоју коловозне конструкције услед скупљања при везивању и при снижавању температуре; чак се у већини случајева може потпуно избећи појава видљивих пукотина. Такав материјал мора имати довољно велику чврстоћу — да поднесе дејство оптерећења и уједно довољно малу — да се спречи појава пукотина на великом одстојању, јер би у том случају отвор пукотина био велики и кроз горње слојеве би се рефлектовао до површине коловоза.

Код цементом стабилизираних материјала се као посебан проблем јавља скупљање у периоду везивања које је обично веће од каснијих померања услед промена температуре, па је оно основни узрок настајања микро-прслина. Ове прслине се касније отварају под дејством промена температуре.

Према резултатима испитивања запреминских деформација скупљања стабилизираних мешавина које су израђене у Институту за путеве а испитане у ИМС [18] показало се да је скупљање шљунка „Моравца“, гранулације 0/20 мм и 0/15 мм, стабилизованог са 5% портланд цемента РС 25, величине око 0,65 мм/м'. Ови резултати се односе на период неге од 91 дан, а највећи део скупљања обавља се већ у првих 28 дана: за шљунак гранулације 0/20 мм износи 0,4 мм/м' а за гранулацију 0/15 мм је добијено 0,5 мм/м'.

Ако се наведене вредности упореде са коефицијентом термичке експанзије за цементни бетон (око $10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) произилази да би скупљање од 0,65 мм/м' било еквивалентно скупљању услед пада температуре за 65°C .

Обзиром да се у пракси већ одавно разматра проблем понашања бетонских плоча при дејству промене температуре овде ће се приказати нека интересантна решења која су, у одређеној мери, применљива и на слојеве од цементом стабилизираних материјала.

Промене температуре код бетона могу проузроковати:

— витоперење бетонске плоче услед дејства температурног градијента по дубини плоче (долази до изражаја при наглим променама температуре у току дана);

— скупљање или ширење плоче услед промене њене средње температуре, мање или више спречено дејством отпора трења на споју са носећим слојем и дејством можданика; (екстремно скупљање је у најхладнијим данима зиме, док је највеће ширење у току најтоплијих дана);

— љуспање или осипање површине услед дејства мраза;

— разарање бетона услед дејства мраза.

Поред наведених појава, до општећења бетонских плоча проузроковани дејством промене температуре може доћи и посредно — као н. пр. услед бубрења подтла при смрзавању.

Температурни градијент проузрокује различито издужење (или скупљање) горње и доње зоне бетонске плоче. Уколико плоча нема довољну тежину и није довољно укљештена, извиће се и добиће облике дела сферне површине. У ствари, тежина плоче заједно са уређајем за пренос оптерећења у спојницама (односно отпор трења у спојницама) треба да савладају напоне настале услед топлотног градијента. Ови напони се могу срачунати одговарајућим методама. Westergaard-ова метода претпоставља да је топлотни градијент константан по дебљини плоче, а Eisemann предлаже срачунавање напона услед дејства термичког градијента Δt по обрасцу:

$$\sigma_t = \left(\frac{L - 40}{0,9 \cdot l_{\text{crit}}} \right)^2 \cdot \frac{E \cdot \alpha \cdot \Delta t \cdot h}{2(1 - \mu)}$$

где је:

L — дужина плоче

l_{crit} — $20h \sqrt{E\alpha \cdot \Delta t}$, критична дужина, цм

h — дебљина плоче, цм

Δt — термички градијент кроз бетонску плочу, $^\circ\text{C}/\text{цм}$

α — коефицијент термичке експанзије за бетон (приближно $10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)

E — модул еластичности бетона

Тако добијене вредности редукују се за 30%, да би се увео утицај нелинеарности термичког градијента.

* * *

● Thomlinson је развио методу која узима у обзир варијације температурног градијента по дубини плоче, а оне се рачунају на основу варијација температуре површине плоче и топлотних карактеристика бетона. Метода је доста компликована па се овде неће приказивати, а детаљно је изложена у литератури [19], [31].

* * *

● Веверка, у раду „Димензионирање бетонских коловозних конструкција“ [20] врло детаљно разматра утицај температуре и даје поступак за срачунавање напона изазваних променом температуре. Градијент температуре који се у бетонској плочи коловоза јавља услед промене температуре на површини, дефинише као разлику температуре на површини и на дну плоче подељену са дебелином плоче и изражава га као: τ (°C/m).

За срачунавање укупног напона при максималном савијању, аутор разматра само утицај температуре преко градијента величине:

$$\tau = 70^\circ\text{C/m}$$

чија је годишња учесталост појаве 0,0001. Сматра да су позитивни градијенти опасни јер изазивају затезање у доњој зони плоче.

За срачунавање напона насталих услед дејства температурног градијента дају се следећи обрасци [20]:

— подужна ивица плоче:

$$\sigma_t = \frac{1}{2} E_o \alpha \tau h_1 C_x \quad (\text{MPa})$$

— трансверзална ивица плоче (спојница):

$$\sigma_t = \frac{1}{2} E_o \alpha \tau h_1 C_y \quad (\text{MPa})$$

— централна зона плоче:

$$\sigma_t = \frac{1}{2} E_o \alpha \tau h_1 \cdot \frac{C_x + \nu_1 C_y}{1 - \nu_1^2} \quad (\text{MPa})$$

где је:

- E_o = „статички“ модул бетона
- α = 10^{-5} — коефицијент термичке дилатације
- τ = температурни градијент (max = 70°C/m)
- ν_1 = Поасонов коефицијент
- C_x, C_y = коефицијенти који зависе од димензија плоче и константи еластичности плоче и тла [20], [31].

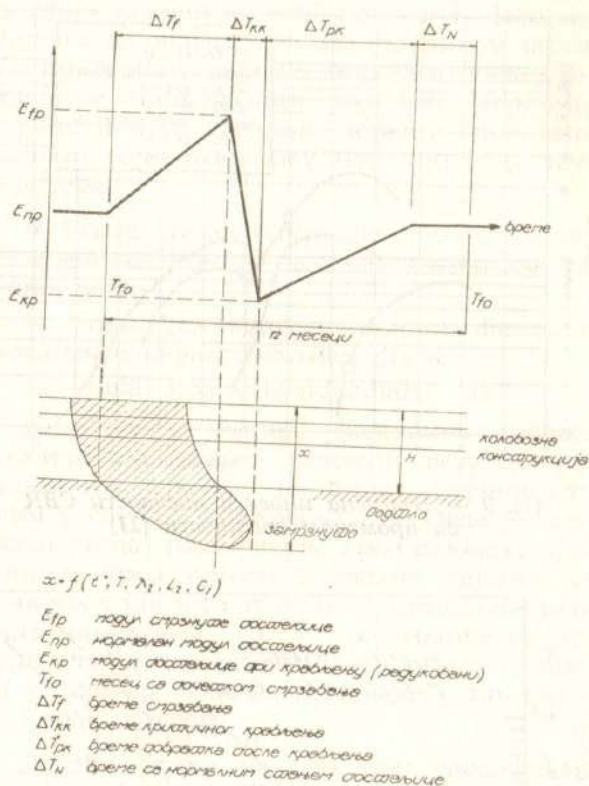
За практичну примену, код бетонских плоча дебљине између 16 cm и 23 cm, Веверка препоручује прорачун напона насталих услед утицаја температуре код плоча дужине 6 m или веће.

4. УТИЦАЈ TEMPERATURE НА ПОНАШАЊЕ МАТЕРИЈАЛА ТЛА

Када се ради о механичким особинама материјала тла, утицај температуре треба посматрати пре свега кроз сезонске промене

и дејство мрза. Температура околине (заједно са осталим климатским факторима) битно утиче на влажност тла, а тиме и на његове физичко-механичке карактеристике. На жалост, директну везу између температуре и влажности тла било би врло тешко установити због великог броја утицајних фактора који имају карактер случајних променљивих.

Код ситнозрних прашиновитих и глиновитих материјала по правилу је доста изражена осетљивост на промене влажности и дејство мрза. На слици 8 је шематски приказана промена модула постељице у току године. Величина промене у стварности зависи од амбијенталних услова, функционисања система за одводњавање и могућности дотока воде у тлу, врсте материјала у подтлу и врсте коловозне конструкције.



Сл. 8 — Промена модула у постељици пута у току године

На приказаном дијаграму види се да до драстичног пада вредности модула долази у периоду крављења, када је део подтла још замрзнут тако да онемогућава дренажање воде из виших, открављених слојева. Из праксе је познато да је то период када се на коловозима појављује велики број оштећења.

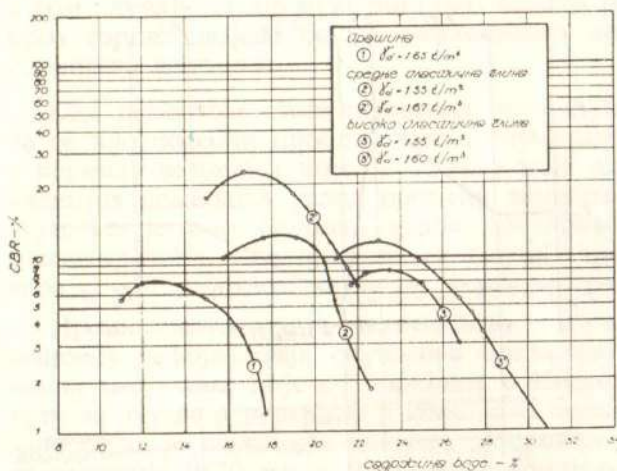
Ради сагледавања стварне величине промена носивости тла приликом промене влажности, на слици 9 је приказана промена калифорнијског индекса носивости CBR у зависности од промене влажности за један прашинаст и два глиновита материјала. [21]

Из слике се види да при већим влажностима вредност CBR врло брзо опада са порастом влажности и такође да на ову појаву значајан утицај има збијеност материјала, код слабо збијене глине вредност CBR драстично опада када се влажност приближава граници засићења.

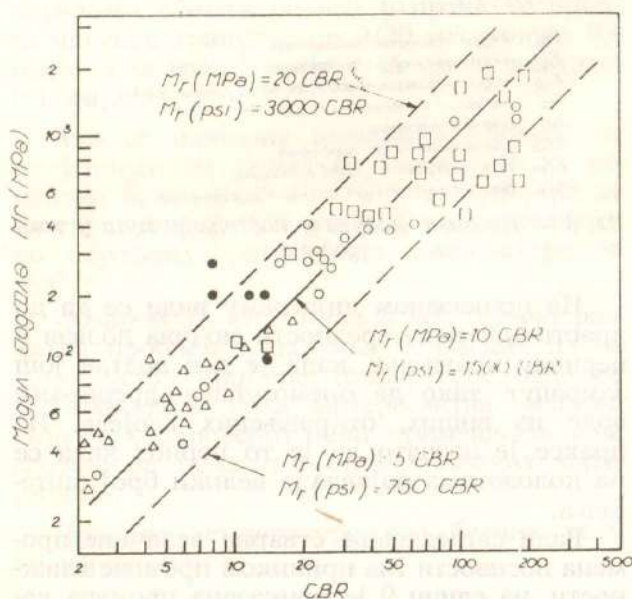
На слици 10. приказан је однос између вредности CBR и динамичког модула постељице, одакле се на основу познате вредности CBR може приближно одредити динамички модул тла. У пракси се често користи однос:

$$M = 10 \cdot \text{CBR} \quad (\text{MPa})$$

Већа тачност добија се за вредности CBR мање од 20, које одговарају финозрним материјалима.



Сл. 9 — Промена индекса носивости CBR са променом влажности (21)



Сл. 10 — Однос између динамичког модула подтла и калифорнијског индекса носивости — CBR (Shell) (15).

Као посебан феномен и уједно најзначајнији вид утицаја температуре на особине тла, треба размотрити појаву смрзавања односно продирења изотерме 0°C у тло. При томе се по свом понашању битно разликују незвани грубозрни материјали од ситнозрних.

Основни вид дејства мрза на тло је појава бубрења приликом смрзавања код материјала који су осетљиви на дејство мрза. У такве материјале спадају на пример, врло ситни пескови и прашине или, уопште речено, материјали у чијем саставу доминирају врло ситан песак и прашина. То произилази из чињенице да бубрење приликом смрзавања у великој мери зависи од порозности, водопропустљивости и капиларних појава у тлу. При дуготрајним мразевима долази до кретања воде према зони смрзавања услед дејства кристализационих сила и уколико је тај доток довољно велики, доћи ће до формирања ледених сочива. Код материјала чија је величина зрна између 0,002 и 0,02 мм стичу се повољни услови за кретање воде при смрзавању. Поред тога вода у процесу смрзавања повећава своју запремину за 1/11, па ће доћи до појаве бубрења тла. Бубрење може достићи величину од неколико десетина сантиметара.

У пракси се користи више метода за проверу материјала у погледу осетљивости на мраз. Најпознатије су методе Касаграндеа и Руклија, а у новије време се почиње и са експерименталним методама код којих се узорци материјала излажу смрзавању у специјалним уређајима са могућностима за контролу процеса смрзавања и мерења бубрења.

5. ЗАКЉУЧЦИ

● Поједини слојеви коловозне конструкције се граде од врло различитих материјала. Најчешће су то асфалтне мешавине, цементни бетони, стабилизирани грануларни материјали, природни или дробљени грануларни материјали и материјали тла. Код свих наведених материјала промене температуре изазивају различите последице које врло значајно утичу на понашање коловозне конструкције.

● Материјали са битуменским везивом су у великој мери зависни од температуре па је неопходно да се њихове особине прецизно одреде за различите температурне интервале. Динамички модули се код асфалтног бетона мењају чак за више од тридесет пута у опсегу температура које се код нас јављају у асфалтним слојевима коловозних конструкција. Из тога следи да се велика пажња мора посветити температурној осет-

љивости асфалтних мешавина, јер хладне зиме не дозвољавају примену тврдых битумена, а топла лета условљавају супротан захтев. Решење се може тражити кроз примену битумена са малом температурном осетљивошћу, примену еластомера и погодног гранулометријског састава асфалтне мешавине.

С друге стране, за правилну анализу понашања асфалтних слојева коловозне конструкције под саобраћајем и нарочито за анализу замора, мора се прецизно познавати топлотни режим у појединим слојевима током целе године. Анализа штета од саобраћајног оптерећења се тада врши за поједине, довољно мале температурне интервале, за припадајуће саобраћајно оптерећење, па се применом Минеровог закона сабирањем добија укупно годишње акумулирано оштећење из кога се лако може прогнозирати век трајања слоја.

● Код бетонских коловоза, бетонска плоча је директно изложена свим температурним и климатским променама па се у њој могу појавити знатни температурни градијенти у тренуцима када долази до наглих промена температуре на површини коловоза, а с друге стране, у току периодичних дневних или сезонских промена температуре околине долази до значајних промена средње температуре плоче.

Из описаних радова се види да се већа пажња поклања анализи извијања плоче услед појаве термичког градијента и при том се анализирају максимални напони затезања који се могу појавити на дну плоче приликом дејства максималног градијента. Ти напони су опасни јер се сабирају са напонима затезања услед савијања плоче под оптерећењем.

Средња температура плоче изазива њено ширење и скупљање: када плоча лежи на глаткој подлози и није слепљена са њом, као последица промене средње температуре јавиће се само промена отвора спојница. У пракси се оваква претпоставка о утицају средњих температура врло често примењује; међутим, у случајевима када је плоча слепљена са подлогом, затим када лежи на врло храпавој подлози и нарочито када је њена дужина већа, потребно је анализирати и утицај промене средње температуре, јер може изазвати знатне промене напонског стања у плочи.

Као посебан вид дејства температуре на бетон бетонског коловоза могу се појавити љуспање или осипање површине, па и разарање бетона у периоду дејства мраза. Ово се може избећи применом адитива и одговарајућих технолошких поступака, као и правилно одабраним саставом бетона, па се у пракси уз довољно пажње, постижу задовољавајући резултати.

● Код цементом стабилизираних материјала, који се користе за израду носећих слојева коловозне конструкције појављују се мања оптерећења и уједно су мање изложени променама температуре и осталим климатским факторима. Због тога није неопходна израда дилатационих спојница нити се траже велике чврстоће материјала. У периоду везивања, долази до скупљања материјала које би приближно одговарало скупљању изазваном падом температуре за 65°C , па се на тај начин код правилно израђеног слоја од цементом стабилизованог материјала, појављују врло мале, чак невидљиве прелине које омогућавају ширење приликом загревања.

У овом случају се као посебан вид дејства температуре могу појавити пукотине на коловозном застору које су рефлектоване из слоја цементне стабилизације. Њихово ширење се знатно убрзава приликом већих температурних промена, нарочито када слој цементне стабилизације има већу чврстоћу и тиме и већи размак између пукотина насталих при скупљању или при паду температуре.

● Утицај температуре на понашање материјала тла је овде разматран кроз два основна вида:

— утицај сезонских промена на физичко-механичке карактеристике тла и

— утицај мраза на понашање тла.

Када су у питању физичко-механичке особине тла, њихову директну везу са променом температуре је тешко дефинисати, осим у случају смрзавања тла. Овде је приказан утицај температуре кроз сезонске промене и кроз његово посредно дејство на влажност тла и са тиме и на механичке особине материјала тла. У току године се модули тла знатно мењају, а нарочито су ниски у периоду крављења када је у тлу садржај воде највећи.

Дејство мраза на тло, као специфичан вид утицаја температурних промена огледа се највише кроз појаву бубрења услед формирања ледених сочива у материјалу. Код материјала осетљивих на смрзавање може доћи до великог бубрења при дејству мраза, па та појава доводи до тешких оштећења коловоза.

Из свега изложеног намеће се закључак да је изузетно важно тачно познавање топлотног режима у коловозној конструкцији током целе године, како би се при анализи понашања појединих слојева, поред температуре које се у њима појављују, могло узети у обзир трајање појединих температурних интервала у току године. О томе ће бити речи у једном од наредних бројева часописа.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] М. Обрадовић, „Коловозне конструкције — асфалтни коловозни застори“, Грађевински факултет у Београду, 1977.
- [2] А. Цветановић, „Основи путева“, Научна књига, Београд, 1982.
- [3] Д. Светел, „Температурна осетљивост битумена“, Часопис института за путеве, 11/1980.
- [4] М. Обрадовић, Материјали са предавања на последипломским студијама на Грађевинском факултету у Београду.
- [5] К. Е. Cooper, P. S. Pell, „The effect of mix variables on the fatigue strength of bituminous materials“, TRRL LR 633 (1974).
- [6] R. Sauterey, „De l'intérêt technique des bitumens durs“, Bulletin des Liaison des Laboratoires des Ponts et Chaussées, 80, nov.—dec, 1975.
- [7] The asphalt Institute (USA) „Design Techniques to Minimize Low-Temperature Asphalt Pavement transverse Cracking Research Report No 81—1/december, 1981.
- [8] J. L. Elvira, J. A. Fernandez, „Comportement mécanique des mélanges bitumineux“, Bulletin des Liaison des Laboratoires des Ponts et Chaussées, special V, dec. 1977.
- [9] P. Autret, A. B. De Boissoudy, „ALIZE III PRACTICE“ Fifth international conference on the structural design of asphalt pavements — Proceedings Vol. 1, august 1982.
- [10] G. Aussedat, „L'Essai de fluage dynamique dans la formation des enrobés et le dimensionnement des chaussées“, Bulletin des Liaison des Laboratoires des Zonts et Chaussée spéc. V, déc. 1977.
- [11] H. F. Southgate, „Structural capacity of in-place asphaltic concrete pavements from dynamic deflections“, Fifth international conference on the structural design of Asphalt Pavement — Proceedings, vol. 1, Ann Arbor, 1982.
- [12] А. Цветановић, „Особине битуменом везаних материјала“, „Пут и саобраћај“, 1—2, 1982.
- [13] А. Цветановић, „Динамички модул крутости асфалтног бетона“, „Пут и саобраћај“, 1—2, 1977.
- [14] J. P. Marchand, M. Dauzatz, „Quelques formules utiles pour le calcul des chaussées sur petites calculatrices programmables“, Bull. liaison Labo. Pantset Ch. 125, 1983.
- [15] The Asphalt Institute (USA), „Research and Development of The Asphalt Institute's Thickness Design Manual (MS-1), Ninth Edition, Research Report No. 82—2, August, 1982.
- [16] S. F. Brown, „Essais triaxiaux sur enrobés bitumineux en chargement répété ou en fluage“, Bulletin des Liaison des Laboratoires des Ponts et Chaussées, spéc. V, déc., 1977.
- [17] M. E. Nunn, „Theoretical evaluation of the effect of temperature on the fatigue behaviour of bituminous road-bases“, TRRL Report LR 594, (1973).
- [18] Институт за испитивање материјала СР Србије, „Извештај о испитивању запреминских деформација скупљања стабилизаних мешавина израбених у Институту за путеве, ИМС Београд, 1984.
- [19] J. M. Gregory i saradnici, „Concrete Roads, Design and Construction Road Research Laboratory, London, 1955.
- [20] V. Veverka, „Dimensionnement des chaussées à revêtement en béton de ciment, Centre de Recherches Routières, Bruxelles, 1985.

Компјутерска симулација саобраћајне буке*)

Мр МИЛАН ВЕЉКОВИЋ, дипл. инж. грађ.
Грађевински факултет, Београд

Оригиналан научни рад
UDK 625.73.098:699.84:681.32.001.57

1.0 УВОД

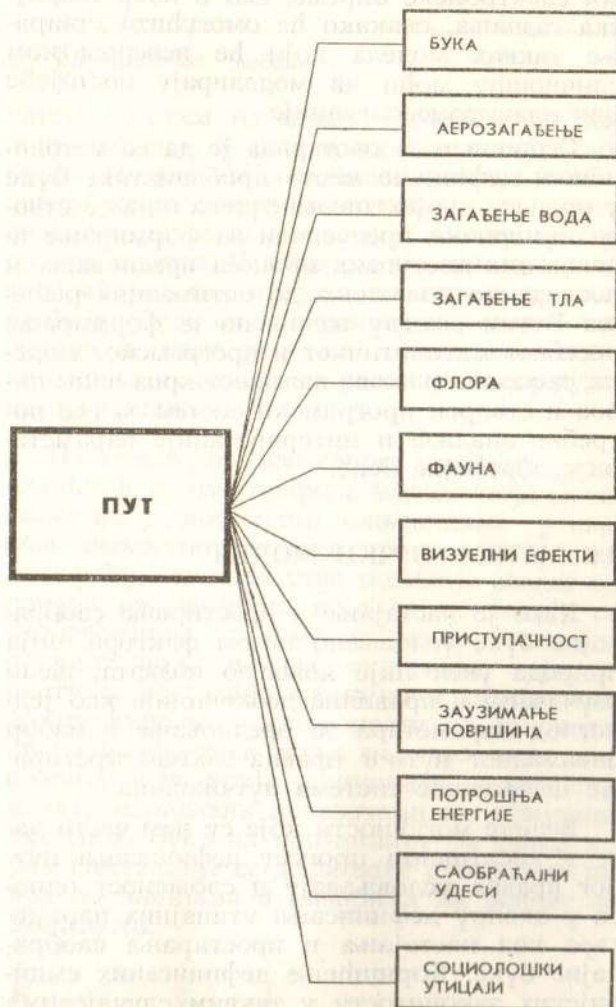
Пројектовање путева по својој природи представља вишеструко комплексан и стваралачки континуални процес који се неизбежно састоји од преплетених креативних и аналитичких поступака. Долажење до оптималног решења неизбежно захтева итеративни процес заснован на доследном поштовању унапред утврђених и верификованих методолошких поступака.

Планиран и пројектован да задовољи одређене друштвене и саобраћајно-економске захтеве, захтеве околине и одређене грађевинско-техничке нормативе, пут своју суштинску интерпретацију добија кроз фазу идејног пројекта.

Кроз основне кораке идејног пројекта, у оквиру оптималног коридора и усвојене програмске услове, једнозначно се, доношењем одлука заснованих на квалитативној анализи нумеричких показатеља, долази до оптималног решења. Процес долажења до оптималног решења нужно се дефинише кроз две фазе које се заснивају на различитим нивоима анализе. У фази прелиминарне оптимализације из породица реалних варијантних решења издвајају се она која испуњавају возно-динамичке критеријуме засноване на поставкама сигурне и удобне вожње. Друга фаза оптимизације подразумева финалне поступке у смислу долажења до поузданих нумеричких показатеља који дефинишу шире значење, сваке од варијаната, кроз трошкове изградње, трошкове експлоатације, безбедност, експлоатационе ефекте и еколошке последице.

Истражујући карактеристике скупа основних односа пут — околина из домена еколошких утицаја (в. сл. 1—01) недвосмислено се дошло до закључка да по тежини

свог негативног утицаја бука долази на прво место. Проблематика буке генерисане од саобраћајног тока се поставља као предмет изучавања овог рада са основним циљем да се, имајући у виду досадашња широка искуства у овом домену у нашој и иностраној научној јавности, дође до реалне методолошке и апликативне основе која би омогућила њено доследно и документовано укључивање у процес пројектовања путева.



Сл. 1-01 — Основни еколошки аспекти односа
пут — околина

*) Рад представља извод из магистарског рада аутора који је под насловом: „Компјутерски модел за симулацију саобраћајне буке на аутопутевима“ одбрањен на Грађевинском факултету у Београду, маја 1987. год.

Рецензент: проф. др Михаило Малетин

Велике могућности које пружају рачунари и поступци математичког моделирања искоришћени су последњих неколико година за значајно напређење сазнања из домена буке. Развој је првенствено био значајан у класама детерминистичког моделирања да би се у последње време појавило и неколико класа стохастичких модела. Први у принципу за основу имају емпиријске законитости, темељене на обимном експерименталном раду, које пружају могућности реализације ефикасних програмских система за примену у свакодневној пројектантској пракси а други, уз обавезно коришћење моћних рачунских система, теорије случајних процеса и поступака симулације, широке могућности истраживања и најсложенијих односа из овог домена.

Класе стохастичких модела наслућују широке могућности у истраживању проблематике буке. Ови модели су развијени и развијају се последњих неколико година али још увек нису крунисани верификованим програмским системом. Могућности које пружају овакве класе модела су велике и још увек довољно неистражене. Даљи развој електронске опреме, као и нова теоријска сазнања, свакако ће омогућити стварање таквих модела који ће невероватном сличношћу моћи да моделирају постојеће или планиране ситуације.

Основни циљ овог рада је да се методолошки дефинише место проблематике буке у процесу пројектовања путева и да се створе нумерички предуслови за формирање адекватних поступака процеса вредновања и последично долажења до оптималних решења У том смислу извршено је формирање посебног математичког и програмског модела, доказана њихова ваљаност кроз више нивоа и створен програмски систем за све потребне анализе и интерпретације параметра саобраћајне буке.

2.0 МАТЕМАТИЧКИ МОДЕЛ

Како је настајање и простирање саобраћајне буке условљено низом фактора, чија природа увек није довољно позната, њено изучавање и правилна дескрипција као једног од параметара за вредновање и избор оптималног путног правца захтева третирање целокупног система пут-околина.

Велике могућности које су нам често дате у креативном процесу дефинисања путног правца условљавају и сложеност односа у оквиру дефинисања утицајних параметара код настајања и простирања саобраћајне буке. Коришћење дефинисаних емпиријских законитости у таквим случајевима представља врло приметан посао који, узгред речено, не даје потребне податке или пак

не даје податке потребног нивоа тачности. Проблем се још више компликује када је то потребно урадити за већи број планираних варијантних решења и из њиховог скупа изабрати оптимално. Компаративне вредности које добијамо снимањем на реалном систему у том случају не можемо поседовати јер једноставно материјализовани реални систем не постоји.

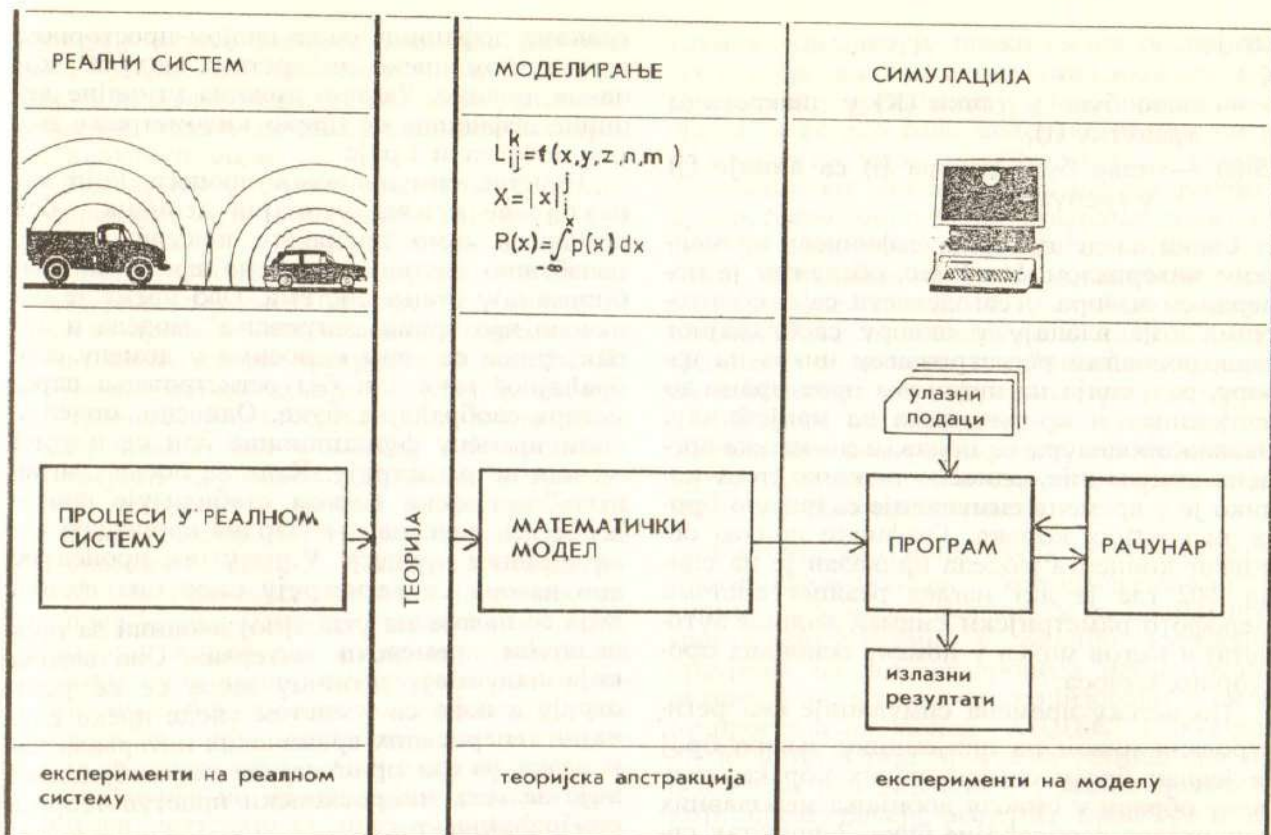
Други приступ наведеној проблематици, квалитативно различит, могућ је кроз формирање сложених математичких модела који нас могу довести до потребних стања реалних система. Математички модел који сам по себи представља теоријску апстракцију односа и стања у реалном систему свој пуни смисао добија развојем рачунарске технике као и за то одговарајућег математичког апарата. Развој рачунарске технике допринео је развоју већег броја класа математичких модела међу којима се као посебна група издвајају и стохастички, динамички и дискретни системи. Суштину ових поступака чини могућност експерименталних истраживања на математичком моделу, који у себи садржи елементе стохастичке природе, и која се као таква уобичајено називају симулацијом.

Прелазак са карактеристика реалног система, преко теоријских сазнања и њихове апстракције изражене кроз математички модел, на поступке симулације шематски је приказан на слици 2-01. Изнесени редослед методолошких корака усвојен је као меродаван и за изучавање проблематике саобраћајне буке у оквиру овог рада.

2.1. Стохастички модел саобраћајне буке

Изучавања саобраћајне буке због њене условљености великим бројем различитих параметара који у себи у већини случајева садрже елементе стохастичких карактера захтева формирање сложеног модела за симулацију. Тако формиран стохастички модел мора да пружи све потребне информације у вези са карактеристикама саобраћајне буке а у функцији од стања и карактеристика саобраћајног тока, просторних и акустичких ограничења и свих других параметара који утичу на ову појаву.

Испуњење наведених захтева могуће је једино формирањем посебног математичког модела чија се основна концепција базира на методологији моделирања функција расподела вероватноћа случајних процеса односно доследној примени метода Монте-Карло. Основну карактеристику оваквог математичког модела сачињавају математички описи најзначајнијих подсистема (возило, саобраћајни ток, просторна ограничења, акустичка ограничења и сл.) чије карактери-



Сл. 2-01 — Процес формирања симулационог модела

стике и међусобне односе такође дефинишу законитости стохастичког карактера. Дефинисањем наведених односа, као и стања комплексног система у целини, у току сваког корака симулационог поступка добијају се показатељи саобраћајне буке а затим и коначна стања која репрезентују укупне односе.

2.2. Основне карактеристике модела

Основне претпоставке методологије моделирања случајних процеса, за потребе конкретног модела за симулацију саобраћајне буке, реализоване су у оквиру скапна дискретних временских интервала константне вредности који представљају време трајања симулације. У оквиру тако дефинисаног времена систем скоковито мења своја стања репрезентујући тако односе који у њему владају а који су резултат унутрашњих и спољашњих поремећаја. Скуп овако дефинисаних стања, која с обзиром на свој број могу представљати статистички узорак, уз одређене поступке интерпретације представљају квантификацију понашања реалног система.

Истраживање проблематике саобраћајне буке, на претходно дефинисаним поставкама општег стохастичког модела, реализовано је у домену микроскопског приступа математичком моделу који подразумева изу-

чавање односа на нивоу елементарних делова система. У склопу проблематике саобраћајне буке микроскопски приступ је obeлежен квантитативним односима на нивоу сваког појединачног извора и њихових међусобних односа. С обзиром на чињеницу да саобраћајни ток представља генератор саобраћајне буке ови односи су моделски описивани за свако од возила из његовог састава и укупних односа на релацији извор-путања-пријемник.

Из претходно изнесеног концепта произашла је и сама природа модела који се темељи на једноставним чињеницама: у сваком дискретном кораку процеса симулације одређује се апсолутна позиција сваког од извора на линијама које се поклапају са саобраћајним тракама у оквиру утицајне деонице пута, његове акустичке карактеристике, редукције на путању простирања до пријемника у сагласности са законитостима простирања звука на отвореним просторима и на крају „сакупљају“ и прорачунавају меродавни показатељи на пријемнику. Ниво буке на пријемнику за сваки корак симулације се дефинише сумирањем нивоа по линијама и изворима на основу законитости:

$$L_{t=10} = 10 \log \sum_{j=1}^K \sum_{i=1}^1 10 L_{ij}(t)/10$$

где је:

K

L_i — ниво буке у тачки (K) у дискретном тренутку (t),

$L_{ij}(t)$ — ниво буке извора (i) са линије (j) у тренутку (t).

Сваки следећи корак, дефинисан временским интервалом $\Delta t = 1$ sec, обележен је померањем извора у сагласности са законитостима које владају у оквиру саобраћајног тока, поновним регистровањем нивоа на извору, редукција на путањама простирања до пријемника и прорачунима на пријемнику. Оваква процедура се понавља до истека времена симулације, односно онолико пута колико је у времену симулације садржано броја дискретних корака. Графички приказ основног концепта модела приказан је на слици 2-02 где је дат изглед реалног система (аерофотограметријски снимак деонице аутопута) и његов модел у домену основних просторних односа.

По истеку времена симулације сви регистровани нивои на пријемнику, њихов број је једнак броју симулационих корака, подлежу обради у смислу добијања меродавних параметара саобраћајне буке. Завршетак симулационог процеса обележен је добијањем нумеричких показатеља за дефинисање излазне променљиве које представљају интерпретацију тражених односа и показатеља одређених стања.

Дефинисани основни концепт математичког модела за симулацију саобраћајне буке садржи још неке карактеристике које представљају његово битно обележје. Линије извора које се поистовећују са саобраћајним

тракама дефинишу се са својом просторном геометријом преко дискретних модула коначне дужине. Укупна дужина утицајне деонице дефинише се преко километраже њеног почетка и краја.

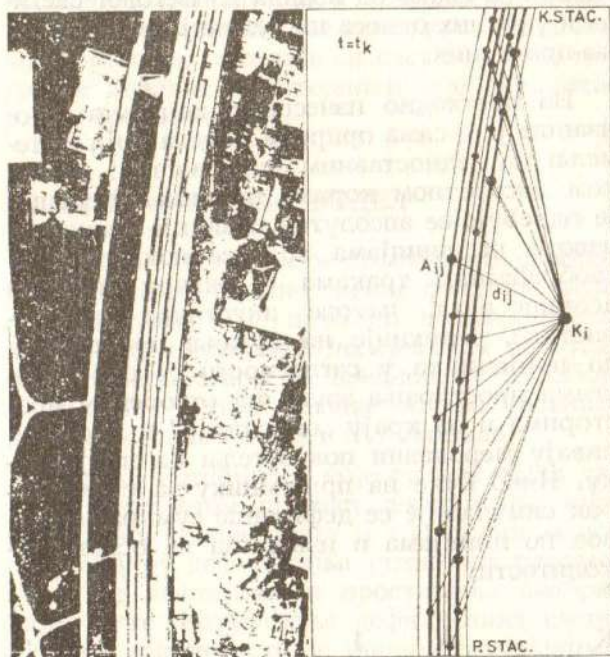
Почетак симулационог процеса, који карактерише празна утицајна деоница, без возила, и само генерални полазни услови неизбежно захтева одређено време за стабилизацију стања система. Ово време је означено као време „загревања“ модела и карактерише се свим односима у домену саобраћајног тока али без регистровања параметара саобраћајне буке. Односно, модел у овом времену функционише али се његови одзиви не региструју. Када се после „загревања“ моделски систем стабилизује понавља се већ описана стандардна процедура симулационог процеса. У току ове процедуре као извори се региструју само она возила која се налазе на утицајној деоници за припадајући временски интервал. Она возила која напуштају деоницу више се не региструју а нова се у систем уводе преко случајно генерисаних временских интервала наилазака уз све припадајуће карактеристике које захтева микроскопски приступ теорије саобраћајног тока.

Сви односи који карактеришу физичку структуру, из оквира просторних односа, током процеса симулације остају непромењени и моделски су описани тако да реално карактеришу постојеће или планирано стање. Акустичка интерпретација оваквих односа урађена је у оквиру посебне моделске целине која карактерише простирање звука на отвореним просторима.

Све изнесене поставке представљају само основни оквир математичког модела за симулацију саобраћајне буке. Детаљно математичко моделирање извршено је за све подсистеме (возило, ток, саобраћајница, акуке, пријемник итд.) чиме је створена могућке, пријемник итд.) чиме је створена могућност интегралног моделирања свих односа у реалном систему.

3.0. ПРОГРАМСКИ МОДЕЛ

Долажење до стања и показатеља иоле сложнијих реалних система на бази развијених математичких модела једноставно је немогуће, а данас већ и незамисливо, без коришћења могућности рачунара. У том смислу се као незаменљиви корак после формирања математичких модела подразумева креирање његовог програмског модела за рачунар. Кроз програмски модел (програм) сједињују се све теоријске, моделске и методолошке карактеристике на бази чега се добија оперативни систем кроз чију реализацију долазимо до квантификације



Сл. 2-02. — Основни просторни концепт математичког модела

жељених стања реалног система. На бази тако добијених података у стању смо да пружимо документоване одговоре на сва питања из домена задатака постављених пред математички модел.

Узимајући у обзир све карактеристике саобраћајне буке и односе који се у том смислу јављају, као манифестације реалног система чија садашња и будућа стања истражујемо, методолошке поставке и реалне захтеве процеса пројектовања одређени су и најшири оквири програмског модела. Да би његова имплементација у постојеће поступке процеса пројектовања била битно олакшана, првенствено у смислу већ постојеће стандардне програмске подршке у том домену, програмски модел је формиран на бази интеграције са извесним бројем програма система „ХИДЕС“ (Highway Design System). Оно што се као полазни корак поставља пред један овакав програмски модел свакако је и захтев да његове могућности на почетку буду тако конципиране да се касније могу без посебних модификација користити за шира уопштавања и различите врсте интерпретације. Ови захтеви програмски најчешће не представљају посебан проблем али захтевају унапред смишљене методолошке кораке за надградњу.

Узимајући у обзир све наведене чињенице програмски модел за симулацију саобраћајне буке је реализован под називом „БУКА“ у програмском језику опште намена (ФОРТРАН) за рачунар DEC-20 Грађевинског факултета у Београду.

3.1. Организација програмског модела

Основне поставке које се тичу организације самог програмског модела заснивају се на неколико битних чињеница. Прва је везана за захтеве које намећу карактеристике самог математичког модела. Будући да је математички модел реализован у класи дискретних и стохастичких модела са константним кораком, који своју реализацију добија кроз дефинисано време трајања симулационог процеса, организација самог програмског модела је морала бити подређена тој чињеници. То првенствено значи да читав програмски модел мора функционисати у циклусу симулационог времена описујући у сваком кораку стање реалног система.

Друга чињеница од посебне важности за организацију програмског модела представља коришћење програмског језика опште намене. Будући да је програмски језик опште намене оријентисан на класичне наредбе којима се описују ситуације реалног система, за разлику од симулационо оријентисаних језика који пружају могућности креирања блокова, и које се најефикасније про-

грамски организују преко скупа подпрограма, цео програмски модел има изражену подпрограмску организацију. Ово првенствено значи да су одређене моделске целине своју подпрограма који се обједињују у оквиру симулационог циклуса. Ова карактеристика првенствено омогућује: стварање програмског модела независног од специфичности самог симулационог система, значајну програмску флексибилност и слободу у дефинисању података, стварање компактног програмског модела са могућношћу значајне оптимизације рачунарске меморије и времена. Оваква организација међутим захтева обиман програмерски рад и неизбежно укључивање додатних поступака око тестирања и верификације модела.

Следећа чињеница, која даје обележје програмском моделу, је већ изнесена констатација да је модел формиран са идејом програмске интеграције у оквиру постојећих програма из домена процеса пројектовања путева. Ови захтеви су реализовани у склопу програмског пакета „ХИДЕС“. С обзиром да је интеграција програма замишљена првенствено над датотеком улазних података, који представљају резултат просторног дефинисања саобраћајнице кроз програме „AXIS“, „SETOF“ и „GRADI“ то је структура улазних података овог програмског модела подређена структури излазних резултата наведених програма.

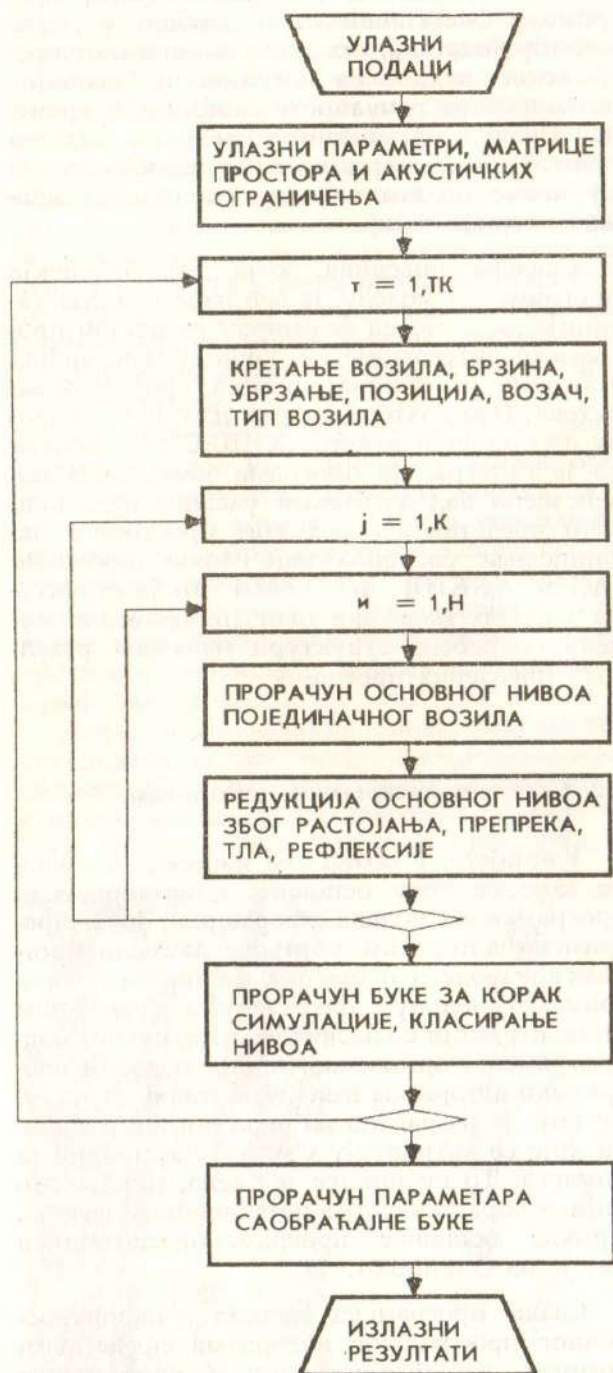
3.2. Основни програмски алгоритам

Узимајући у обзир све изнесене чињенице које се тичу основних карактеристика програмског модела формиран је и програмски алгоритам који све замисли програмског модела преводи у јединствену програмску целину. Захваљујући усвојеном концепту, који се заснива на израженој подпрограмској организацији, сам основни програмски алгоритам има једноставну структуру која је изграђена из низа логичних целина које се активирају у оквиру три основна циклуса. То су циклус времена, циклус линија извора и циклус појединачних извора. Приказ основног програмског алгоритма дат је на слици 3-01.

Свака програмска целина у оквиру основног програмског алгоритма представља логичан део математичког и програмског моделирања одређених односа реалног система. Тако се у оквиру програмске целине која креира улазне податке поред учитавања основних података врши и сортирање података добијених из програмског пакета „ХИДЕС“, као резултат просторног дефинисања линија извора, и формирање јединстве-

них просторних матрица које се даље у програм уводе као класични улазни подаци.

Основни програмски циклус у коме функционише цео систем је циклус по времену симулације. Његов корак је одређен временским трајањем од једне секунде а дужина укупним временом трајања симулационог процеса.



Сл. 3-01. — Основни програмски алгоритам за симулацију саобраћајне буке

Карактеристична програмска целина чији је основни задатак описивање карактеристика саобраћајног тока као резултат даје информациону основу у виду матрице ста-

ња за сваки корак симулације кроз коју се дефинише позиција возила, њихова брзина, убрзање, возач и тип возила. Када су позиције свих извора дефинисане заједно са њиховим возно-динамичким карактеристикама даљи ток прорачуна параметара саобраћајне буке се одвија у оквиру циклуса по линијама извора и појединачним изворима. Наиме, за сваку линију извора и све изворе у оквиру једне линије врши се дефинисање основног нивоа према већ дефинисаним законитостима у оквиру математичког модела.

За сваку путању извор-пријемник, кроз следећу програмску целину, дефинишу се редукције основног нивоа које су последица растојања, постојања физичких препрека, заштитних конструкција, додатних ефеката апсорпције, рефлексије итд. а опет у свему према законитостима дефинисаним у оквиру математичког модела ових појава. Сваки овако добијени ниво региструје се на пријемнику и по завршетку циклуса линија и извора за један корак симулације рачуна ниво саобраћајне буке. Оваква процедура се понавља кроз цео симулациони циклус.

Завршетком симулационог циклуса на пријемнику добијамо регистрованих ТК нивоа, њихов број једнак је броју корака симулације односно броју секунди трајања симулационог процеса, на бази којих се кроз програмску целину која обухвата прорачун параметара саобраћајне буке добијају подаци за произвољну тачку у простору.

Посебну програмску целину, у оквиру основног програмског алгоритма, представља целина за креирање излазних резултата чије специфичности одговарају већ изнетим поставкама, првенствено у смислу могућности даљих коришћења и њихове интерпретације. У смислу детаљнијег дефинисања на даље се износе само карактеристике програмске целине која креира излазне резултате.

3.3. Излазни резултати

Програмско креирање излазне датотеке реализовано је у два дела. Део излазних резултата формира се у оквиру програмске целине за прорачун параметара саобраћајне буке а део у оквиру посебне програмске целине излазних резултата.

Део резултата који се формирају у оквиру програмске целине за прорачун параметара саобраћајне буке логична су последица ефикаснијег коришћења формираног статистичког пакета у оквиру кога се и добијају кључни излазни резултати.

Да би се омогућила флексибилност излазних резултата с обзиром за честим потребама алфанумеричког дефинисања и означавања пројекта, фазе пројекта, деонице пу-

та на којој се рачунају параметри саобраћајне буке и других података који омогућавају прегледно праћење излазних резултата формирана је и посебна програмска целина која пружа овакве могућности. Ово је било од посебне важности с обзиром на изнесена настојања да се креирани програмски модел укључи у дефинисане методолошке кораке процеса пројектовања путева.

Следећа програмска целина представља део програма који формира датотеке појединих меродавних параметара са подацима о просторном положају пријемника чиме се омогућава формирање основе нумеричког модела, у ситуацијама поновљеног прорачуна за више пријемника, и стварају услови за више нивое интерпретације показатеља саобраћајне буке. Основна излазна датотека програмског модела за дефинисање параметара саобраћајне буке садржи следеће податке.

- алфанумеричке податке који дефинишу пројектну документацију,
- податке просторног дефинисања пријемника,
- податке о основним показатељима саобраћајног тока,
- хистограм нивоа са бројем узорака по класама, релативном и кумулативном фреквенцијом,

GRADJEVINSKI FAKULTET ZAVOD ZA SAOBRAĆAJNICE I GEOTEHNIKU
PRORACHUN PARAMETARA SAOBRAĆAJNE BUKE AUTOPUT: BEOGRAD-ZAGREB
TACKA 99.125 Y= 45229.89 X= 65884.50 Z= 92.50
SAOBRAĆAJNO POREKLOSNJE: 1632 V32/H RTV 27.0 VSRED= 77.26

5	10	15	20	25	30	35%	BROJ	FREQ	CUMUL
35	1						0	3.00	100.00
37	1						0	3.00	100.00
39	1						0	3.00	100.00
41	1						0	3.00	100.00
43	1						0	3.00	100.00
45	1						0	3.00	100.00
47	1						0	3.00	100.00
49	1						0	3.00	100.00
51	1						0	3.00	100.00
53	1						0	3.00	100.00
55	XXXX						8	0.00	100.00
57	XXXX						9	3.00	97.00
59	XXXX						8	2.67	94.33
61	XXXXXXXX						12	4.00	90.33
63	XXXX						25	4.33	82.00
65	XXXXXXXXXX						15	5.00	77.00
67	XXXXXXXXXX						28	9.33	67.67
69	XXXXXXXXXXXXXX						48	16.00	51.67
71	XXXXXXXXXXXXXX						58	19.33	32.33
73	XXXXXXXXXXXXXX						55	18.33	14.00
75	XXXXXXXXXX						30	10.00	4.00
77	XXXX						12	4.00	0.00
79	1						0	2.00	0.00
81	1						0	0.00	0.00
83	1						0	0.00	0.00
85	1						0	0.00	0.00
87	1						0	0.00	0.00
89	1						0	0.00	0.00
91	1						0	0.00	0.00
93	1						0	0.00	0.00

L01=74.50 L05=72.00 L10=71.80 L50=67.17
L90=59.89 L95=56.50 L99=53.67 SIGMA= 4.85
LE0=70.05 OL=16.30 TNI= 79.96 LNP= 82.48

Сл. 3-02. — Излазни резултати процеса симулације — хистограм нивоа са показатељима

- кумулативну криву са фреквенцијама,
- показатеље нивоа саобраћајне буке (L01, L05, L10, L50, L90, L95, L99, Leg, DL, TNI, LNP, σ)

На овај начин добијени подаци дају свестрани увид у проблематику саобраћајне буке, за сва стања реалног система, и пружају могућности вишеструке квантификације што свакако значајно повећава квалитет доношења одлука у овом домену. Приказ основних излазних резултата дат је на сликама 3-02 и 3-03.

GRADJEVINSKI FAKULTET ZAVOD ZA SAOBRAĆAJNICE I GEOTEHNIKU
PRORACHUN PARAMETARA SAOBRAĆAJNE BUKE AUTOPUT: BEOGRAD-ZAGREB
TACKA 99.125 Y= 45229.89 X= 65884.50 Z= 92.50
SAOBRAĆAJNO POREKLOSNJE: 1632 V32/H RTV 27.0 VSRED= 77.26

5	10	15	20	25	30	35%	BROJ	FREQ	CUMUL
35	1						0	3.00	100.00
37	1						0	3.00	100.00
39	1						0	3.00	100.00
41	1						0	3.00	100.00
43	1						0	3.00	100.00
45	1						0	3.00	100.00
47	1						0	3.00	100.00
49	1						0	3.00	100.00
51	1						0	3.00	100.00
53	1						0	3.00	100.00
55	XXXX						8	0.00	100.00
57	XXXX						9	3.00	97.00
59	XXXX						8	2.67	94.33
61	XXXXXXXX						12	4.00	90.33
63	XXXX						25	4.33	82.00
65	XXXXXXXXXX						15	5.00	77.00
67	XXXXXXXXXX						28	9.33	67.67
69	XXXXXXXXXXXXXX						48	16.00	51.67
71	XXXXXXXXXXXXXX						58	19.33	32.33
73	XXXXXXXXXXXXXX						55	18.33	14.00
75	XXXXXXXXXX						30	10.00	4.00
77	XXXX						12	4.00	0.00
79	1						0	2.00	0.00
81	1						0	0.00	0.00
83	1						0	0.00	0.00
85	1						0	0.00	0.00
87	1						0	0.00	0.00
89	1						0	0.00	0.00
91	1						0	0.00	0.00
93	1						0	0.00	0.00

L01=74.50 L05=72.00 L10=71.80 L50=67.17
L90=59.89 L95=56.50 L99=53.67 SIGMA= 4.85
LE0=70.05 OL=16.30 TNI= 79.96 LNP= 82.48

Сл. 3-03. — Излазни резултати процеса симулације — кумулативна крива са показатељима

4.0 ВЕРИФИКАЦИЈА И ВАЉАНОСТ МОДЕЛА

Сваки математички модел који је реализован у виду адекватног програмског модела са основним задатком да се експериментисањем на њему изуче карактеристике и понашање реалног система, мора бити подвргнут свестраној оцени пре него што се на основу његовог понашања донесе било каква закључак о реалном систему.

Неизбежна потреба да се приликом моделирања сваког иоле сложенијег реалног система приступи селекцији излазних променљивих, процеса и односа између њих ко-

ји га репрезентују још више потенцира потребу, да се сваки модел мора вишеструко потврдити кроз процедуре којима се доказује његова исправност.

Проблематику при одређивању дефинисане исправности, под којом се подразумева његово веродостојно репрезентирање особина реалног система у оквирима унапред одређених граница, свакако представља још увек непостојећа јединствена научна подлога која би сваки модел у процесу креирања водила коначном успеху. Изнесене чињенице нас доводе у ситуацију да се сваки модел као адекватан мора потврђивати тек у тренутку када је потпуно оформљен.

Узимајући у обзир све наведено, у поступцима моделирања су се искристалисали неки поступци верификације као и дефинисања ваљаности математичких модела са којима је могуће одредити њихову подобност у односу на реални систем. У том смислу подвргнут је истраживању и креирани математички модел, односно програмски систем, „БУКА“ са идејом да се након спроведених процедура недвосмислено и документовано донесе одлука о његовој исправности.

4.1. Верификација модела

Верификација представља поступак најнижег ступња у дефинисању исправности одређеног модела. За потребе конкретног модела спроведена је на свим његовим деловима и моделу као целини првенствено због провере исправности грађених теоријских поставки. Поступак верификације програмског модела за симулацију буке у смислу исправности самог програма вршена је, с обзиром на његову општу концепцију, преко верификације логичких делова, појединих подпрограма и програма у целини. Суштина изнетих поступака верификације била је да се за једноставна и позната стања, система испита функционисање програмског модела. У тим корацима проблем адекватности с обзиром на конкретни реални систем није постављен. Даља верификација модела извршена је кроз тестирање генератора псеудослучајних бројева, с обзиром на њихов значај у поступцима симулације, а затим и реалност моделирања функција расподеле. У групу ових поступака укључена је и процедура интерене верификације.

Осетљивост излазних величина с обзиром на време трајања симулације представља битан критеријум у поступку верификације математичког модела. У почетној фази симулације модел се у принципу налази у прелазном стању, кога битно карактеришу почетни услови, и које никада није типично за реални систем. После извесног времена

трајања симулационог поступка коректни модели теже свом равнотежном стању.

Са становишта истраживања реалних система од важности могу бити вредности излазних променљивих добијених само у тим условима. Прелазак сваког дискретног стохастичког модела у равнотежно стање је у принципу асимптотски процес у ком смислу се равнотежном стању постепено приближавамо у току трајања симулације.

Битно је истаћи да још увек не постоји екзактно правило којим се прелазно стање може одвојити од равнотежног, мада је то од битног значаја у колико се води рачуна о трошковима усимулације. Приближавање равнотежном стању је често врло споро при чему је време симулације несразмерно дуго. У том смислу се, с обзиром на истраживању проблематику и границе осетљивости излазних променљивих, можемо се задовољити и псеудоравнотежним стањем модела и за такве услове вршити даље анализе добијених резултата.

За потребе формираног модела време симулације је одређено у два корака. Први корак се односи на потребно време „загревања“ модела с обзиром на параметре и карактеристике саобраћајног тока за време чијег трајања се параметри буке и не региструју. Други корак с односио на истраживање утицаја времене симулације после „загревања“ модела на добијене вредности излазних променљивих. Први део проблема решен је у оквиру модела самог саобраћајног тока док је други третиран у оквиру поступака верификације.

У смислу изнетих чињеница извршени су поступци симулације са променљивим временом трајања и регистрована вредност излазних променљивих. С обзиром на карактер саобраћајне буке, као и поставке регулативе везане за њено регистровање и прорачунавање у погледу тачности дошло се до закључка да све вредности трајања симулационог поступка $T > T_1 = \text{сеп.}$ карактеришу особине задовољавајућег псеудоравнотежног стања. У том смислу се трајање симулационог поступка од $T = 300$ сеп. може сматрати минималним, уједно и довољним, временом за даље експерименте.

4.2. Ваљаност модела

Проблем дефинисања ваљаности математичког модела представља у суштини његову проверу у односу на реални систем. У том смислу се од модела захтева да његово понашање буде адекватно понашању реалног система, односно, да излаз математичког модела буде адекватан својствима реалног система. Јасно је при томе да се под

дефиницијом „адекватно понашање” подразумева задовољавајући ниво слагања с обзиром на све околности дефинисане током процеса моделирања. Неизбежно је при томе у сваком конкретном случају тражити оптимални однос између комплексности модела, потребне тачности, броја променљивих које се прате и којима се карактерише систем као и време симулације.

Математички модел који би у себи садржао све законитости реалног система у сваком случају би био ваљан по свим параметрима, али га је као таквог, за сваки комплекснији систем нерационално па скоро и немогуће формирати. Идеализација реалног система преточена кроз теоријска сазнања у математички модел увек мора бити таква да узимајући у обзир све изнете чињенице реално одсликава изучавани систем. У том смислу се ваљаност сваког овако верификованог модела мора и доказати од њених најнижих ступњева па до самих структурних карактеристика.

4.2.1. Репликативна ваљаност модела

Репликативна ваљаност модела обично се карактерише као полазни и основни ниво ваљаности. Суштина овог поступка састоји се у упоређењу података добијених симулацијом на моделу и снимљених на реалном систему. У смислу дефинисања ове процедуре снимање су меродавне карактеристике реалног система које се односе на саобраћајни ток, саобраћајницу и околину, и као такве, увођење у математички модел као улазни подаци, с тим што су добијени излази за тако дефинисани поступак упоређивани са снимљеним „излазима” реалног система. За дефинисање репликативне ваљаности подаци су подвргнути регресионој анализи. У смислу изнетих чињеница посебно су дефинисани поступци експерименталног истраживања реалног система и експерименталног истраживања на математичком моделу.

Експериментална истраживања реалног система, у смислу дефинисања репликативне ваљаности формираног математичког модела, објективно су увек скопчана са проблемима његове сложености, у ком смислу се скоро увек морају проводити на узорку реалног система. За потребе овог рада сва експериментална истраживања извршена су на ауто-путу Београд — Загреб на деоници Сурчин — Национал.

За потребе извођења експерименталног рада, односно дефинисања стандардне процедуре мерења, коришћени су важећи стандарди који се директно односе на мерење саобраћајне буке у функцији параметара

саобраћајног тока. Основне поставке стандарда које се односе на положај мерне опреме у попречном профилу саобраћајнице условљене су чињеницом да је приликом мерења неопходно избећи: ефекте ваздушног вртложења који се јављају као последице кретања возила, утицај попречног нагиба профила с обзиром на висински положај линија извоза, утицај заштитне оgrade у зеленом разделном појасу као и ефекте апсорпције тла. На основу свих ових поставки дефинисан је и положај мерне опреме у профилу ауто-пута.

Узимајући у обзир карактеристике буке, а у смислу њеног објективног дефинисања, за регистровање су коришћени 15-минутни интервали са кораком узимања узорка од 0,2 сец. Као меродавни показатељи регистровани су L01, L10, L50, L90, L99 и Leg.

Параметри саобраћајног тока који се односе на меродавно оптерећење и структуру регистровани су такође у 15-минутним интервалима и касније коришћени као улазни подаци за процедуру симулације. Метеоролошки параметри су регистровани у интервалима од једног сата на најближој метеоролошкој станици удаљеној од мерног пресека око 2 км.

У вези са постављеним циљевима у погледу мерења параметара саобраћајне буке, који се првенствено односе на потребну тачност, као и у вези са могућностима презентације измерених вредности за реализацију експеримената коришћена је следећа опрема:

— Микрофон В & К тип 4165 пречника 1/2" са осетљивошћу од 50 mV/Pa и опсегом од 2,6 Hz до 16 kHz заједно са одговарајућим предпојачавачем тип 2619,

— Статистички анализатор нивоа В & К тип 4426 са мерним опсегом од 26—130 dB(A) уз микрофон 4165,

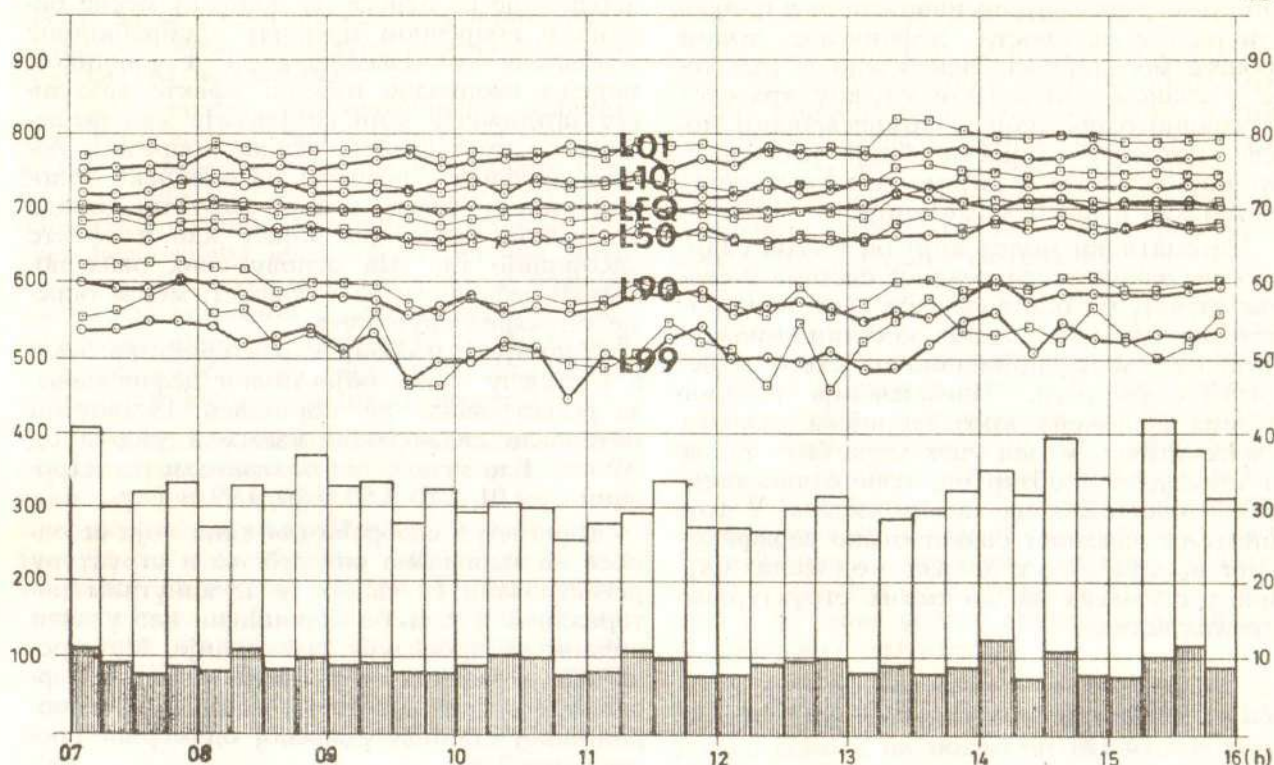
— Алфанумерички штампач В & К 2312.

Експериментална истраживања на моделу, условљена процедуром одређивања његове репликативне ваљаности, извршена су у оквиру скупа података добијених снимањем реалног система. У вези с тим јасно се дефинишу два нивоа података који су увођени у процес симулације. Једну групу чине они фактори чије се вредности током целокупног процеса одржавају на истом нивоу а други они фактори чији је ниво, сагласно реалном систему, мењан од случаја до случаја. У прву групу података спадају:

— сви елементи којима се дефинише утицајна деоница (геометрија, коловоз, почетна и крајња стационажа),

— подаци о просторном дефинисању пријемника с обзиром да је његова позиција током целог експеримента била непромењена.

— подаци о физичкој околини дефинисани у апсолутном YXZ систему.



Сл. 4-01. — Результаты эксперимента на модели и реальном систему

Другую группу података сачињавају показатељи реалног система регистровани током експеримента а односе се на:

- саобраћајно оптерећење изражено као (Q voz/h) по смеру,
- проценат теретних возила по смеру,
- подаци о метеоролошким условима,

За овако дефинисану процедуру експеримента на моделу, коришћењем симулације, добијени су подаци о појединим параметрима саобраћајне буке за све случајеве из области реалног експеримента. Графичка презентација добијених вредности заједно са мерним приказана је на слици 4-01.

За оцену репликативне ваљаности математичког модела, будући да располажемо скупом парова (X_i , Y_i) вредности добијених као одзив реалног и програмског система, потребно је одредити њихову међусобну повезаност.

У ситуацијама неповољне оцено о овој повезаности математички модел се мора кориговати а затим поновити процедура доказивања његове ваљаности. Упоребење одзива реалног и програмског система могућа је низом процедура полазећи од основних статистичких законитости па до поступка факторске, спектралне и регресионе анализе. За потребе одређивања репликативне ваљаности математичког модела за симулацију буке коришћена је корелациона анализа. Као показатељ узајамне повезаности скупом

ва (X_i , Y_i) коришћен је коефицијент корелације.

За потребе дефинисања репликативне ваљаности извршена је анализа добијених података у два корака. У првом кораку је третиран скуп свих показатеља, односно нивоа L01, L10, L50, L90 и Leq. Иста процедура у другом кораку поновљена је за сваки од показатеља. Корелациона анализа за све податке третиране као јединствени скуп даје оцену о моделу као целини, дакле у домену свих параметара у ком случају повезаност између узорака сваке од група нема битног утицаја. У том смислу је могуће да коефицијент корелације показује висок ниво значајности а да у исто време она буде ниска или чак безначајна у оквиру појединих група. Из тог разлога извршена је анализа и појединих параметара.

Осим дефинисања коефицијента корелације и његове значајности за сваки од параметара саобраћајне буке анализираних у оквиру репликативне ваљаности модела извршена је и регресиона анализа и одређене једначине регресије. На слици 4-02 приказани су резултати анализе за цео модел.

На основу спроведене анализе може се закључити, за груписане податке и поједине параметре, да модел у целини реално репрентује природни модел. Изнете чињенице доказују став о могућности прихватања модела на нивоу репликативне ваљаности.

Процедуре доказивања модела спроведене су и на нивоу предикативне и структурне ваљаности где је такође доказано да се модел на свим овим нивоима може прихватити као реалан и да пружа све могућности за симулацију стања реалних система.

5.0 МОГУЋНОСТИ ПРИМЕНЕ У ПРОЈЕКТОВАЊУ ПУТЕВА

Претходна истраживања спроведена у смислу дефинисања проблематике буке у процесу пројектовања путева, избора и разраде математичког и програмског модела као и његова верификација показали су да је достигнут ниво који недвосмислено допушта значајне могућности у погледу примене.

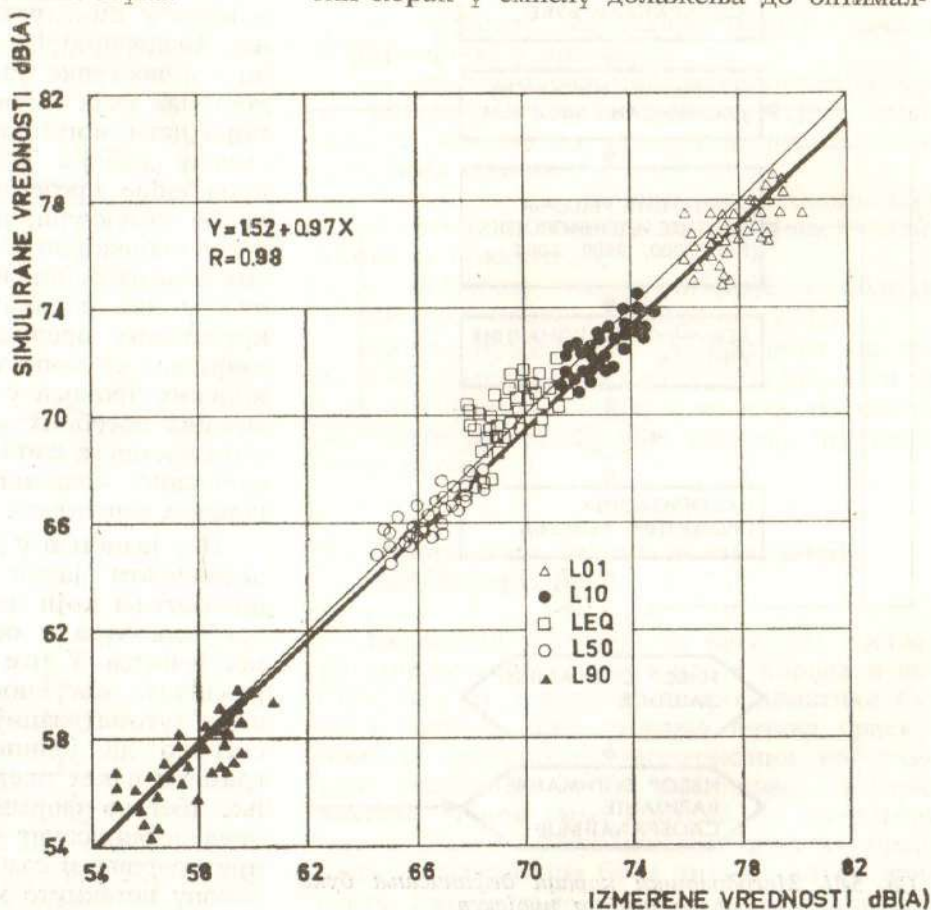
Претходна констатација се првенствено огледа у могућностима прецизног одређивања меродавних параметара буке у произвољној тачки простора уз истовремену могућност постојања великог броја саобраћајних, просторних и акустичких ограничења. У том смислу је омогућено детаљно просторно дефинисање утицајне саобраћајнице и њене околине, конструкција у профилу подигнутих као заштитни објекти, детаљно описивање саобраћајног тока кроз реализацију његовог микроскопског модела, као и сва припадајућа акустичка ограничења везана за извор, путању и пријемник звука.

Овако формиран математички, односно програмски модел нуди двојаку могућност: истраживање фундаменталних законитости везаних за проблематику буке, њихову дескрипцију и могућа уопштавања и стварање интегрисаног програмског система који развијен око основног програмског модела нуди реалне могућности високе аутоматизације дела пројектантског поступка везаног за дефинисање саобраћајне буке.

Да би претпостављени програмски систем могао функционисати у склопу већ дефинисаних корака неопходно је пре свега одредити место буке као еколошког параметра у наведеним процедурама. У том смислу је потребно пре формирања самог система дефинисати методолошке кораке, затим неопходне поступке у интегралном третирању проблематике буке и саму организацију истраживачког поступка да би се на крају могао дефинисати програмски систем који би задовољавао све изнесене поставке и био директно усађен у уобичајене пројектантске кораке.

5.1. МЕТОДОЛОШКИ ПОСТУПЦИ ДЕФИНИСАЊА БУКЕ У ПРОЈЕКТОВАЊУ ПУТЕВА

У склопу методологије пројектовања путева идејни пројекат се истиче као суштински корак у смислу долажења до оптимал-



Сл. 402. — Регресиона анализа укупних показатеља

ног решења. Суштину овог корака представља избор оптималне варијанте из скупа реалних дефинисаних у фази генералног пројекта а на основу низа унапред задатих критеријума. Како бука представља један од најзначајнијих еколошких показатеља из скупа односа пут-околина то се реално намеће захтев за методолошким дефинисањем поступка изучавања ове проблематике у фази идејног пројекта.

Полазни корак у смислу наведених чињеница (в. сл. 5-01) за скуп унапред дефинисаних реалних варијанти представља анализа показатеља буке за сваку од њих. Резултати ове анализе захтевају представљање у виду нумеричких и графичких показатеља у ком смислу се једино документовано може дефинисати однос, сваке од анализираних варијанти, на релацији пут-околина.

У смислу дефинисања проблематике буке везано за њене негативне утицаје, као и задовољење прописаних законских норми, неопходна је даља анализа добијених нумеричких показатеља. У случајевима када меродавни показатељи ни у једном случају не прекорачују прописане вредности може се директно прећи на избор оптималне варијанте.

У ситуацијама када су дозвољени нивои прекорачени проблематика буке се преводи у домен истраживања мера заштите.

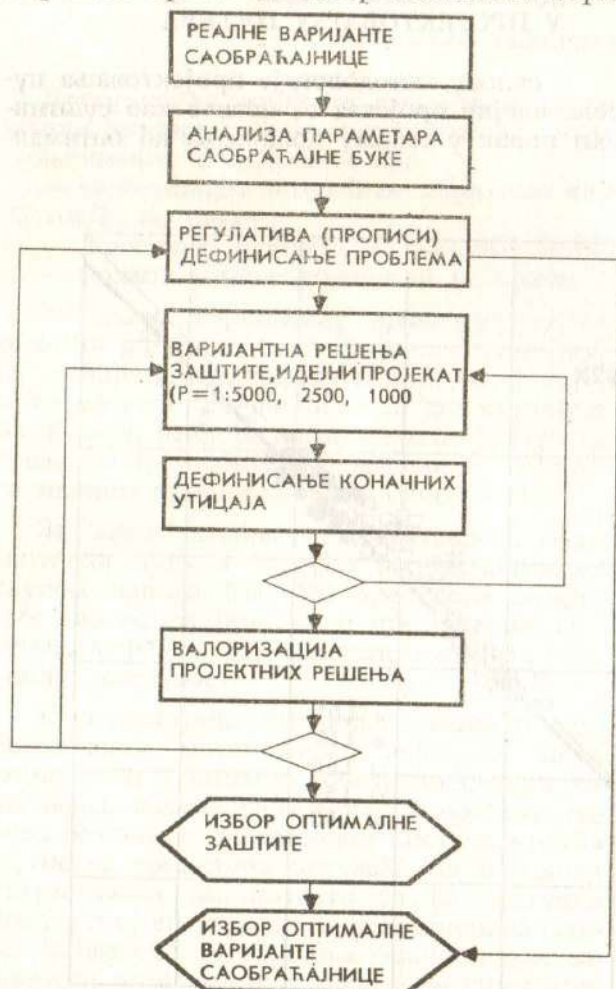
Идејни пројекат заштите од саобраћајне буке обухвата комплексно сагледавање читаве проблематике сложеног система пут-околина и решење проблема буке тражи за сваку од варијаната кроз већи број алтернативних решења. Свако овакво решење захтева опет једнозначно дефинисање преко нумеричких и графичких показатеља у домену простора и саобраћајнице. За свако од алтернативних решења заштите дефинишу се коначни показатељи буке и спроводи поступак валоризације пројектних решења.

Сваки од ових корака може захтевати враћање на полазне поставке било да се покаже да поједина решења нису реална па је потребно тражити нова и специфична, било да се након поступка валоризације морамо вратити у домен поновног испитивања самог проблема.

Када су решења заштите, кроз кораке идејног пројекта, доведена до свог коначног дефинисања, могуће је приступити избору оптималне за сваку од разматраних варијанти а на основу низа унапред дефинисаних критеријума (коштање, визуелни ефекти, саобраћајна сигурност, итд.).

Свака од разматраних саобраћајница са дефинисаним оптималним заштитним конструкцијама улази у поступке даљег вредновања у смислу избора оптималног решења. Анализирајући напред наведене методолошке поступке јасно се уочава да сваки поступак који би покривао наведене кораке мора дати могућност једнозначне одлуке у смислу избора оптималних решења и то кроз више презентираних показатеља који су по структури, појавном облику и садржају уобичајени у таквим процедурама. У том смислу се анализа показатеља буке обавља у два корака: први који у суштини представља прелиминарну оптимизацију и завршава се констатацијом о испуњењу законских прописа у погледу буке без предузимања посебних заштитних мера и други који поставља сложене захтеве у погледу дефинисања коначних утицаја за различита решења заштитних конструкција.

И у једном и у другом случају морају се дефинисати јасни нумерички и графички показатељи који чине саставни део идејног пројекта пута и основу за избор оптималног решења. У том смислу се могу тражити различите могућности у погледу мање или веће аутоматизације самог процеса али је сигурно да јединствени интегрисани програмски пакет представља оптимално решење. Његово формирање захтева поред напред дефинисаних методолошких поступака прецизирање и самих оперативних корака у склопу истакнуте методологије.



Сл. 5-01. Методолошки кораци дефинисања буке у фази идејног пројекта

5.2. ОПЕРАТИВНО СПРОВОЂЕЊЕ МЕТОДОЛОШКИХ ПОСТУПАКА

Уважавајући претходно дефинисане методолошке поступке могуће је уочити да се кроз израду идејног пројекта јавља потреба за дефинисањем проблематике буке у више нивоа. Различити конкретни случајеви, трајање и трошкови различитих процедура као и потребан ниво детаљности прорачуна могу условити и различите поступке дефинисања меродавних показатеља.

Без обзира на изнете чињенице јасно се у току целог поступка могу издвојити две целине. Део оперативног спровођења наведених поступака за које је искључиво потребно ангажовање човека-пројектанта и део који се аутоматски извршава коришћењем рачунара. Однос једног и другог свакако да дефинише успешност сваког програмског система који би за реализацију наведених корака био коришћен. У смислу што ефикаснијег програмског система који би за наведене потребе био формиран анализираће се по редоследу поједине активности (в. сл. 5-02).

Полаз сваке анализе представља дефинисање проблема у ком смислу се бар за сада људски интелект не може заменити рачунаром. Будући да поступак сам по себи захтева, како високи ниво синтезе тако и посто-

јање интуитивног искуства, неопходан је одговоран и креативан рад пројектаната аналитичара. Предузимању било каквих корака на даљој разради проблематике свакако да предстоји обиман посао око прикупљања, допуне и синтезе информација као и формирања пројектних подлога. Достигнути ниво аутоматизације у овом домену у смислу постојања оперативних проблемских оријентисаних информационих система у многоме може олакшати рад. Поступак је обележен и делом полуаутоматских поступака око дигитализације графичких информација, сортирања и уређења дигиталних записа а све то у смислу долажења до ажурних пројектних подлога.

Део људског напора у даљој операционализацији методолошких поступака мора бити усмерен на припрему улазних података за поједине програме у оквиру система, и он се не може избећи, с тим што се код формирања система мора водити рачуна да се сведе на што мању меру кроз висок ниво интеграције појединих програма.

Сви даљи поступци који следе у низу а везани су за конкретно дефинисање параметара буке могу се аутоматизовати и прекидати само у случајевима потребе за појединим контролама. Долажење до потребних показатеља подразумева:

— дефинисане саобраћајнице у плану и профилу,

— дијагнозу карактеристичних тачака (пријемника) у простору,

— прорачун параметара саобраћајне буке укључујући све могуће случајеве дефинисане различитим техничким решењима и условима околине,

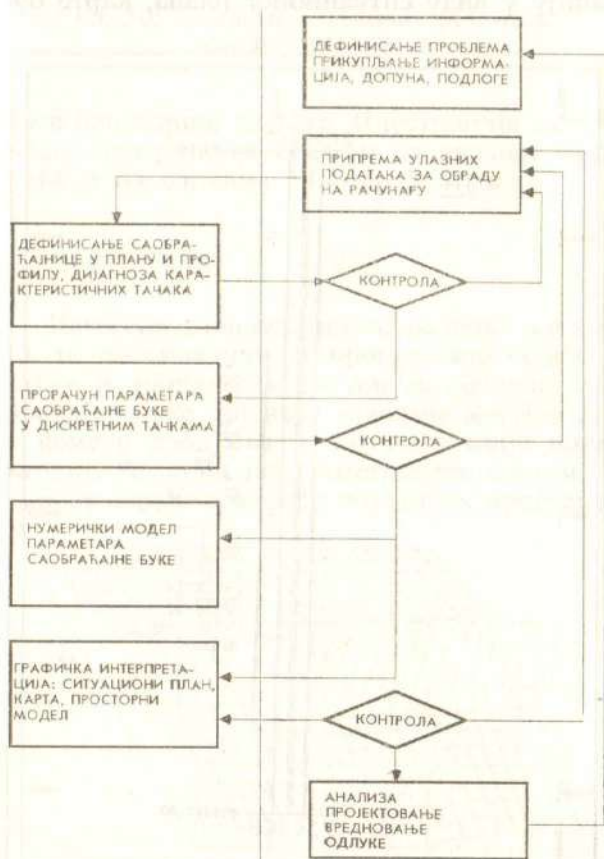
— нумеричко уопштавање дискретних вредности као подлоге за добијање квалитетних показатеља,

— графичку интерпретацију у облику просторних модела, пресека и карата.

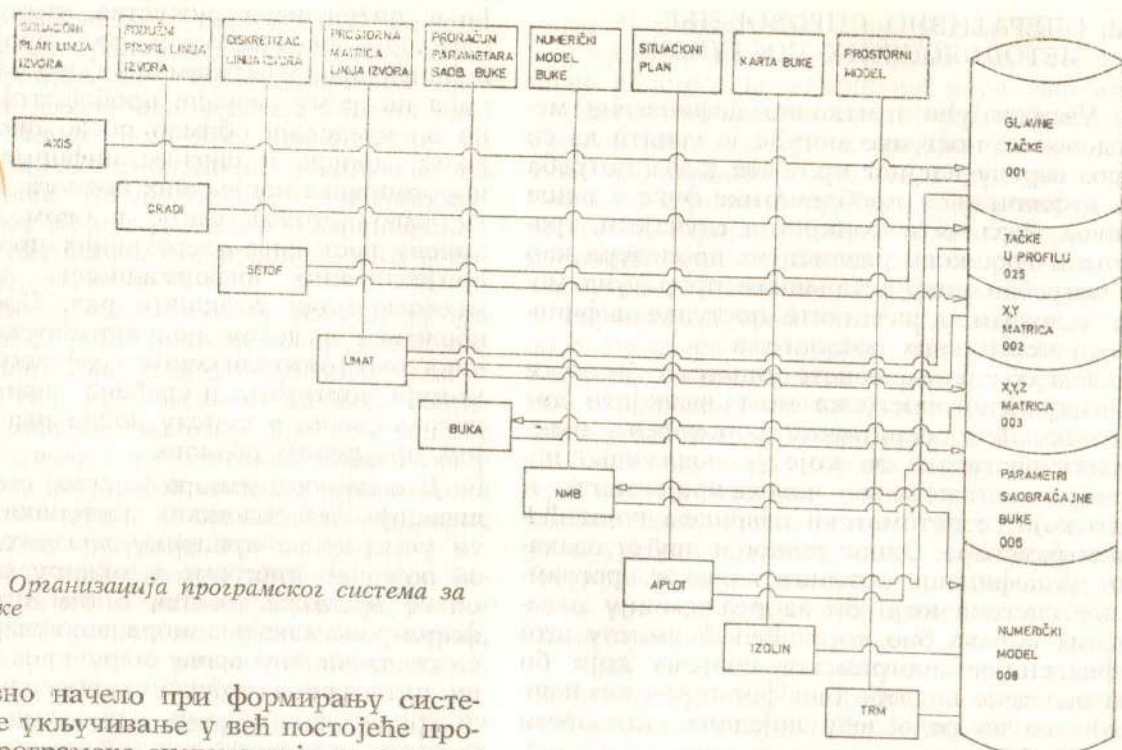
Систем пројектован да задовољи све наведене захтеве пожељно је реализовати и као интегрисани систем у односу на постојеће програме из домена процеса пројектовања путева.

5.3. Програмски систем за симулацију саобраћајне буке

Узимајући у обзир све наведене поставке које се тичу методолошких корака и поступака око дефинисања проблематике буке у процесу пројектовања путева приступило се формирању интегрисаног програмског система који би задовољио наведене захтеве. Формирање система је извршено око основног програмског модела за симулацију саобраћајне буке чије су карактеристике анализирани у претходним поглављима.



Сл. 5-02 — Поступци оперативног спровођења методолошких корака



Сл. 5-03. — Организација програмског система за анализу буке

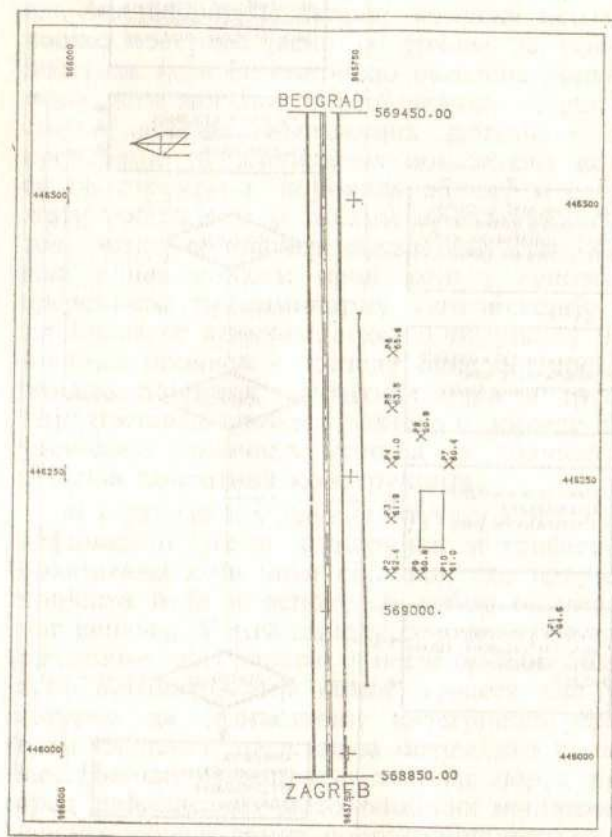
ма. Основно начело при формирању система било је укључивање у већ постојеће програме и програмске системе који се користе у процесу пројектовања путева. У том смислу искоришћене су првенствено програмске могућности пакета „HIDES“ (Highway Design System) који се стандардно користи у процесу пројектовања путева. Таквом организацијом постигнута је интеграција и на нивоу овог програмског пакета.

Систем за симулацију саобраћајне буке састоји се од девет програмских целина (в. сл. 5-03) који су интегрисани око јединствене датотеке пројектних података. Ову датотеку чине подаци који су резултат појединих програма а уређени су тако да се директно могу користити као улазни подаци за друге програме из састава програмског пакета. Посматрајући овако организован програмски систем уочава се подударност његове организације са истакнутим методолошким корацима процеса дефинисања саобраћајне буке.

Припремна фаза, везана за дефинисање саобраћајнице у простору, покривена је групом програма из програмског пакета „HIDES“, поступци дефинисања буке у различитим облицима су покривени групом програма развијених око програма „БУКА“ а графичка интерпретација резултата је поверена трећој групи програма који дефинишу ситуациони план, карту буке или просторни модел.

Посматрајући организацију програмског система могуће је уочити три основне целине. Прва обухвата припремну фазу и служи за дефинисање саобраћајнице, односно линија извора буке, у простору у облику који је сагласан са концептом осталих програмских целина. Поступци дефинисања бу-

ке за случај дискретног и просторног прорачуна покривени су другом групом програма развијених око основног програма под називом „БУКА“. Трећа програмска целина обухвата програме за графичку интерпретацију у виду ситуационог плана, карте бу-



Сл. 5-04 — Ситуациони план дискретно дефинисаних нивоа саобраћајне буке

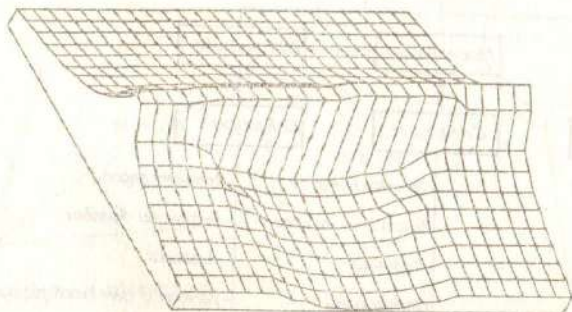
I	TAC. BR.	I	COORDINATE DETALJNIH TACAKA	I	NIVO LEO DR(A)	I
I	I	I	X	I	I	I
I	1	I	415932.000	I	61.0	I
I	2	I	415957.000	I	61.0	I
I	3	I	415992.000	I	61.0	I
I	4	I	416027.000	I	61.0	I
I	5	I	416062.000	I	61.0	I
I	6	I	416097.000	I	61.0	I
I	7	I	416132.000	I	61.0	I
I	8	I	416167.000	I	61.0	I
I	9	I	416202.000	I	61.1	I
I	10	I	416237.000	I	61.1	I
I	11	I	416272.000	I	61.1	I
I	12	I	416307.000	I	61.1	I
I	13	I	416342.000	I	61.1	I
I	14	I	416377.000	I	61.1	I
I	15	I	416412.000	I	61.1	I
I	16	I	416447.000	I	61.1	I
I	17	I	416482.000	I	61.1	I
I	18	I	416517.000	I	61.1	I
I	19	I	416552.000	I	61.1	I
I	20	I	416587.000	I	61.1	I
I	21	I	416622.000	I	61.1	I
I	22	I	416657.000	I	61.1	I
I	23	I	416692.000	I	61.1	I
I	24	I	416727.000	I	61.1	I
I	25	I	416762.000	I	61.1	I
I	26	I	416797.000	I	62.0	I
I	27	I	416832.000	I	62.0	I
I	28	I	416867.000	I	62.0	I
I	29	I	416902.000	I	62.0	I
I	30	I	416937.000	I	62.0	I
I	31	I	416972.000	I	62.0	I
I	32	I	417007.000	I	62.0	I
I	33	I	417042.000	I	62.0	I
I	34	I	417077.000	I	62.1	I
I	35	I	417112.000	I	62.1	I
I	36	I	417147.000	I	62.1	I
I	37	I	417182.000	I	62.1	I
I	38	I	417217.000	I	62.1	I
I	39	I	417252.000	I	62.1	I
I	40	I	417287.000	I	62.1	I
I	41	I	417322.000	I	62.2	I
I	42	I	417357.000	I	62.2	I
I	43	I	417392.000	I	62.2	I
I	44	I	417427.000	I	62.2	I
I	45	I	417462.000	I	62.2	I
I	46	I	417497.000	I	62.2	I
I	47	I	417532.000	I	62.2	I

Сл. 5-05 — Листинг излазних резултата нумеричког модела

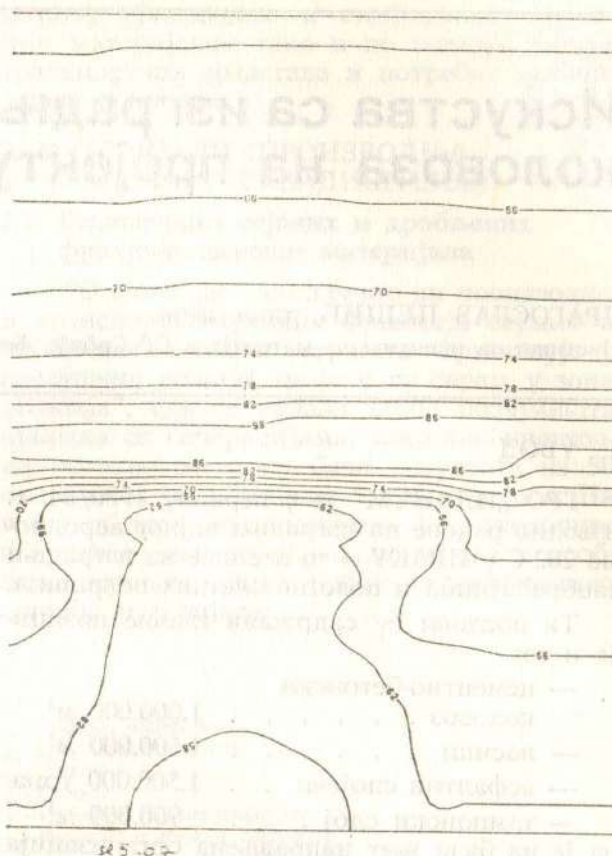
ке и просторног модела. Илустрација могућности програмског система за анализу буке дата је на сликама 5-04. до 5-07.

6.0 ЗАКЉУЧАК

Изнесени ставови недвосмислено показују да математички и програмски модел а затим и програмски систем за анализу саобраћајне буке пружају значајне могућности у домену добијања и интерпретације показатеља. Развијен као интегрисани систем, у смислу сарадње између појединих програма,



Сл. 5-06 — Просторни графички модел простирања буке



Сл. 5-07 — Карта буке — инсерт

програмски систем омогућује значајнији ниво аутоматизације и покрива широко подручје од формирања података, преко прорачуна до нумеричке и графичке интерпретације.

Даља усавршавања овог система односиће се првенствено на могућности које пружа интерактивни рад и интерактивна графика као и могућност његовог укључивања у шире информационе системе путева, простора и околине.

7.0 ЛИТЕРАТУРА

- [1] Der Bundesminister für Verkehr.: Richtlinien für Lärmschutz an Strassen. Köln 1981.
- [2] Department of the Environment.: Calculation of Road Traffic Noise. HMSO, London, 1975.
- [3] Glük, K., Krasser, G.: Wichtung von Umweltkriterien. Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik, Heft 229. 1980.
- [4] Вељковић, М.: Основни еколошки параметри у процесу пројектовања путева. РЗН СРС и Грађевински факултет, Београд, 1983.
- [5] Вељковић, М.: Математички модел саобраћајне буке. РЗН СРС, Београд, 1983.
- [6] Вељковић, М.: Верификација програмског модела „БУКА“. РЗН СРС, Београд 1984.
- [7] Вељковић, М.: Студија буке и аерозагађења за мост преко Саве и Аде Циганлије у Београду. Грађевински факултет, Београд 1986.
- [8] Вељковић, М.: Компјутерска симулација саобраћајне буке на ауто-путевима. Магистарски рад, Грађевински факултет Београд, 1987.

Искуства са изградње цементно-бетонског коловоза на пројекту 202-С у Ираку

ДРАГОСЛАВ ПЕШИЋ, дипл. инж.
Институт за испитивање материјала СР Србије, Београд

Стручни рад
UDK 625.841.002.2

1. УВОД

ГРО „ПЛАНУМ“ је у периоду 1980/84. г. изводио радове на изградњи војног аеродрома 202-С у ИРАКУ и то послове на изградњи саобраћајница и полетно слетних површина.

Ти послови су садржали главне позиције и то:

- цементно-бетонски коловоз 1.000.000 м²
- насипи 1.500.000 м³
- асфалтни слојеви . . . 1.500.000 тона
- тампонски слој 900.000 м³

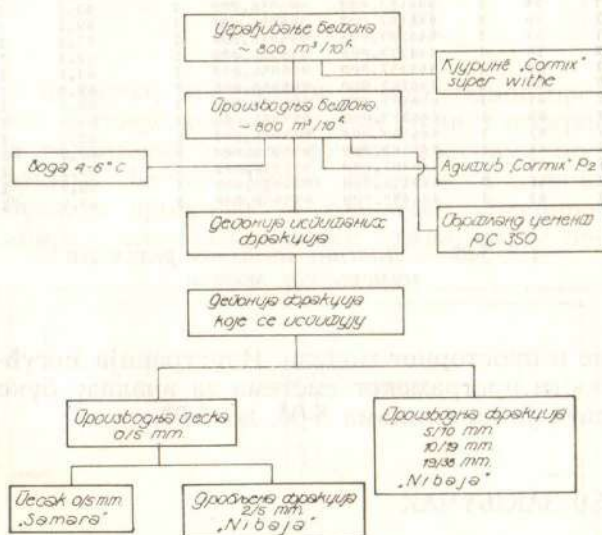
на је на бази њих направљена организација градилишта приказана на слици 1.

Организациона шема градилишта 202-С дата је на Сл. 1, а како су количине радова по секторима биле врло обимне формиране су технолошке целине на нивоу сектора. Те целине морале су да садрже следеће:

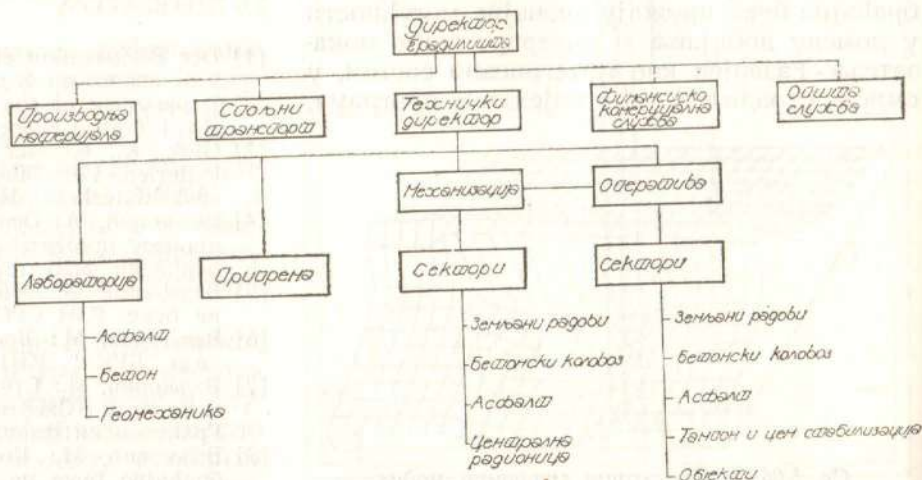
- снабдевање материјалом (сопствена производња или куповина),
- транспорт материјала (спољни)
- лагеревање материјала
- производња финалног продукта (опрема)
- уграђивање финалног продукта са унутрашњим транспортом.

У овом чланку биће приказана организационо-техничка искуства на извођењу цементно-бетонског коловозног застора на полетно-слетним површинама. Шема организације сектора приказана је на слици 2.

Укупна количина бетона уграђеног у цементно-бетонски застор износила је 300.000 м³ и требало ју је уградити по динамици градилишта у периоду од јуна 1981. до јуна



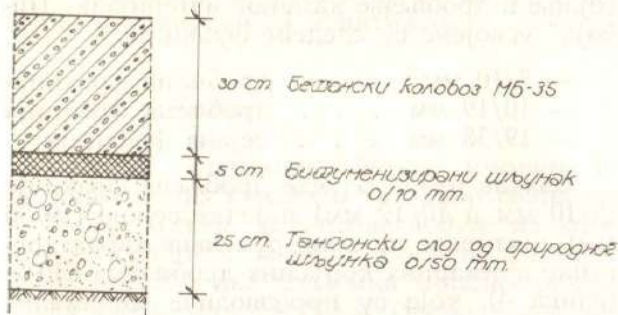
Сл. 2 — Шема технологије производње и уграђивања бетона у бетонски коловоз



Сл. 1 — Организациона шема градилишта 202 С.

Рецензент: проф. др Здравко Јоксич

1983. године, гј. за 24 месеца. Коловозна конструкција се састојала из три слоја, укупне дебљине 60 цм, према слици 3.



Сл. 3 — Коловозна конструкција на полетно слетним површинама.

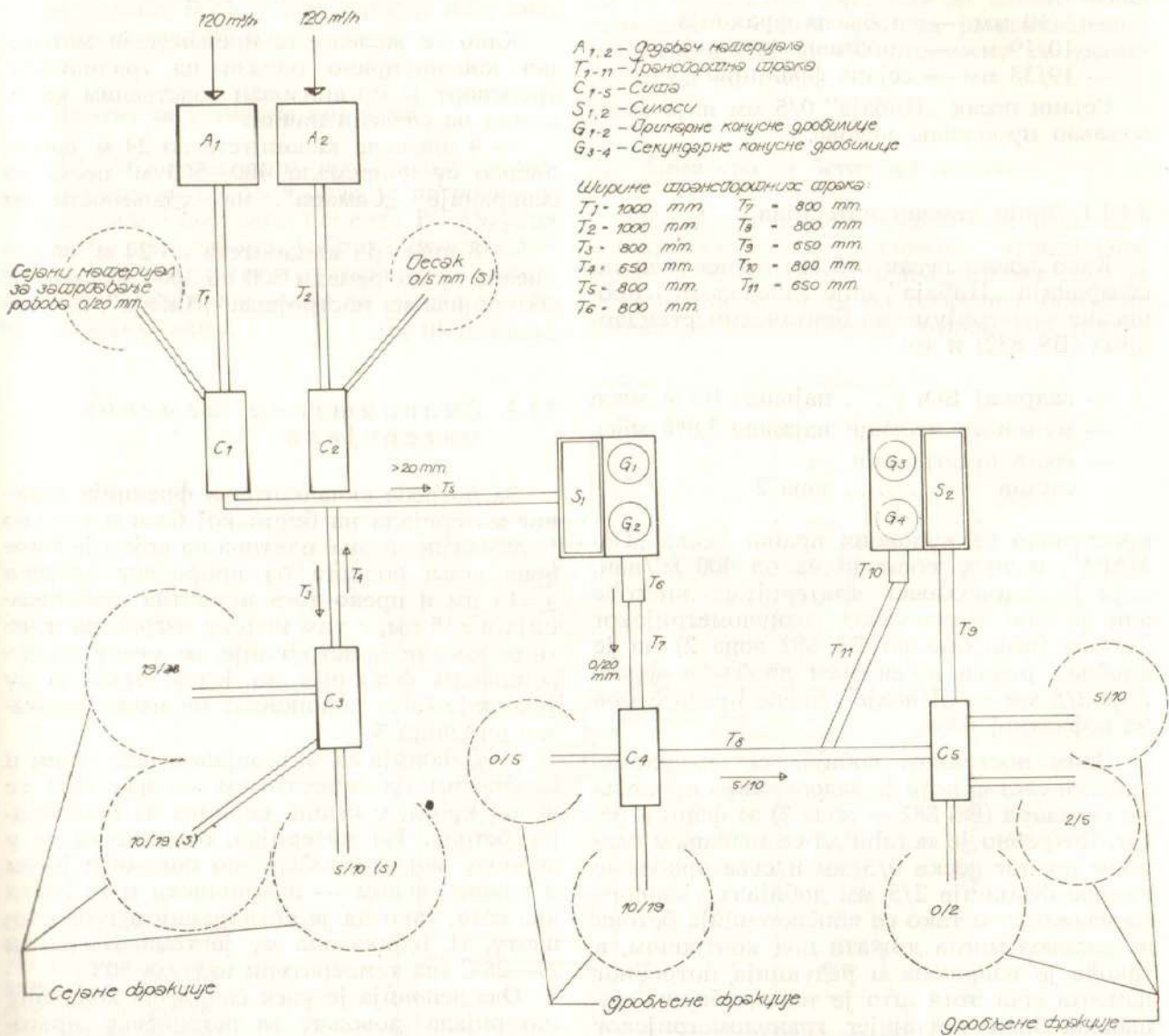
Како је у том периоду Ирак био у рату а производња материјала, посебно каменог агрегата и цемента, била веома дефицитарна, требало је направити одговарајућу концепцију организације градилишта како по

питању производње и снабдевања потребним материјалом тако и по питању избора транспортних средстава и потребне механизације и опреме.

2. МАТЕРИЈАЛИ (ПРОИЗВОДЊА, ТРАНСПОРТ, СКЛАДИШТЕЊЕ)

2.1. Производња сејаних и дробљених фракција каменог материјала

ГРО „Планум” је одлучио да производњу и транспорт потребних фракција сејаног и дробљеног каменог агрегата организује у сопственој режији, па је у ту сврху, у зони „Нибаја”, где се налази више позајмишта шљунка са сепарацијама, извршио претходна испитивања и на бази резултата из 50 сондажних јама закупио 1 км² простора. На том простору организовано је позајмиште шљунка са постројењима за сејање и дробљење агрегата (слика 4) које је производило следеће материјале:



Сл. 4 — Шематски приказ постројења за производњу сејаних и дробљених фракција агрегата

— гранулирани материјал за цементну стабилизацију,

— сејане и дробљене фракције за асфалтне засторе, бетонски коловоз и остале бетоне.

За производњу сејаних и дробљених фракција монтирано је дробилично постројење CFBK са укупним капацитетом од $2.400 \text{ m}^3/10 \text{ ч.}$ (слика 4) које је садржало две примарне конусне дробилице (једна резервна) и три секундарне конусне дробилице (једна резервна).

2.1.1. Камени материјали за бетонски коловоз

Анализирајући производне могућности постројења, квалитет фракција каменог материјала и све потребе за њим (за асфалт, бетон за објекте и бетон за коловозе) усвојен је следећи састав за цементно бетонски коловоз:

- 5/10 мм — дробљена фракција,
- 10/19 мм — дробљена фракција
- 19/38 мм — сејана фракција.

Сејани песак „Нибаја” 0/5 мм није задовољавао прописане услове.

2.1.1.1. Фини камени материјал

Како прани песак 0/5 мм произведен на сепарацији „Нибаја” није задовољавао прописане критеријуме по британским стандардима (BS 882) и то:

- садржај SO_2 . . . највише 0,5% масе
- муљевите честице највише 3,0% масе
- гранулометријски састав . . . зона 2

приступило се куповини праног песка „САМАРА”, и то у количинама од $400 \text{ m}^3/\text{дан}$, који је задовољавао критеријуме чистоће али је био неповољног гранулометријског састава (није био по BS 882 зона 2) па је проблем решен додавањем дробљене фракције 2/5 мм из „Нибаје”, преко предозатора на асфалтној бази.

Овим поступком добијао се гранулометријски састав који је задовољавао прописани стандард (BS 882 — зона 2) за фини агрегат. Потребно је истаћи да се мешањем влажног праног песка 0/5 мм и суве дробљене камене фракције 2/5 мм добијала уједначена влажност и тако се конзистенција бетона за коловоз могла држати под контролом, а такође је извршена и редукција потребног цемента због тога што је тако добијена мешавина била крупнијег гранулометријског састава.

2.1.1.2. Крупни камени материјал

Из производног програма постројења за сејање и дробљење каменог материјала „Нибаја” усвојене су следеће фракције:

- 5/10 мм . . . дробљена фракција
- 10/19 мм . . . дробљена фракција
- 19/38 мм . . . сејана фракција

Овакав избор од две дробљене фракције (5/10 мм и 10/19 мм) и једне сејане (19/38 мм) диктирале су конструктивне карактеристике примарних конусних дробилица CFBK (слика 4), које су производеле минималне количине дробљених зрна изнад 19 мм, изразито неповољним плочастим обликом.

Вредност Los Angeles (AASHTO T 96) произведених каменних фракција износио је 14 до 16% (захтеван 40%).

2.1.2. Транспорт праног песка и каменог материјала

Како се желело да произведени материјал континуирано одлази на градилиште, транспорт је организован сопственим камионима на следећи начин:

— 4 шлепера капацитета по 24 m^3 свакодневно су допремала 400—500 m^3 песка из сепарације „Самара”, на удаљености од 50 км.

— 8 шлепера капацитета по 24 m^3 свакодневно су допремали 800 до 1000 m^3 каменог материјала из постројења „Нибаја”, са удаљености 40 км.

2.1.3. Складиштење каменог материјала

За потребе складиштења фракција каменог материјала на бетонској бази извршено је димензионисање платноа на којем је израђена доња подлога од природног шљунка $d=15 \text{ cm}$ и преко тога цементна стабилизација $d=15 \text{ cm}$, с тим што су изграђена и четири кровне конструкције, за сваку од депонованих фракција по једна, тако да су фракције биле доповане на начин приказан на слици 5.

— Депонија са материјалом испитаним и одобреним од инвеститора — налазила се испод крова, у сенци, спремна за производњу бетона. Тај материјал, осим песка, је у периоду мај/септембар био покриван јутом и квашењ водом — површински и то свака два сата, тако да је евапорацијом губио топлоту, тј. одржавана му је температура од $27\text{--}28^\circ\text{C}$ (на температури ваздуха 50°C).

Ова депонија је увек садржала количину материјала довољну за петодневну производњу.

- Депонија са испитаним материјалом — неохлађеним.
- Депонија са материјалом који се допрема и припрема за испитивање.

2.2. Вода за бетон

Вода за производњу бетона узимана је из иригационих канала и транспортована до бетонског базена запремине 400 м³ из кога је, преко филтера за воду (базенски филтер), пребацивана у два подземна метална резервоара капацитета 2×150 м³ (једнодневна потреба 150 м³ воде) и после испитивања по америчком стандарду (AASHTO — Т 26 — 72) директно коришћена за производњу бетона.

У периоду мај/септембар, вода из подземних резервоара је хлађена у току 24^h помоћу хладњака за воду тип CARRIER и наизменично коришћена у току ноћи за производњу бетона. Вода у том периоду није смела да буде топлија од 6°C.

2.3. Цемент за бетонске коловозе

2.3.1. За континуалну производњу цементног бетона за коловоз било је потребно, у просеку 400 т портланд цемента РС 350 дневно па је при избору фабрика цемента поред услова квалитета и транспортне дужине био услов да ли она може да одржи континуитет снабдевања.

По овим критеријумима одлучено је да се користи цемент из две фабрике „Натамал“ и „Вадус“) које су се налазиле код Мосула, на 400 км удаљености од градилишта и имале идентичну технологију производње и сировину за производњу портланд цемента.

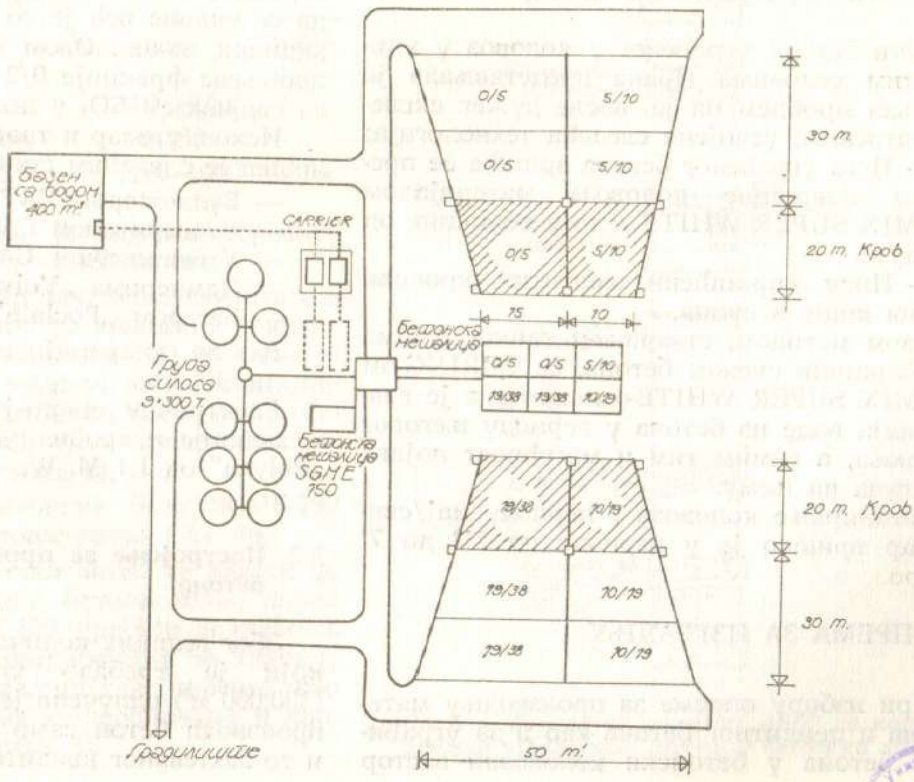
2.3.2. Свакодневним лабораторијским испитивањем по америчким AASHTO стандардима (Т 107-74; Т 105-73; Т 127-74 и Т 128-67) дошло се до закључка да на градилиште стиже свеж, неодлежан цемент врло високе температуре (80°C) па је то утицало да се усвоји 9 силоса за депоновање цемента, капацитета оп 300 т (слика 5). Овим начином лагеревања цемент је могао да одлежи 7 дана, а за то време је продубаван ваздухом и на тај начин је постигано да квалитет и температура цемента буду на прихватљивом нивоу у тренутку коришћења.

2.3.3. Транспорт цемента организован је са 17 сопствених цистерни за цемент капацитета 26 т свака, тако да је свакодневно допремано 400 до 450 т цемента са удаљености од 400 км.

2.4. Арматура за бетонски коловоз

Пројектом је било предвиђено армирање цементнобетонског коловоза арматурном мрежом Ø 10 мм на 10 цм размака која је постављена на 10 цм од површине бетонске плоче. За можданике је коришћена глатка

Сл. 5 — Диспозиција бетонске базе SGME 150 са депонијама камених материјала, силосима за цемент, хладњацима за воду и градилишним путевима



арматура $\varnothing$ 25 мм, а за котве ребраста арматура $\varnothing$ 16 мм.

Сва потребна арматура била је набављена у Јордану, с тим што је:

— арматурна мрежа морала да задовољи америчке стандарде AASHTO-M55-75, а

— за можданике и котве био је прописан стандард AASHTO M 31-77.

2.5. Адитиви за бетон

2.5.1. Адитив за редуцирање воде и одлагање почетка везивања бетона

При избору адитива узети су следећи параметри у разматрање:

— Неопходно одлагање почетка везивања бетона од **330 мин.** ради добијања потребног времена за уграђивање бетона.

— Редуцирање количине воде тако да W/C буде око 0,45, уз услов да количина цемента у бетону не пређе 350 кг/м³.

— Конструктивна својства бетонске базе SGME — белгијске производње, тј. могућност додавања једног адитива.

На основу овога изабран је адитив CORMIX-P2 са двоструким дејством пластификатора/ретардера. Овај материјал произведен је у Abu Dhabi-ју у огранку Енглеске компаније CORMIX — Ltd.

Овај материјал морао је да задовољи услове квалитета прописане стандардом AASHTO — M 194-74.

2.5.2. Материјал за негу бетона

Нега бетона уграђеног у коловоз у климатским условима Ирака представљала је озбиљан проблем па је, после дужег експериментисања, усвојена следећа технологија:

— Нега уграђеног бетона вршиће се прскањем површине коловоза материјалом CORMIX SUPER WHITE и то у количини од 0,5 кг/м².

— Нису коришћени заштитни кровови против кише и сунца.

Овом методом, стварањем танког филма на површини свежег бетона, са CURING-ом CORMIX SUPER WHITE-ом спречена је евапорација воде из бетона у периоду његовог везивања, а самим тим и могућност појаве пукотина на њему.

Бетонирање коловоза у периоду мај/септембар вршено је у периоду од 21^h до 7^h ујутро.

3. ОПРЕМА ЗА ИЗГРАДЊУ

При избору опреме за производњу материјала и цементног бетона као и за уграђивање бетона у бетонски коловозни застор и то захтеваног квалитета и капацитета.

вођено је рачуна да постројења имају довољне капацитете неопходне за задовољење потреба производње као и то да задовољавају технолошко/квалитативне уговорне услове. У овом чланку третирана су три кључна постројења са њиховим технолошким карактеристикама.

3.1. Сепарација са дробилишним постројењима

Пошто су се производиле сејане (бит. шљунак и остали бетони) и дробљене фракције каменог материјала (асфалтни бетон и бетонски коловоз) пројектовано и набављено је постројење, приказано шематски на слици 4.

Постројење за сејање и дробљење природног шљунка произвела је Француска компанија CFBK (Compagny Francez „Blaw Knoch“) по лиценци познате фирме Blaw Knoch, а на основу захтеваних капацитета и карактеристика материјала; оно се састојало од две производне линије:

— линија 1 — сејане фракције 0/5 мм; 5/10 мм; 10/19 мм и 19/38 мм.

— линија 2 — дробљене фракције 0/5 мм; 0/2 мм; 2/5 мм; 5/10 мм и 10/19 мм.

Посебно се напомиње да је линија за производњу дробљених фракција каменог материјала била опремљена са примарним и секундарним конусним дробилицама CFBK, и да је после примарних дробилица било постављено сито са отворима од 5 мм, да би се заједно са дробљеном фракцијом 0/5 мм одстраниле соли SO₃ које прањем нису могле да се уклоне већ је то урађено на овај механички начин. Овом методом добијене су дробљене фракције 0/2; 2/5; 5/10; 10/19 мм са садржајем SO₃ у дозвољеним границама.

Ископ, утовар и транспорт на сепарацији вршен је следећим средствима:

— Булдожером CAT 8	2 ком.
— Утоваривачем CAT 980	3 ком.
— Утоваривачем CAT 966	1 ком.
— Дамперима „Volvo“	5 ком.
— Багером „Poclain“ 320	1 ком.

Рад на сепарацији обављен је у две смене, по 10^h.

Електричну енергију потребну за погон сепарације и дробилица давао је генератор „Polyna“ од 1,1 M. W.

3.2. Постројење за производњу цементног бетона

Због великих количина цементног бетона који је требало уградити у коловоз (300.000 м³) одлучено је да једно постројење производи бетон само за коловозни застор и то захтеваног квалитета и капацитета.

3.2.1. Бетон за коловозни застор

Пројектним задатком било је предвиђено да мешавина за цементно-бетонски коловоз задовољи следеће критеријуме предвиђене америчким стандардима:

— савојна чврстоћа после 28 дана (AASHTO T 23 и T 177)	мин 50 кп/цм ²
— чврстоћа на притисак после 28 дана (AASHTO T 22 и T 23)	мин 350 кп/цм ²
— водоцементни фактор	мах 0,50
— слегање бетона (SLUMP) (AASHTO T 119)	1,5—4,0 цм
— температура свежег бетона	мах 30°C
— количина Портланд цемента у бетону	мин 350 кг/м ³

После извршених претходних проба усвојена је радна формула за бетон MB 350 за бетонски коловоз:

3.2.1.1. Радна формула

Гранулометријски састав

— фракција 0/5 мм (мешавина праног песка 70% и дробљених фракција 2/5 мм 30%)	35%
— дробљена фракција 5/10 мм	10%
— дробљена фракција 10/19 мм	17%
— сејана фракција 19/38 мм	38%
Укупно:	100%

Портланд цемент	360 кг/м ³
Водоцементни фактор	0,458
Адитив „CORMIX P2“	720—1000 ML/м ³

Овакав бетон имао је запреминску масу у уграђеном стању $\gamma = 2.468 \text{ кг/м}^3$.

Узимајући у обзир захтеване квалитативне услове као и услов да капацитет постројења мора да буде најмање 100 м³/h као и услове контроле и припремања фракција набављено је стално бетонско постројење (база SGME, тип 150) белгијске производње капацитета 150 м³/h (слика 2).

Опслуживање бетонске базе SGME-150 вршено је са два утоваривача CAT 966.

Из напред изложеног може се видети да систем за производњу бетона чине, поред бетонске базе SGME 150, уређаји за хлађење воде CARRIER са резервоарима за хлађену воду, силоси за складиштење цемента као и плато са крововима за депоновање и припрему фракција (слика 5).

3.2.2. Транспорт свежег бетона

Транспорт произведеног цементног бетона од бетонске базе до места уграђивања (просечно 2 км) вршен је са 12 отворених камиона ФАП са специјалним кошем капацитета 3,5 м³ (уз 4 резервна) тако да је хлађење финишера за уграђивање бетона било увек континуално.

3.3. Уграђивање цементног бетона

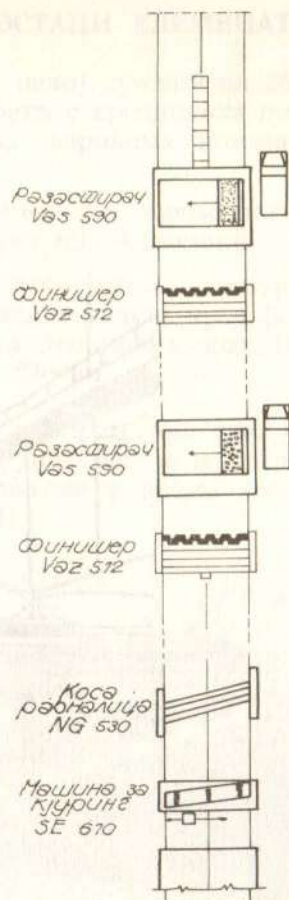
При избору потребне опреме за уграђивање цементног бетона утицали су следећи параметри:

— услов да се бетон уграђује у два слоја ($d = 20 + 10 \text{ цм}$),

— метода уграђивања бетона са фиксним челичним оплатом,

— искуство ГРО „Планум“а са опремом АВГ па је набављена гарнитура АВГ (слика 6) а састојала се од:

- разасирача АВГ-VAS 590 (I слој)
- финишера АВГ-VAZ 512 (I слој)
- разасирача АВГ-VAS 590 (II слој)



Сл. 6 — Гарнитура машина „ABG“ са којом је вршено уграђивање бетона у бетонски коловоз

— финишера ABG-VAZ 512 (II слој)

— глачанице ABG-NG 530

— прскалице CURING-а AVG-SE 610

Овако димензионисана гарнитура за уграђивање бетона — допуњена са радним мостом за раднике бетонирце који су обрађивали експанзионе спојнице и поправљали горњу површину бетона у току 24 месеца.

Да би уграђивање текло континуирано (на ширини радне траке 7,50 м) било је потребно организовати исецање попречних и подужних спојница па је у ту сврху набављено 8 комада секача спојница марке „WAKRA“.

Попречне привидне спојнице биле су на размаку од 4 м' и сечене су тачно 12 часова после уграђивања бетона.

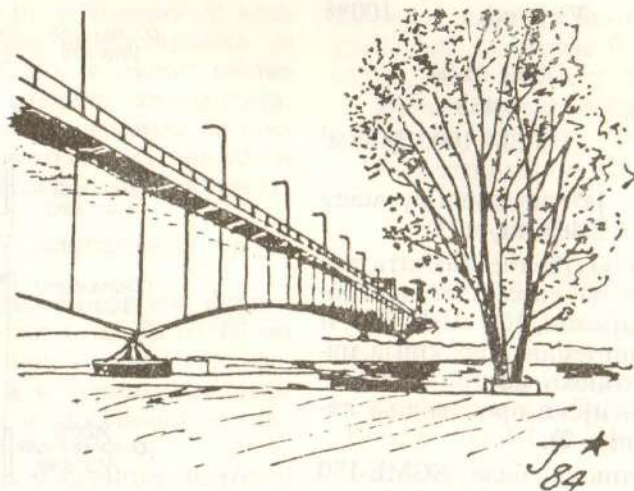
Подужне привидне притиснуте спојнице сечене су континуално али не водећи стриктно рачуна да то буде 12 часова после уграђивања бетона.

Експанзионе просторне спојнице рађене су на растојању од 40 м'. Уметак у њима био је од специјалног материјала (FLEXAL-FILIKRIT-а) упуштеног од површине бетона за 30 мм како би финишер континуално радио а спојнице су ручно обрађиване.

Све спојнице су заливане једнокомпонентном масом KECKOLUX — немачког произвођача Jakob Keck — GMBH.

ЗАКЉУЧАК

У условима који су владали у Ираку у периоду 1980 до 1984. године, концепцијом која је изложена у овом чланку били су решени проблеми снабдевања градилишта материјалом као и технологија производње и уграђивања што је омогућило да се оптимално искористе сва постројења па су сви радови обављени у уговореном року, уз поштовање веома строгих квалитативних услова.



Може ли аутопут кроз Србију да буде сигурнији за саобраћај?

ЉУБИША СТАНОЈЕВИЋ, дипл. инж.
Републички секретаријат за саобраћај, Београд

Стручни рад
UDK 656.11.012.8:625.711.3

Данас, две године по завршетку целе деонице аутопута од границе са САП Војводином до Ниша (262 км.), се може анализирати безбедност саобраћаја на овој нашој најважнијој саобраћајници.

Из табеле 1. уочава се да се са повећањем дужине аутопута смањивао број настрадалих лица, како погинулих тако и повређених у саобраћајним незгодама. Исто тако пада у очи непријатан (и невероватан) податак да се број саобраћајних незгода није смањивао него чак и повећавао.

Табела 1. Преглед саобраћајних незгода на деоници аутопута кроз Србију од Шимановаца до Ниша

Година посматрања	Изграђени део аутопута у саобраћају	Број саобраћајних незгода	Број настрадалих лица у саобраћајним несрећама:		
			погинули	тешко повређени	лако повређени
1976.	10	1.264	133	347	379
1977.	10	1.174	121	295	376
1978.	52	1.942	119	331	323
1979.	132	1.763	105	300	344
1980.	152	1.304	75	283	339
1981.	152	1.336	68	289	330
1982.	156	1.234	73	249	280
1983.	156	893	69	196	261
1984.	200	995	72	160	294
1985.	238	1.212	62	189	278
1986.	262	1.391	50	181	239
1987.	262	1.728	45	195	262

Када је на крају сваке претходне године објављиван податак о броју погинулих лица на аутопуту, у најширој јавности изражавана је тврдња да тај број није мали и да не приличи аутопуту. Од аутопута, иако је то најсавременија саобраћајница, не може се очекивати потпуна безбедност, тј. да се на њему уствари не догађају незгоде. Ипак, ако би се на аутопуту кроз Србију елимини-

сале неке врсте незгода и неке категорије погинулих, он би био још безбеднији за саобраћај. Овде се најпре мисли на саобраћајне незгоде које настају због налетања возила на пешаке на коловозу и на страдање пешака.

Набрајањем уочених недостатака на путу кроз Србију уствари указујемо и на узроке саобраћајних незгода. Већу групу узрока саобраћајних незгода чине неквалитетно изведени радови а другу, мању, неквалитетно одржавање ове саобраћајнице.

1. НЕДОСТАЦИ ЕЛЕМЕНАТА АУТОПУТА

1. На целој дужини од 262 км не постоји препрека у средишњем појасу против засењавања фаровима возила из супротног смера.

2. Постоје две дивље петље, у Умчарима и у Катуну код Алексинца.

3. Постоје дубоки колотрази у коловозу на деоници аутопута кроз Београд, и нешто плићи на деоницама код Појата и преко превоја „Мечка”.

4. На коловозу још увек стоје, непотребно, старе пуне беле и жуте линије и стрелице постављене у време изградње аутопута (Слика 1).



Сл. 1 — Заостала пуна линија из времена изградње

5. Заштитна мрежа је на много места отворена да би пешаци и (домаће и дивље) животиње прешли преко аутопута (Слика 2).



Сл. 2 — Неовлашћено отворен пролаз кроз заштитну ограду аутопута

6. Постоје велики таласи на коловозу због клизишта на Бегаличком брду и код Ражња.

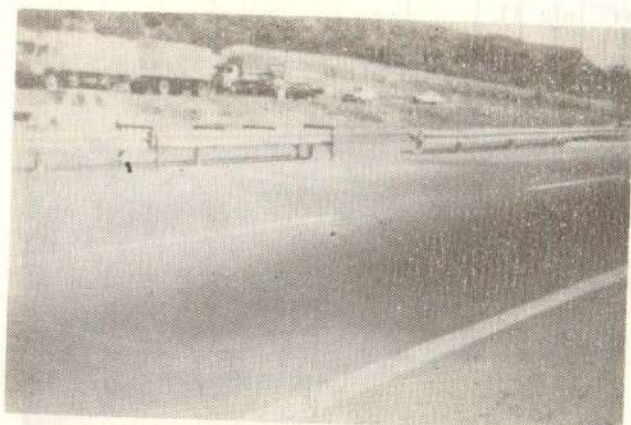
7. На бензинским пумпама у Светозареву и у Појатама задржане су старе, недовољно велике површине за пристајање возила па се формирају колоне и на коловозу аутопута.

8. На деоници од Враћа до Велике Плате (53 км) постоје ударне рупе на коловозу.

9. Код Лозовичке чесме и Михајловца отворени су службени пролази и њих користе радници из мотела и бензинских пумпи за полукружно окретање на аутопуту (сл. 3).

10. Лоцирани су противно прописима угоститељски објекти на наплатним рампама у Бубањ Потоку и код „Наис“-а (близу Ниша), на бензинској пумпи у Светозареву и уз паркиралиште у Бобовишту.

11. На деоници аутопута од Београда до Сурчина, на много места су изграђени дивљи прикључци до имања и плацева.



Сл. 3 — Неовлашћено отворен пролаз на аутопуту код Лозовичке чесме

12. Скоро целе 1987. године, на деоници аутопута кроз Београд, код душановачке пиваре, на коловозу је отворен шахт градске канализације због чега је сужен коловоз.

13. Недовољан је број и површина паркиралишта дуж аутопута па се у туристичкој сезони жута трака користи и за паркирање у току ноћи.

2. НЕДОСТАЦИ ПРИ РЕДОВНОМ ОДРЖАВАЊУ АУТОПУТА:

1. Банкине су више од коловоза па се у кривинама задржава вода на коловозу.

2. Заустављена возила у квару на жутој траци нису увек означена и дуго се задржавају на коловозу.

3. Неодговарајућим крпљењем ударних рупа појављују се грбине на коловозу.

4. Не затварају се заштитне мреже на намерно отвореним местима.

5. Служба за одржавање није оспособљена за брзо отварање службених пролаза у случају изненадног затварања једног коловоза.

6. Омогућено је полукружно окретање кроз неколико службених пролаза изразом покретних „капија“.

7. „Југопут“, задужен за одржавање аутопута, не поседује дизалице за померање претурених возила.

3. ЗАКЉУЧАК

На аутопуту кроз Србију најчешће су саобраћајне незгоде због слетања возила са коловоза и удара у ограду. Једна трећина погинулих су пешаци. Врло тешке незгоде (у једној је било девет погинулих) догађају се због вожње по зауставној траци и налетања на возила у квару или на возила чији се путници одмарају.

На деоници аутопута кроз Београд, поред „Сава центра“ је у 1987. г дини било 350 незгода у којима је погинуло шест и повређено 41 лице. На наплатној рампи у Бубањ Потоку, у саобраћајним незгодама је једно лице погинуло а 15 повређено.

Елиминисањем описаних недостатака на аутопуту број настрадалих у саобраћајним незгодама би се значајно смањило и тиме би се безбедност саобраћаја приближила оној на осталим европским путевима, а то је један погинули на десет километара аутопута.

Карактер и значај програма стратешких истраживања на путевима ŠARP

Др ПРЕДРАГ БРАУНОВИЋ, дипл. инж.
Институт за путеве, Београд

Прегледни рад
UDK 625.7/8.001.5

У оквиру активности Друштва за путеве Србије припремљено је стручно предавање на ову тему одржано 22. 01. 1988. године. Програм ŠARP је, након ААШО опитних деоница (1960) нови велики научноистраживачки подухват у области коловозних и других конструкција на путевима и треба да се реализује у наредних пет година (1988—1992). Реализација програма ŠARP рачуна на широку међународну сарадњу по два основа: (а) пуноправна размена резултата истраживања по темама и пројектима из програма ŠARP, и (б) учешће истраживача-институција на реализацији делова тема и пројеката на комерцијалној основи. Крајњи циљ ових истраживања је нови квалитет коловозних и других конструкција са дужином века трајања у експлоатацији, што треба да се обезбеди иновираним стандардима и техничким условима.

ПРЕДГОВОР

Још су у примени широм света, у мањој или већој мери, резултати својевремено највећег истраживачког подухвата у области путних коловоза и мостова — ААШО опитне деонице (The ААШО Road Test) реализоване у периоду 1958—1962. године у SAD. Организоване као експеримент у правој размени (1 : 1), исте су пројектоване и изграђене на опитном полигону дужине 24 км, са 6 тзв. петљи, односно затворених двојних коловоза различитог садржаја, геомет-

ријских и структурних решења (асфалтни и бетонски) укључујући и више типова мостовских конструкција. Резултати ових истраживања послужили су развоју савремених метода димензионисања коловозних конструкција (Метода ААШО, фактори еквиваленције у анализи саобраћајног оптерећења, односно коефицијенти структурних слојева за различите материјале коловозне конструкције). ААШО опитне деонице, историјски посматрано, представљају прекретницу у савременом пројектовању коловозних конструкција, респектујући опцију емпиријског приступа и аналитичког поступка решавања.

За разлику од поменутог ААШО опита, својевремено финансираног са 30 милиона долара директно из буџета и најмање још толико индиректних доприноса из других извора током реализације (1958—1962), управо смо на почетку остварења једног новог истраживачког програма, тзв. ŠARP или ПРОГРАМ СТРАТЕШКИХ ИСТРАЖИВАЊА НА ПУТЕВИМА (STRATEGIC HIGHWAY RESEARCH PROGRAM). Организација ŠARP развијали су од 1984. до 1987. године протагонисти Националног истраживачког већа, односно Националне академије наука (SAD), а финансира се из буџета са око 150 милиона долара преко Федералне управе за путеве (FHWA), према табели 1.

Програм ŠARP, који треба да се реализује до 1992. године, а по својој фундамен-талности и захватима далеко превазилази ААШО опит (комплетиран 1962. год.), треба

Табела 1. Финансијска конструкција 1988—1992. реализације програма ŠARP у милионима долара US

ОБЛАСТ I: Карактеристике битумена/асфалта	50 милиона долара US
ОБЛАСТ II: Дугорочно понашање коловоза	50 милиона долара US
ОБЛАСТ III: Ефикасност трошкова одржавања	20 милиона долара US
ОБЛАСТ IV: Заштита бетонских мостова	10 милиона долара US
ОБЛАСТ V: Цемент и бетон	12 милиона долара US
ОБЛАСТ VI: Контрола снега и леда	8 милиона долара US
УКУПНО:	150 милиона долара US

да допринесе унапређењу техничких стандарда за пројектовање, грађење и одржавање путних коловоза, односно квалитетнијем и економичнијем раду на путевима у функцији контролисаног дугорочног понашања коловозне конструкције.

ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЧКОГ ПРОГРАМА „ŠARP”

Драматично погоршање стања коловоза које се манифестује последњих година, на највећем делу веома развијене мреже савремених путева у САД (6,5 милиона километара) уз годишња улагања у обнову (реhabилитацију) истих у висини од 50 милијарди долара, покренуло је највише научне институције и државне органе на предузимање радикалних мера да се овакве тенденције зауставе или пак сведу на разумну меру.

Планирана истраживања треба да пронађу начине за грађење економичнијих а посебно дуготрајнијих путних коловоза. У том циљу ŠARP треба да преузме координирану акцију ангажовања свих компетентних потенцијала нације и оних из иностранства (универзитети, истраживачки институти, консалтинг организације и сл.) који би својим доприносом обезбедили остварење постављених циљева ŠARP-a.

Кроз нове приступе у карактеризацији материјала и посебним акцентом на фундаментална хемијска својства и физичко-механичке особине материјала која су у функцији дугорочног понашања конструкције, односно развијања примеренијих метода мерења и испитивања материјала и конструкција. Критеријуми за идентификацију треба да омогуће поузданије предвиђање понашања материјала у коловозним и у другим конструкцијама на путевима.

Истраживања дугорочног понашања постојећих коловозних конструкција свих типова (стандардни и посебни), који репрезентују целокупну мрежу путева у САД (реч је о 2000 референтних деоница), треба да установе поузданије корелације између својстава материјала, односно решења конструкције и утицајних фактора саобраћајно оптерећење, клима, средина и др.) на постојаност и на век трајања коловозне конструкције.

Крајњи циљ ових стратешких истраживања је дефинисање нових стандарда и техничких услова за пројектовање, грађење и одржавање коловозних конструкција на путевима, што би се одразило у дуготрајнијој способности путних коловоза трендовима у путном саобраћају.

КАРАКТЕР ИСТРАЖИВАЧКОГ ПРОГРАМА „ŠARP”

Битна обележја у Програму стратешких истраживања на путевима одражавају актуелну проблематику блиску већини развијених земаља, када је реч о стању и тенденцијама на путевима и путном транспорту. Саобраћај по свом интензитету и конфигурацији све више угрожава номинални век путних коловоза с једне стране, а конзерватизам у постојећој техничкој регулативи (стандарди и технички услови) не обезбеђују одговарајућа решења за савремене захтеве саобраћаја на путевима.

Поменути циљеви ŠARP-a, коликогод су у примарном интересу земље организатора (САД), по својој грандиозности превазилази потенцијале само једне нације. Реализам Програма ŠARP је у политици којом се руководи, а то је интернационализација проблема и комплементарност интереса шире светске заједнице, односно других земаља света. Неколико цитата из поменуте регулативе ŠARP-a, када је реч о карактеру Програма у међународној сарадњи, даје се у изводу:

„Почети са истраживањима у свакој технолошкој области сазданој на потпуним информацијама о постојећој технологији на путевима и расположивом знању широм света”.

„Користити најбоље таленте (институције и појединце) широм света на усмеравање, спровођење и анализе резултата истраживања”.

„Делити користи резултата истраживања равноправно са међународном заједницом у области путева”.

У остваривању поменутих циљева ŠARP подстиче и стимулише заинтересоване и укључене партнере (из страних земаља) кроз односе утврђеним политиком ŠARP-a, као:

1. Свака земља прихваћена да учествује у програму одлуком Извршног комитета ŠARP, обезбеђује свог координатора ŠARP-a (институција и представник).

2. Ангажовање експерата из појединих земаља или региона света у Управу ŠARP-a, као специјалне помоћнике за поједине секторе у Програму ŠARP, на принципу „позајмице” на одређено време (шест до дванаест месеци).

3. Ангажовање појединаца-експерата у техничким комитетима по појединим задацима из Програма ŠARP.

4. Уговарање на основи прихваћених понуда за истраживачке пројекте ŠARP-a приликом међународног надметања, односно склапање уговора на принципу мешовите организације (joint venture) стране истраживачке организације и носиоца истраживања — уговора из САД.

5. Успостављање реципрочних споразума за размену прелиминарних резултата истраживања између појединих истраживачких организација у систему ŠARP.

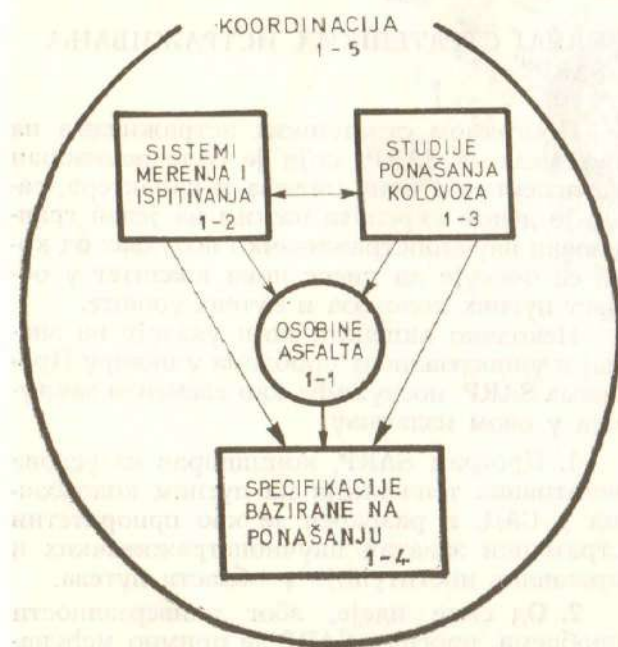
6. Подстицање других земаља на паралелним или пратећим (сателитским) пројектима истраживања, посебно у студијама „дугорочног понашања коловоза“ као једној од значајнијих области истраживања из Програма ŠARP.

7. Подстицање комплементарних истраживања ван специфичних циљева ŠARP-а, са поделом трошкова у уговору са ŠARP-ом. При томе страна земља — партнер обавља преузете задатке из истраживачког пројекта о свом трошку, а по предаји резултата истраживања ове трошкове рефундира ŠARP.

8. ŠARP ће да води централну банку података и да обавља њихово систематизовање за репродуктивне сврхе. Формирање комплетне библиотеке и информационог центра за бесплатну дистрибуцију резултата и налаза истраживања.

Карактер истраживања у Програму ŠARP је фундаменталан кад су у питању материјали. Посебан акценат је дат у области Теме 1 „Карактеристике битумена/асфалта“. Ова област истраживања укључује пет пројеката (за 50 милиона долара) и то:

- Пројект 1—1: „Особине битумена/асфалта“.
- Пројект 1—2: „Понашање, засновано на системима испитивања и мерења“.
- Пројект 1—3: „Студије понашања коловоза“.
- Пројект 1—4: „Формулација техничких услова базираних на понашању система битумена и асфалтних мешавина“.
- Пројект 1—5: Координација.



Када је реч о овој области истраживања, односно категорији материјала која је најугроженија у систему коловозне конструкције, протагониста ŠARP-а и садашњи извршни директор, академик Г. Дамиан Кулаш, изнео је своја слободна размишљања у билтену „Focus“, август којом приликом је истакао следеће:

А. Потреба за већом униформношћу битуменског везива из расположивих извора који одговарају идентичним стандардима.

„У САД постоји преко 200 различитих изворишта сирове нафте, од чега само 25% ових битумена долази из рафинерија које имају само једну процесну опцију — вакум дестилацију“.

„Битумен из једног извора понаша се различито од битумена из другог извора, чак и ако имају исту градицију (стандардне особине)“.

„Данашње комплексне шеме рафинерија и савремени процеси мешања дају чак мање могућности у погледу додатних информација о карактеру извора сирове нафте“.

„Настојања ŠARP-а усмерена су на захтеве веће униформности особина битумена истог типа са циљем да се обезбеди његово поузданије и предвидљивије понашање у коловозној конструкцији“.

Б. Потреба за иновираним поступцима испитивања битумена/асфалта који би знатно ближе предвиђали понашање коловоза.

„Постојећи стандарди за битумене заснивају се на неким једноставним физичким опитима (старим и до 70 година) а резултати ових испитивања нису у корелацији са понашањем коловоза“.

„ŠARP ће да услови одабирање оптималног броја референтних битумена ради испитивања у широком спектру врхунских поступака у карактеризацији овог материјала“.

„Са оваквим фундаменталним приступом у истраживању особина битумена/асфалта у корелацији са налазима у понашању коловоза, биће неопходно превести ова сазнања на одговарајуће опите који су примерени захтевима нове опреме, обучености кадрова и трошковима испитивања“.

Даља полемика размишљања, кад су у питању циљеви ŠARP-а у области „карактеристика битумена/асфалта“, академик Г. Кулаш поставља одређена питања, даје кратак одговор и коментарише на следећи начин.

1. На питање да ли се може избећи, рецимо 80% проблема код асфалтних колово-

за путем бољег обучавања кадра, брижљивијег грађења као и спровођења већ познатих мера, одговор је: ДА.

Коментар:

Постоје бројни проблеми у пракси пројектовања и грађења који заслужују озбиљну пажњу. Кључни мотив ŠARP-a је у БИТУМЕНСКОМ ВЕЗИВУ које је у великом занемаривано у истраживањима последњих година. Треба радити на оба ова фронта и то:

— Постојеће програме, који додирују ове проблеме, треба наставити при чему главни напор усмерити на стриктној примени оног што је већ познато.

— ŠARP сагледава неопходност проширења знања у овој области, као и да се исто учини лако применљивим.

2. На питање да ли ŠARP очекује да направи „ЧУДО“ од овог производа (битумен) одговор је: НЕ.

Коментар:

Међу данас расположивим битуменима једни су бољи од других у њиховој способности да подносе прегрејавање, да обезбеде прионљивост за агрегате, да се понашају добро чак и при неодговарајућој збијености (густини) асфалтне мешавине као и у другим сферама понашања. — И без новог „чуда“ од материјала, могуће је учинити знатна, чак и спектакуларна побољшања у понашању овог материјала.

Уколико измењени технички услови или пак модификовани битумени могу да остваре униформније и предвидљивије понашање у опсегу најбољих расположивих материјала, издатак је исплатљив. — Ако се пак догоди „чудо“, што је веће — то је боље!

3. На питање да ли су постојећи опити за оцену подобности материјала у блиској корелацији са њиховим понашањем у коловозној конструкцији одговор је: НЕ.

Коментар:

Постојећи стандардни опити су базирани на неким елементарним физичким особинама материјала који се не корелирају довољно блиско са трајношћу, адхезијом (прионљивошћу) и другим карактеристикама понашања у конструкцији. Једном, када се установи поуздан, практичан опит, потребно је да технички услови буду знатно више оријентисани на понашање у коловозној конструкцији.

4. На питање да ли је довољно истражен битумен/асфалт тако да знамо да се не исплате додатна побољшања у битуменском везиву, одговор је: ДА.

Коментар:

ŠARP је учинио највише што је било у моћи да се конституише на свим битним са знањима у науци и технологији, када је реч о истраживањима у области путева. Евидентна су значајна унапређења у технологијама карактеризације хемизма током последњих година, а такође нема сумње да постоје још бројне неистражене области.

5. Да ли ће ŠARP да изолује хемијске компоненте из битумена и формулише нове техничке услове (спецификације) за битуменска везива, одговор је: ДА.

Коментар:

Битумен је остатак чији хемијски састав широко варира са пореклом сирове нафте и примењених процеса рафинирања. Постоје милиони различитих молекуларних једињења. Изоловање и идентификовање посебних молекуларних група практично је немогуће.

Оно што ће ŠARP да учини су истраживања и испитивања различитих технологија карактеризације (дефинисања) материјала, базирана на хемијским и физичким принципима, тако да се могу користити за диференцирање битуменских везива на она која се добро понашају у асфалтним мешавинама и на она која то нису. Циљ је да се обезбеде довољне основе тако да одговарајуће групе могу послужити за формулисање техничких услова за поступке испитивања који неће бити претерано компликовани.

Оваква испитивања би се могла заснивати на аспектима хемијског састава, која до сада нису била рутински примењивана.

ЗНАЧАЈ СТРАТЕШКИХ ИСТРАЖИВАЊА „ŠARP“

Програмом стратешких истраживања на путевима — ŠARP, који је овде ремизиран са аспекта његових циљева и карактера, само је делом скренута пажња на један грандиозни научноистраживачки подухват од кога се очекује да унесе нови квалитет у област путних коловоза и путева уопште.

Неколико акцената који указују на значај и универзалност проблема у оквиру Програма ŠARP, послужиле као елементи закључка у овом излагању:

1. Програм ŠARP, конципиран из услова негативних тенденција на путним коловозима у САД, а разрађен је као приоритетни стратешки задатак научноистраживачких и државних институција у области путева.

2. Од саме идеје, због универзалности проблема, програм ŠARP је примио међуна-

родну димензију и у својој политици и регулативи нашао места широкој међународној сарадњи земаља са свих пет континента.

3. Финансиран почетно из буџета (са 150 милиона долара), овај Програм, кроз комплементарну сарадњу са домаћим и иностраним истраживачким организацијама, више-струко ће се валоризовати доприносом и разменом резултата истраживања из целог света.

4. За технолошки развијене земље, а такође и оне у развоју, програм ŠARP представља изазов и шансу по више основа:

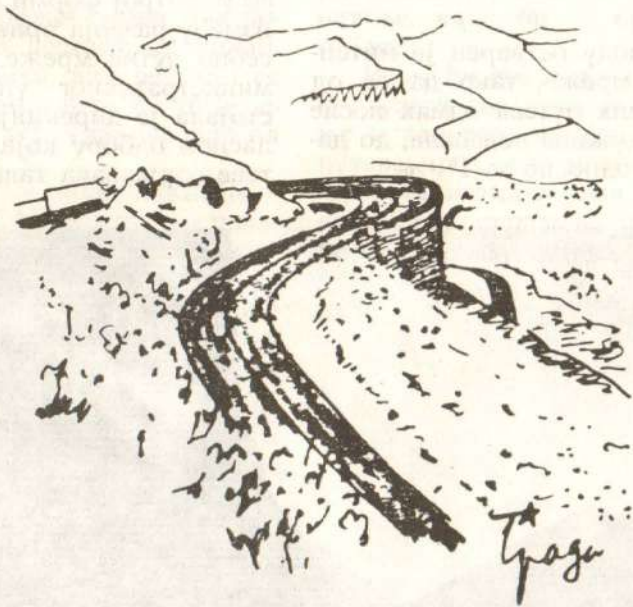
а) У пуноправној размени свих података и резултата текућих и завршних резултата и техничких докумената на релацији Програма ŠARP.

б) Веће и развијене земље су у прилици да понуде и уговарају веће делове пројеката

из Програма ŠARP самим тим и да постигну, поред знања, такође и већу материјалну корист.

в) За мање развијене и економски слабије земље, учешће на реализацији Програма ŠARP, било у својству координатора или удружени са више институција у земљи (факултети, институти) могу да реализују одређене сегменте истраживачких пројеката, као и одређене успешне иновације у дотичној земљи, а у линији пројеката комплементарну програму ŠARP.

У сваком случају, без претензија на неку већу улогу и допринос реализацији програма ŠARP, свака земља, укључена и ангажована непосредно или посредно, у прилици је да обезбеди својој путној привреди и науци УБРЗАНИ ТЕХНОЛОШКИ РАЗВОЈ у областима које су предмет Програма ŠARP, без лосебних улагања и већих трошкова, осим спремности за интензивну размену памети.



Информација о путној мрежи САП Косова

У досадашњој политици изградње, реконструкције, модернизације и одржавања магистралних и регионалних путева, углавном су приоритет имали изградња, реконструкција и модернизација путне мреже у циљу обезбеђења боље повезаности САП Косова са системом путева наше земље, као и међусобним повезивањем општинских центара, привредних објеката и региона.

Оваква политика у протеклом периоду била је друштвено и економски оправдана, јер је обезбеђен релативно добар фонд модерних путева који, крајем 1987. године, износи око 1850 км. или око 38% од укупне путне мреже.

У протеклом периоду остварен је интензивни развој путне мреже, тако да се од 2.000 км категорисаних путева одмах после ослобођења њихова дужина повећала, до данас, на око 5.000 км односно за 150%.

Развој путне мреже на територији Косова био је у појединим временским периодима различит.

- Први период, одмах после ослобођења па све до 1956. године представља најнеповољнији период у развоју путне мреже Покрајине. То је период у коме наслеђена и недовољно изграђена путна мрежа из предратног периода није претрпела никакве квалитетне промене. У овом периоду вршена је обнова порушених и оштећених објеката и почела је изградња пута Тетово—Догановић—Призрен.

- Други период, од 1957. до 1961. године, карактеристичан је по томе што почиње да се у оштрој форми испољава диспропорција између развоја привреде и саобраћаја — посебно путне мреже. Ово је још период административног управљања путевима. Постојала је дирекција путева АРКМ при Обласном одбору која је преко Секција за путеве одржавала тадашњу путну мрежу.



Сл. 1 — Руговска клисура

У овом периоду почиње изградња Јадранског пута 1956. године, а нешто касније и других путних праваца основне путне мреже, првенствено у оним деловима Покрајине где путеви представљају једину саобраћајну везу.

Према расположивим статистичким подацима у Покрајини је крајем 1957. године било само 31 км путева са савременим коловозом (што износи 1,34% укупне мреже да би се већ крајем 1961. године реализовало 147 км односно 6,22% од укупно категориране мреже путева).

● Трећи период је најзначајнији у досадашњем развоју путне мреже због њене интензивне изградње, а обухвата време од 1962. до 1985. године. У овом периоду путна мрежа Покрајине повећана је са савременим коловозом са 6,19% на 36,6%, односно са 147 км на 1.786,3 км, или за 12,2 пута.

● Четврти период је углавном карактеристичан појачаним одржавањем путева, тако да у прошлом петогодишњем плану није изграђен ни један километар новог пута, иако је било предвиђено око 50 км.

У овом периоду сва расположива средства путне привреде за сада су усмерена само на одржавање путева, као и на обнову (рехабилитацију) појединих путних деоница које су врло оштећене, а у оквиру постојећег плана 1986/90 године.

У Покрајини се ради на изградњи око 700 км локалних путева — то су пољопривредни путеви, у циљу бржег развијања пољопривреде. Ове путеве делимично финансира и Међународна банка, али не ради се овде о модерним путевима, него су то сеоски путеви са коловозом од туцаника или од шљунка.

Степен изграђености — модернизације и развоја путне мреже у САП Косову — показује да је практично целокупна путна мрежа у САП Косову изграђена у задњих 22 године. Данас САП Косово има врло солидну путну мрежу која је у могућности да у највећој мери задовољи саобраћајне потре-

бе Покрајине. У 1987. години САП Косово има око 5.000 км категорисаних путева, од чега је 555 км магистралних путева (12% укупне мреже), 1.195 км регионалних путева (24% укупне мреже) и 3.250 км локалних путева (64% укупне мреже).

Према изнетим подацима, у последњем периоду битно је смањена изградња и реконструкција путева, а нешто већа средства су дата на одржавање, а нарочито на рехабилитацију — појачање или обнову дотрајалих коловоза. У наредном периоду потребно је посветити већу пажњу редовном одржавању, као и заштити јавних путева. Важно је напоменути и то да одржавање локалних путева врше комуналне организације по општинама, са доста скромним средствима.

Финансирање радова на магистралним и регионалним путевима врши се из средстава редовног прилива, на основу годишњих програма радова који се заједнички састављају а усвајају их одговарајући органи СИЗ-а за магистралне и регионалне путеве.

Поред видног успеха у изграђеној путној мрежи магистралних и регионалних путева, као и у мрежи локалних путева у САП Косову, не можемо бити задовољни са стањем у погледу заштите путева и путног земљишта. Велика је узурпација путног земљишта од стране приватних власника, дивља градња поред путева, приступни путеви, као и уништавање саобраћајних знакова, мада се на овоме у последње време поклања више пажње, како би се сузбиле ове негативне појаве.

Имајући све напред у виду, неопходно је предузети све мере за ефикасније одржавање и заштиту магистралних и регионалних путева кроз већа улагања у одржавање, бољу организацију рада, квалитетније и ефикасније извршавање свих радова и услуга на одржавању путева.

Председник Друштва
за путеве Косова
Гојковић Божидар

Четврт века постојања радне организације за путеве „Нови Пазар“

ИЗЕТ ЉАЈИБ, дипл. инж.

РО за путеве „Нови Пазар“, Нови Пазар

Одлуком Извршног већа СР Србије 12. 12. 1961. године формирају се предузећа за путеве и Републички фонд. Тада је формирано и Предузеће за путеве „Нови Пазар“. Њему је поверено на управљање 455 км путева I и II реда, од чега 7 км са савременим коловозом и 321 км са туцаничким, а остало са земљаним и непросеченим путевима.

Остварени укупан приход те 1962. године био је 2.150.703 динара, а доходак 1.408.343 динара, акумулација 124.869 динара и просечан лични доходак 248 динара, а вредност основних средстава износила је 953.205 динара. Од укупно 172 радника није било ни једног са високом или вишом стручном спремом, већ 16 са ССС, 6 НСС, ВКВ 3, КВ 41, ПК и НК 106.

У протеклих 25 година било је више облика реорганизације у путној привреди, које су имале директан или индиректан утицај на сам развој радних организација.

Савети корисника путева при предузећима постоје све до 1977. године. У току 1968. године укида се Предузеће „Нови Пазар“ због недовољне путне мреже (цензус је био 1.200 км) и послује као ООУР у склопу Предузећа за путеве „Титово Ужице“ до 1969. године, када се поново формира Предузеће за путеве „Нови Пазар“.

У овом периоду нама се предају на управљање 414 км путева III реда, тако да одржавамо укупно 895 км путева (I, II и III реда). Неоспорно је да је у овом временском периоду урађено много. Проценат путева са савременим коловозом повећао се на 44%, али је чињеница да је већина путева са савременим коловозом обезбашена, и да је мали број путних праваца рађен по пројекту, већ је модернизација вршена по постојећем стању. Овакав начин осавремењавања коловоза примењен је због недовољних средстава.

Изградња нових саобраћајница, без обзира на категорију пута вршена је по пројекту. Модернизацију свих саобраћајница извршила је наша Радна организација, осим

магистралног пута Краљево—Рапска—Титова Митровица, коју је извршила Војна пошта 8620 из Краљева.

Изграђено је 74 км нових саобраћајница и то 26 км Јадранске магистрале, коју су извели неимари „Вијадукта“, „Партизанског пута“, „Гранита“ и „Рамиз Сакидуа“, 24 км пута Нови Пазар—Рибариће којег је извео „Гранит“ и 24 км пута Јошаничка Бања — Копаноник којег је извео „Аутопут“.

У 1977. години нашој Радној организацији поверава се изградња магистралног пута Рапска—Нови Пазар којег смо изградили у року и квалитетно.

Оваква интензивна модернизација и изградња путева битно утиче на укупни привредни развој нашег подручја и јачање материјалне основе Радне организације.

У 1977. години извршена је прекатегоризација путева I, II и III реда у магистралне и регионалне путеве. Укидају се Савети корисника, а формирају СИЗ-ови који њима управљају, и то за магистралне путеве Републички СИЗ, а за регионалне регионални СИЗ-ови. Предузећа за путеве трансформишу се у радне организације за одржавање, реконструкцију и изградњу путева.

Прилив средстава за путеве из године у годину се смањивао, тако да је од 1982—1984. године дошла у питање основна функција пута — за нормално одвијање саобраћаја, јер су путеви остали без путара. Били смо принуђени да проширимо основну делатност и да се бавимо изградњом водовода и канализације, као и радовима на рудницима. По први пут од постојања Радне организације тражимо послове ван подручја наше територије (преко Покрајинског СИЗ САП — Косова и „Пут — Приштина“, а на подручју СО-е Лепосавић и Приштина). Добар део послова извели смо на територији СО-а Вучитрн и Титова Митровица као и реконструкцију регионалног пута на деоници Србица—Клина. Ово је био и најтежи период за РО од њеног оснивања.

У другој половини 1984. године на поткопаоничком подручју врши се санација пу-

тева, а Предузећу се на територији СО Рашка поверава санација следећих путних праваца: Биљановац—Јошаничка Бања, Брвеник—Градац, Рашка—Трнава и Рашка—Ѓњинца.

У другој половини 1985. године са ООУР-ом „Чачак“ и РО „Крагујевац“ реконструирали смо пут Ушће—Студеница, који је завршен у року и квалитетно.

Наведени послови врло битно побољшавају наш материјални положај.

У првој половини 1986. године укидају се регионални СИЗ-ови, а регионални путеви се предају Републичком СИЗ-у за путеве.

У 1986. години почиње реализација програма реконструкције путева на подручју три општине: Нови Пазар, Тутин и Сјеница. У овој години по овом програму средства су знатно увећана у односу на 1986. годину, па се објективно очекује убрзанија реализација изградње путева овог подручја.

У првих девет месеци 1987. године остварен је укупан приход од 5.061.300.000 динара, са трошковима пословања од 2.941.000.000 динара, доходак од 2.120.000.000 динара, лични доходи 1.075.600.000 динара, акумулација 366.700.000 динара, амортизација 475.100.000 динара, вредност основних средстава 3.550.000.000 динара и остварени просечни лични доходак од 128.355 динара. Са оваквим радним резултатима колектив је на најлепши могући начин обележио свој јубилеј.

Од укупно 482 стална радника, 18 је са ВС спремом, од тога 6 дипломираних грађевинских инжењера, три дипломирана ма-

шинска инжењера, пет дипломираних економиста, три дипломирана правника и један дипломирани рударски инжењер; са ВСС је 12, ВКВ 27, КВ 186, ССС 81, НК и ПК 154 радника, па је овако повољна квалификациона структура потицала на добре пословне резултате.

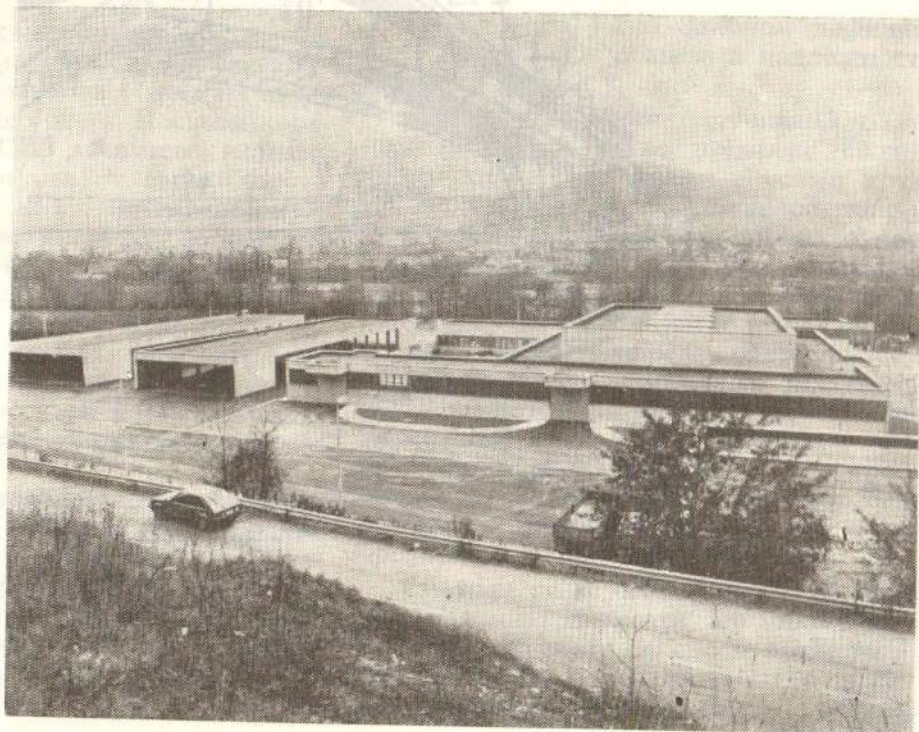
Свесни чињенице да се послови могу обављати квалитетно и на време само са добрим кадром и савременом механизацијом водимо бригу о набавци савремених машина и оспособљавању кадра и сарађујемо са научним институцијама.

Тако, данас, ископна моћ за 1 час износи 900 м³ (са 21 булдожером), а утоварна моћ је 975 м³/h (са 13 утоваривача и 5 ровокопача); за 1 час може се произвести 130 т асфалта, издробити 100 м³ камена, док утоварни капацитети 70 возила износе 540 м³ или 864 тона.

Поред ових машина и возила располажемо са специјалним машинама чији учинци нису мерљиви због обављања више операција.

Од укупно 946 км магистралних и регионалних путева којим данас управља Предузеће, са савременим коловозом је 516 км (55%), са туцаничким 253 км (27%), а земљаних и непросечених 177 км (18% од укупне мреже путева).

Од укупно 159 мостова дужине 4.432 м, 140 је бетонских и каменних дужине 4.086 метара, 4 су челична (дужине 192 м), 15 је (дужине 153 метра) дрвених, а дужина 8 тунела износи 910 метара.



Сл. 1 — Нова
ремонтна радионица
РО за путеве „Нови
Пазар“

Решавању стамбених проблема, друштвеног стандарда и заштите радника поклања се велика пажња.

Радној јединици Механизације предата је на коришћење нова ремонтна радионица коју су наши радници изградили сопственим одрицањем (слика 1).

На нашем подручју постоје четири неразвијене општине: Рашка, Нови Пазар, Сјеница и Тутин, а СО Тутин, као изразито неразвијена општина. Подаци о врсти коловоза, о км пута на км² површине, о броју возила на 1.000 становника, о броју возила на 1 км пута говоре да смо доста испод просека републике.

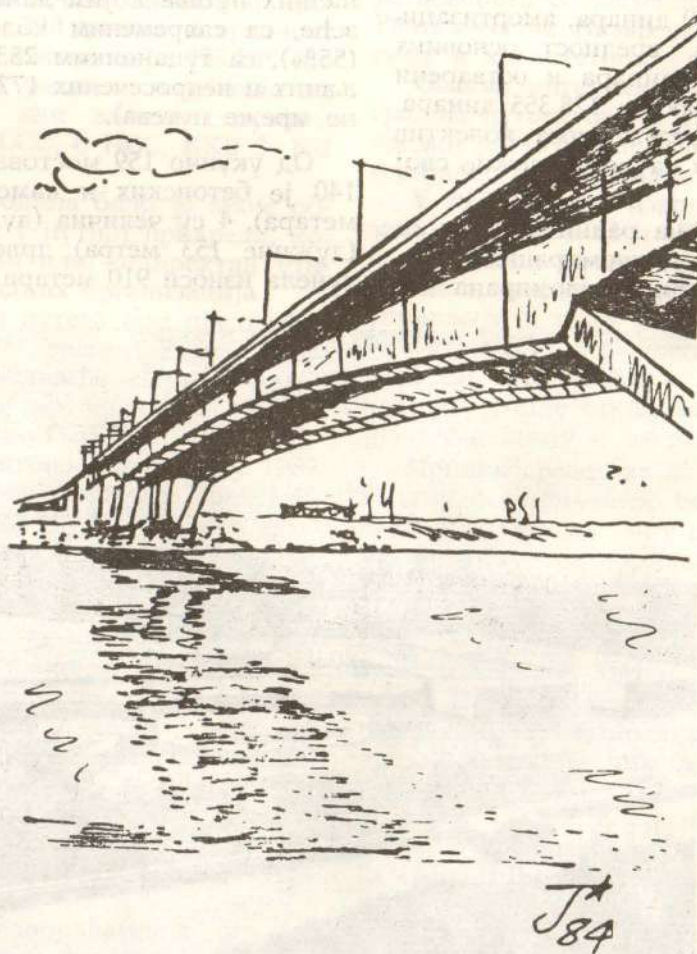
Поред тога, од 500 км путева са савременим коловозом, добар део истих је урађен са коловозном конструкцијом која није у стању да прими постојеће саобраћајно оптерећење па се зато мора вршити доградња коловозне конструкције или њена реконструкција уз примену јефтиних решења (по-

вршинске обраде, коришћење локалних материјала и др).

Посебна пажња мора се посветити технологији одржавања путева и примени нове и савремене технологије

Поред редовног одржавања врло је битно зимско одржавање, а оно је у нашим условима заиста сложено, јер није једноставно одржавати путеве на подручју: Ибарске и Јадранске магистрале, као и путеве на подручјима пештерске висоравни, Копаоника, Голије, Гоча и Рогозне, где је надморска висина најчешће око 800 до 1.000 м, па и до 1.700 м и стога је потребна савремена опрема (грејдери, снегочистачи, посипачи, фрезе и друга прикључна средства и машине) која није јефтина, а већи део се и увози.

Поводом прославе 25 година РО за путеве „Нови Пазар“ додељују се Јубиларне плакете, повеље и дипломе радним организацијама и заслужним стручњацима и радницима.



Примедбе на Нацрт закона о путевима

У октобру месецу завршена је јавна расправа о Нацрту закона о путевима за коју се може рећи да је била врло добро организована и успешна. Бројни учесници у расправи и велики број писмених примедби потврђују да је ова материја врло интересантна за све који се баве путевима, а за многе представља животно питање.

Жеља свих учесника у јавној расправи била је да се донесе Закон о путевима који би представљао унапређење садашњих решења у постојећем Закону. Међутим, предложени текст Нацрта није, по мојем мишљењу, обезбедио тај захтев.

Као и досадашњи Закон и овај Нацрт не обезбеђује да се, пре свега, исправно одлучује о значајним питањима путне привреде. Нацртом се предлаже да се о свим битним питањима путне привреде одлучује у самоуправним интересним заједницама за путеве.

Овакво решење није добро из више разлога.

СИЗ за путеве је самоуправна институција која се оснива, пре свега, ради усклађивања односа између даваоца услуга на путевима и корисника тих услуга. Послови којима се може бавити СИЗ за путеве, њен састав и разлози постојања су сасвим друге врсте од послова и надлежности које јој предлагач Нацрта заиста даје. Ту се пре свега мисли на управљање путевима.

Систем управљања код одржавања путева представља активности у вези са проценом стања путева и предузимање мера од којих зависи трајност и функционалност пута, са циљем да се оствари највећа могућа корист од финансијских улагања у одржавање путева.

Активности и послови који не могу бити, због своје природе, предмет самоуправног одлучивања не могу се обављати у самоуправној интересној заједници. Ти послови се морају обављати у одговарајућим специјализованим институцијама где се одлуке доносе на основу егзактних параметара, а не пребројавањем гласова.

СИЗ за путеве оснивају се због обезбеђења посебног друштвеног интереса који представља делатност одржавања путева. Дакле, ове заједнице се могу бавити искључиво пословима и активностима у вези одржавања путева, а не и грађења истих. Код грађења путева је чист купопродајни однос где је све дефинисано уговорима и где нема потребе да се усклађују интереси и самоуправно договарају наручилац посла и извођач радова.

Вероватно у недостатку одговарајућих институција предлагач Закона све што је логично и што није даје у надлежност СИЗ за путеве јер нема коме другом да то да.

Грешка је у томе што све то што се даје СИЗ-у у надлежност не може се ту обављати ефикасно и без проблема.

Неопходно је извршити логичну поделу надлежности и одговорности за сва питања путне привреде и формирати институције које сада недостају.

То се мора јасно Законом дефинисати, како би се знале обавезе и надлежности за поједина питања.

Досадашњи начин одлучивања о виталним питањима путне привреде сводио се фактички на одлучивање у уским круговима. Формално све те одлуке су покривене ваљаним одлукама одговарајућих самоуправних органа. У тим органима налазе се, најчешће, нестручни људи за материју о којој одлучују. О најбитнијем питању — финансирању путне привреде одлучује се ван СИЗ-а. Чак је и усмеравање тих средстава изван надлежности СИЗ за путеве. О већ усмереним средствима се одлучује у СИЗ за путеве и то само како ће се она трошити. Међутим, и ове одлуке се доносе без свестраних анализа и своде се на усвајање предлога стручних служби СИЗ-а.

Сматрам да се овакав начин одлучивања не сме више толерисати, јер никога није доводио у ситуацију да сноси последице због лоше донетих и реализованих одлука. Иза предлога морају и могу да стоје одговарају-

ће специјализоване институције, које би биле гаранција да ће се рационално газдовати са финансијским средствима намењеним за путеве.

Без мултидисциплинарног приступа у изради предлога не могу се са сигурношћу доносити добре одлуке.

Морамо се обезбедити од субјективизма који је у случају одлучивања без одговорности врло присутан.

Предлагач Нацрта закона о путевима би ове, као и многе друге ствари, морао да има у виду и да понуди таква решења од којих ће путеви имати највећу корист. Предложена решења у Нацрту, по мојем мишљењу, не гарантују успешно управљање путевима што ће имати (као и важећи Закон) доста штетних последица по путеве и развој друштва у целини.

Миловановић Владета

САВЕЗ ДРУШТАВА ЗА ЦЕСТЕ ХРВАТСКЕ,
Загреб, Вончина 3

издао је књигу дипл. инж. др техн. Јозефа Дултингера

ЗИМСКА СЛУЖБА НА ЦЕСТАМА

(пријевод: АЛОЈЗ ПЕТРОВИЋ, дипл. инж. и ЗДЕНКА ПЕТРОВИЋ, проф.)

У књизи су обухваћена ова поглавља:

- I. Увод
- II. Удобност вожње и сигурност промета
- III. Зимски увјети вожње
- IV. Заштита од снијега на цестама
- V. Чишћење снијега
- VI. Отклањање поледице
- VII. Загријавање колника
- VIII. Уређаји који најављују стварање поледице и снијег
- IX. Организација зимске службе на цестама
- X. Зимска служба у градовима

Књига је илустрирана фотографијама и цртежима.

Цијена књиге је 9.000 динара, те поштарина 1.000 динара.

Наруџбе прима:

Савез друштава за цесте Хрватске, Загреб, Вончина 3

Уплату извршити на

жиро-рачун: 30102-678-271, с назнаком „за Зимску службу“

Књигу шаљемо након примитка уплате.



Мр ЂОРЂЕ УЗЕЛАЦ, дипл. инж. грађ.

Успешно одбранио магистарски рад

Мр Ђорђе Узелац рођен је у Нишу 1947. године, Основну школу завршио је у Београду, Гимназију у Сарајеву а Грађевински факултет у Београду, где је на одсеку за путеве и железнице дипломирао 1974. године.

По одслужењу војног рока, у октобру 1975. године запошљава се у Институту за испитивање материјала СР Србије, Центар за механику тла и фундање где до данас ради у сектору за путеве. Од 1985. године руководи групом за коловозне конструкције и истраживања.

У својој стручној каријери од сада је радио на многобројним сложеним истраживачким и другим радним задацима које је финансирала РЗНС. У почетку, као сарадник а касније као обрађивач ради на научним пројектима: „Истраживање коловозних конструкција и материјала сигурних на дејство чинилаца који смањују век њихове употребљивости“ и „Истраживање дубине мржњења и дејства мрза у тлу и у коловозним конструкцијама путева и аеродромских писта“. У оквиру ових пројеката посебно се ангажовао на темама из области истраживања дубине мржњења, дејства мрза на коловозне конструкције, испитивању понашања коловозних конструкција под тешким саобраћајем и испитивању узрока пропадања коловозне кон-

струкције, односно изнашањењу мера за санацију и појачање. У својој стручној активности великим делом се бави сличном проблематиком — испитивањем коловозних конструкција, што му омогућава примену стечених научних сазнања на многобројне радне задатке и увођење савремених метода у свакодневну праксу. Значајан је рад на увођењу мерења дефлексија дефлектографом „Lascoix“ и при том је посебно допринео израдом оригиналних програма за рачунар помоћу којих је решен проблем компликоване и дуготрајне обраде података. Даљим развојем ових програма омогућено је коришћење најзначајнијих достигнућа у области обраде и анализе података о дефлексијама. Поред тога уводи у праксу савремене методе за анализу и димензионирање коловозних конструкција помоћу рачунара и развија више оригиналних програма, за шта добија годишњу награду Института за испитивање материјала.

У току 1982. године проводи месец дана на специјализацији у Француској, у лабораторијама за путеве и мостове по теми „Испитивање и утврђивање квалитета путева у експлоатацији и њиховог прилагођавања захтевима саобраћаја“. Касније, у току 1984. године ради у Ираку на градилишту „Expressway No. 1, где, у време врло интензивне динамике радо-

ва, успешно руководи лабораторијом.

До сада је објавио осам радова у стручним часописима и на стручним скуповима.

Октобра 1987. године на Грађевинском факултету у Београду одбранио је магистарски рад под насловом „ТОПЛОТНИ РЕЖИМ И ЊЕГОВ УТИЦАЈ НА МЕХАНИЧКО ПОНАШАЊЕ МАТЕРИЈАЛА У КОЛОВОЗНОЈ КОНСТРУКЦИЈИ“. У раду су обрађена питања из области утицаја температуре на понашање материјала у коловозној конструкцији, топлотни режим — распростирање топлоте кроз коловозну конструкцију, топлотне карактеристике материјала и продирање мрза. У експерименталном делу анализиран је топлотни режим у коловозној конструкцији и подтлу ауто-пута кроз Београд и на основу великог броја мерења изведени су прецизни закључци чије је познавање неопходно при примени савремених, рационалних метода за анализу коловозних конструкција.

Поред свог редовног рада у Институту, од 1976. године ангажован је у редакцији часописа „Пут и саобраћај“, у више комисија републичког и савезног значаја и члан је Председништва Друштва за путеве Србије.

припремио:
Проф. др Здравко Јоксић



Мр МИЛАН ВЕЉКОВИЋ, дипл. инж. грађ.
Нови магистар техничких наука из области путоградње

Мр Милан ВЕЉКОВИЋ, дипл. инж. грађ. рођен је 27. 11. 1953. год. у Трстенику. Гимназију је завршио у Врњачкој Бањи 1972. год. а 1978. год. дипломирао на Грађевинском факултету Универзитета у Београду на одсеку за путеве и железнице. Дипломирао је из области путева. Дипломски рад је награђен Октобарском наградом града Београда у категорији студентских радова.

После дипломирања запослио се у ГРО „Аутопут“ где се у радном односу налазио до 1979. год. на изградњи аутопута Београд—Ниш. За асистента на Грађевинском факултету Универзитета у Београду изабран је 1979. год. на групацији предмета путеве.

У наставном процесу Грађевинског факултета ангажован је на одржавању вежбања на предметима Путеве и аеродроми, Градске саобраћајнице, Путеве и Основи саобраћајница.

Научно-истраживачка делатност Мр Милана Вељковића одвија се континуално од доласка на факултет у домену проблематике еколошких аспеката планирања и пројектовања путева. У овом периоду урадио је више научно-истраживачких радова који су финансирани од стране Републичке заједнице науке СР Србије и Грађевинског факултета. Рукводиоцац је петогодишњег међународног пројекта на нивоу земаља СЕВ-а са темом: „Микроскопски компјутерски модел за симулацију саобраћајне буке на путевима“.

Стручна активност Мр Милана ВЕЉКОВИЋА оријентисана је на студијско-пројектантске задатке из области планирања и пројектовања путева — у области еколошких утицаја са најужим мерењем на проблематику саобраћајне буке. Из области стручне активности Мр Милана Вељковића посебно треба истаћи радове: „Еколошки пројект аутопута Београд—Ниш у зони Параћина“, Пројект заштите од буке аутопута Београд—Ниш у зони Параћина“, „Студија буке и аерозагађења за мост преко Саве и Аде Циганлије у Београду“, „Студија заштите од саобраћајне буке стамбеног насеља на Чукаричкој падини“, „Пројект заштите од саобраћајне буке стамбеног насеља на Чукаричкој падини“.

Маја 1987. год. мр Милан ВЕЉКОВИЋ је одбранио магистарски рад на Грађевинском факултету Универзитета у Београду под насловом: „КОМПЈУТЕРСКИ МОДЕЛ ЗА СИМУЛАЦИЈУ САОБРАЋАЈНЕ БУКЕ НА АУТОПУТЕВИМА“.

У оквиру магистарског рада обрађена је изузетно актуелна тема која обухвата фундаменталне додирне дисциплине, поставке математичког моделирања, експериментална истраживања и обимна знања из примене рачунара. Развијен математички, програмски и симулациони модел, по својим карактеристикама и могућностима примене представљају значајан научни допринос. У оквиру могућности примене једног оваквог модела постављени су темељи укључивања еколошких показатеља у савремени процес пројектовања путева.

Проф. др Михаило Малетин

ПУТ И САОБРАЋАЈ

Часопис Друштва за путеве Србије, Македоније, Црне Горе и покрајинских друштава за путеве Војводине и Косова

Број 1-2 • јануар-фебруар • Година XXXIV

Преглед објављених радова у часопису „ПУТ И САОБРАЋАЈ“ у току 1987. године

БРОЈ 1-2

- | | |
|--|--|
| Др Љубиша Кузовић, Илија Албрехт, Владан Тубић | — Анализа ефеката остварених у првим годинама експлоатације путева који су изграђени или побољшани уз учешће кредита Светске банке |
| Милан Тешић | — Статистичка процена квалитета уграђеног битуменом обавијеног шљунка на аутопуту у једној несврстаној земљи |
| Др Предраг Брауновић | — Прилог побољшању затезних својстава цементом стабилизованог песка коришћењем разређеног битумена |
| Др Александар Цветановић | — Прорачун напона у цементно бетонским коловозима услед промене температуре |
| Марјан Крањц
„Ауто-магазин“ | — Дилеме и проблеми путне привреде Словеније |
| Градимиr Луковић | — Со не „убија“ само снег |
| Драгољуб Стефановић | — Сто година аутомобила |
| Толази Томаш, Север Драго | — Филер-мешавина која обећава моменталне оправке |
| Здравко Јоксић, Марија Бона | — Одржана стручна екскурзија Друштва за цесте Марибор у Аустрији |
| In memoriam | — Извештај са седнице председништва и годишње скупштине Друштва за путеве Србије |
| | — Томислав Миленковић и др Здравко Хорват |

БРОЈ 3-4

- | | |
|--------------------------|--|
| Вићентије Капљаревић | — Усвојена планска документа Републичке самоуправне интересне заједнице за путеве у 1987. години (Финансијски план и програм радова) |
| Др Александар Лепавцов | — Интегрални модел одржавања мреже магистралних путева у СР Србији |
| Драган Бебић | — Планирање одржавања мостова |
| Проф. Живорад Бүкић | — Белгијски прописи за производњу и уграђивање асфалтних бетона |
| Др Александар Цветановић | — Комбинација различитих утицаја и замор материјала код бетонских коловозних конструкција |
| Др Зоран Радојковић | — Карактеристике савремених модела за управљање путевима |
| Др Здравко Јоксић | — Подужне дренаже уз ивицу коловоза од геотекстила |
| Др Зоран Радојковић | — Извештај са састанка Техничког комитета АИПЦР за коловозне конструкције |
| Марија Бона | — Извештај са седнице Председништва Друштва за путеве Србије |
| Др Здравко Јоксић | — Др Александар Лепавцов успешно одбрано докторску дисертацију |
| In memoriam | — Др Бранислав Поповић |

БРОЈ 5-6

Др Здравко Јоксић
Богдан Бурбевих
Радовић Мирчета
Петер Иван

Др Здравко Јоксић

In memoriam
Слободан Ивковић

БРОЈ 7-8

Здравко Огњевих
Светлана Стојадиновић

Миодраг Гранжан,
Мр Имре Пап

Др Александар Цветановић
Слободан Георгијев

Мр Петар Митровић,
Велисав Поповић

Христивоје Пејчић

Проф. Божидар Милошевић,
Проф. Живорад Букић

In memoriam

БРОЈ 9-10

Др Зоран Радојковић

Милан Јовановић
Момир Мијатовић,
Здравко Лечић

Анђелко Анђелић,
Петар Дуроњић

Петар Дуроњић
Др Здравко Јоксић

Војислав Вајда

Др Александар Цветановић

Нове књиге

- XII Конгрес Савеза друштава за путеве Југославије
- Самофинансирање одржавања и изградње путева
- Информација о стању путне привреде САП Војводине
- Информација о увођењу микрофилма у путну привреду у Србији
- Предлози за побољшање безбедности саобраћаја на путевима
- Предлог рада Председништва Друштва за путеве Србије по седницама
- Преглед рада Савеза друштава за путеве Југославије по седницама
- Извештај о раду Комитета за сарадњу са ИРФ
- Осамнаести светски путни конгрес АИПЦР

— Видана Матић, Миломир Башкаловић, Шабан Прелић
— Приказ интересантних радова објављених у француском часопису *Revue generale des Routes et des aerodromes*, у свескама из 1986. године.
Revue generale des Routes et des aerodromes, у свескама из 1986. год.

- Изградња аутопута „Братство-јединство“ кроз СР Србију
- Димензионирање коловозних конструкција I секција (Друга интернационална конференција о носивости путева и аеродрома)
- Површинске обраде — врсте и примена

- Разделнице у класичним бетонским коловозним конструкцијама
- Обнова и појачање коловозне конструкције на делу пута М-2 од Бенерал Јанковића до Качаника
- Стабилизовање косине усека израдом заштитног слоја од млазног малтера (торкрет)
- О неким аспектима развоја саобраћаја на неразвијеним подручјима Србије ван покрајина
- Сећање на професоре Кирила Савића (1870—1957) поводом 30. годишњице смрти
- Проф. др Драгољуб Маџура

- Дефиниција и класификација активности у одржавању и управљању путевима
- Извештај о путној мрежи региона Зајечар и РО за путеве „Зајечар“
- Пројектовање и градња деонице пута М-25/1 кроз Бердапску клисуру

- Мостови на путу кроз Бердапску клисуру на деоници Кожице — Хладне воде
- Друмски мост преко Бољетинске реке на Бердапском путу
- Уклањање оштећеног бетона са бетонских мостова и припрема површине за обнову млазом воде велике брзине
- Путевима Чехословачке, Источне Немачке, Пољске и Мађарске
- Извештај са XXXI редовне годишње Скупштине Друштва за путеве Србије
- Преглед рада Председништва Друштва за путеве Србије по седницама
- Извештај са XX редовне Скупштине Савеза друштава за путеве Југославије

- Из активности Међународне федерације за путеве — IRF
- Предате повеље Друштва за путеве Црне Горе истакнутим стручњацима и радним организацијама из СР Србије
- Извештај о раду Друштва за путеве САП Косова
- Коловозне конструкције путева — пројектовање, грађење и одржавање — аутора др Здравка Јоксића, Грађевинска књига)
- Организација и технологија друмског транспорта (др Љубомир Топенчаревић, Грађевинска књига)

припремио: З. Јоксић

Summaries

TEMPERATURE DEPENDENT MECHANICAL BEHAVIOUR OF MATERIALS IN PAVEMENT LAYERS

Dorđe Uzelac, B. Eng., M. Sc. Institute for Testing Materials, Belgrade

The purpose of this article is the study of temperature dependent of materials which are usually used in the pavement layers: asphalt mixtures, portland cement concrete and soil materials. The analysis is conducted with the following aims: to find the kind of behaviour, to establish the magnitude and significance of changes, and to find the law of change (if it is possible).

The article presents the first part of the author's M. Sc. thesis, titled *Temperature regime and its influences on the mechanical behaviour of materials in the pavements*.

Put i saobraćaj, 34 (1988) 1—2, 56, fig. 10; tab. 0; ref. 0; Original in Serbocroatian.

UDC 625.84/.85:625.042.2/.3
Original scientific paper

is scheduled to be accomplished within five years, i. e. from 1988 to 1992. SHRP Program counts on international cooperation worldwide, and deals with two ways of its activity in general: (a) rightful exchange of the results obtained from any SHRP research projects or other findings, and (b) cooperation with foreign research organizations or agencies on different projects or tasks within SHRP areas, on compensatory basis. — The final purpose of SHRP projects is a new quality of pavements and other road structures that will have longer service life, the goals which shall be achieved by innovative standards and specifications in highways.

Put i saobraćaj, 34 (1988) 1—2, 56, fig. 1; tab. 1; ref. 0; Original in Serbocroatian.

UDC 625.7/.8.001.5
Subject review

COMPUTER SIMULATION OF HIGHWAY TRAFFIC NOISE

Milen Veljković, B. Eng., M. Sc.
Faculty of Civil Engineering, Belgrade

This paper provides a review of the computer program developed for the simulation of highway traffic noise. The simulation model itself is based on random, discrete and dynamical simulation of the traffic flow as the noise generating source. The conditions for the propagation of noise are also modelled including the alternative measures for noise level reduction (dikes, screens etc.).

The main program module for the simulation of noise levels and its propagation is supplied with a set of subprograms for the different types of numerical and graphical interpretations (histograms, charts, tables, layouts etc.) on printer and plotter devices. The entire system is integrated and covers all methodological and technological requirements of the highway design process.

Put i saobraćaj, 34 (1988) 1—2, 56, fig. 15; tab. 0; ref. 8; Original in Serbocroatian.

UDC 625.73.098:699.84:681.32.001.57
Original scientific paper

CONCRETE PAVEMENT CONSTRUCTION ON A SITE IN IRAQ

Pešić Dragoslav, C. Eng.
Institute For Testing Materials, Belgrade

Construction methods applied to concrete pavement are described. Site organization, equipment and supply of materials are presented. Practical experiences are outlined.

Put i saobraćaj, 34 (1988) 1—2, 56, fig. 6; tab. 0; ref. 0; Original in Serbocroatian.

UDC 625.841.002.2
Professional paper

CHARACTER AND IMPORTANCE OF STRATEGIC HIGHWAY RESEARCH PROGRAM — SHRP

Ph. D. Braunović Predrag, C. Eng.
The Highway Institute, Belgrade

Since the AASHO Road Test was completed (1962), the Strategic Highway Research Program — SHRP, is one of most comprehensive research program in the field of highways, and in particular regarding pavements and other road structures. The Program

CAN THE HIGHWAY TRAFFIC THROUGH SERBIA BE SAFER?

Ljubiša Stanojević, C. Eng.
Secretariat for Transport and Communications

The analysis of Traffic accidents in the 1976—1987 period is used as the basis for description of the security on the highway section through Serbia. Proposals for the increase of safety of driving conditions are given.

Put i saobraćaj, 34 (1988) 1—, 56 fig. 1; tab. 0; ref. 0; Original in Serbocroatian

Professional paper

ПЛАНУМ

ГРАЂЕВИНСКА РАДНА ОРГАНИЗАЦИЈА

ПО бок 59

11080 Београд — Земун, 22 Октобра бр. 15
тел. 011/691-200, 691-212. Телекс 11136
YU Планум

Пројектује и изводи:

— Објекте нискоградње: Аеродроме свих класа, ваздухопловне базе, аутопутеве; путеве свих категорија; железничке пруге, бетонске и камене мостове као и масовне земљане радове.

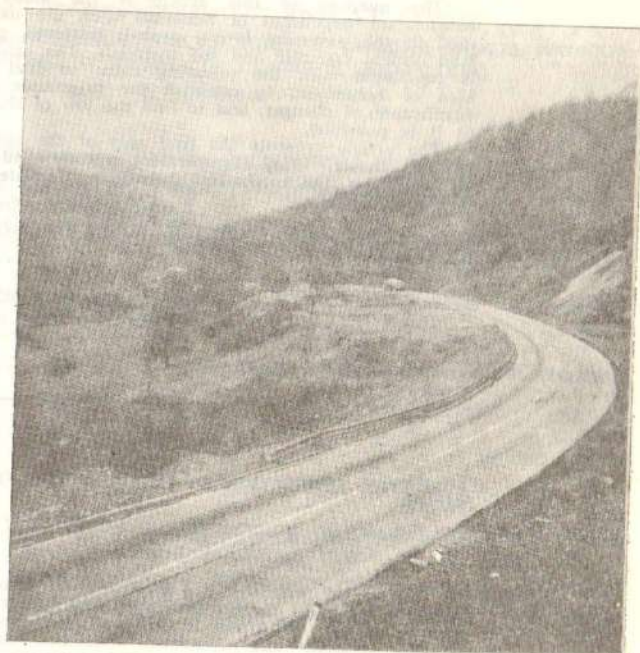
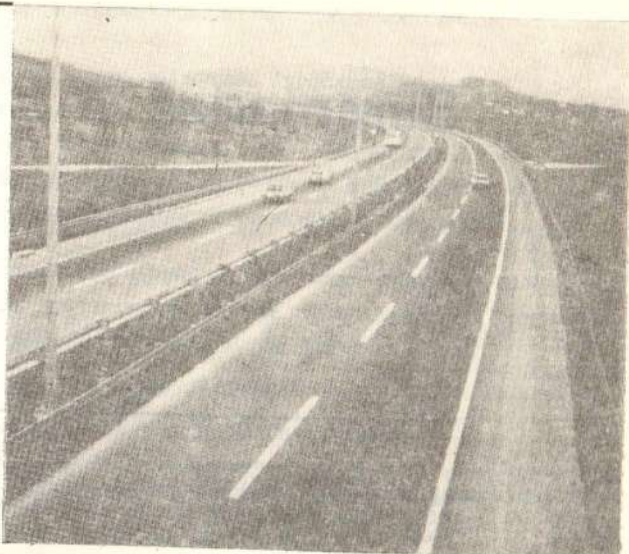
— Подземне објекте: Путне, железничке и хидротехничке тунеле, подземне аеродроме; подземна складишта горива, противатомска и класична склоништа, подземне фабричке хале, затворене и отворене заштитне грађевине за авионе, возила и људе.

— Објекте спољних водова и канализације

— Хидротехничке објекте: Земљане и бетонске бране.

Најзначајнији изведени објекти у земљи

- Интернационални аеродром „Београд“
- Интернационални аеродром „Дубровник“
- Интернационални аеродром „Ријека“
- Интернационални аеродром „Тиват“
- Аутопут Шентиљ-Нова Горица 11 km.
- Аутопут „Е-5“, Београд-Ниш, 53 km
- Железничка пруга „Београд-Бар 50 km
- Тунел „Дедиње“, 2 x 3.000 m
- Тунел „Златибор“, 6.169,30 m
- Тунел „Стругови“, 2.766 m
- Тунел „Сопотница“, 1.942 m
- Тунел „Мили“, 2.400 m
- Земље брана „Невесиње“



У иностранству

- Велики Северни Пут, Замбија 160 km.
- Пут Ливингстоне-Сецхеке, Замбија 170 km.
- Пут Homs-Saraqeb, Сирија, 100 km.
- Expressway no. One, Ирак, 55 km.
- Аеродром »Ndola«, Замбија
- Аеродром »Luangwa«, Замбија
- Аеродром »Maftaq« — Јордан
- Ваздухопловна војна база, Куваит
- Ваздухопловна војна база, Ирак
- Ваздухопловна војна база, Ангола
- Висока земљана брана »King-Talal« Јордан.
- Тунел у хотелском комплексу „Јалта“, СССР



Издавачка радна организација

Грађевинска књига

Трг Маркса и Енгелса 8/II

11000 БЕОГРАД

ПОШТАНСКИ ФАХ 798

ЖИРО РАЧУН БР. 60801-603-15416

Телефони:

директор 333-565

редакција 344-359

општи сектор 344-345

финансијски сектор 333-234

комерцијални сектор 347-662

магацин 4440-652

ПРЕПОРУЧУЈЕМО

- | | |
|--|------------------|
| 1. ТУНЕЛИ — Проф. др Бранислав Поповић | цена 16.200 дин. |
| 2. ТЕОРИЈА САОБРАЋАЈНОГ ТОКА — Проф. др Љубиша Кузовић | цена 5.950 дин. |
| 3. КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ПУТЕВА — пројектовање, грађење, одржавање — проф. др Здравко Јоксић | цена 7.500 дин. |
| 4. ОРГАНИЗАЦИЈА И ТЕХНОЛОГИЈА ДРУМСКОГ ТРАНС-ПОРТА — проф. др Љубомир Топенчаревић | цена 10.300 дин. |
| 5. НОРМАТИВИ И СТАНДАРДИ РАДА У ГРАБЕВИНАРСТВУ — нискоградња, 6 | цена 16.200 дин. |
| 6. НОРМАТИВИ И СТАНДАРДИ РАДА У ГРАБЕВИНАРСТВУ — нискоградња, 7 | цена 21.200 дин. |
| 7. ПРИРУЧНИК ЗА ИЗРАЧУНАВАЊЕ ЕЛЕМЕНАТА И ОБЕЛЕЖАВАЊЕ УНУТРАШЊЕ ИВИЦЕ КОЛОВОЗА У КРИВИНА-МА МАЛОГ РАДИЈУСА — дипл. инж. Мартин Липичник и сарадници | цена 5.400 дин. |
| 8. ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПУТЕВА — доц. др Војо Анђус, доц. Јо-ван Катанић, доц. др Михајло Малетин | цена 4.750 дин. |
| 9. ЗБИЈАЊЕ — ПУТЕВИ И АЕРОДРОМСКЕ ПИСТЕ, СРЕД-СТВА И МЕТОДЕ — Ж. Аркие (превод: З. Јоксић) | цена 500 дин. |
| 10. ПРОЈЕКТОВАЊЕ И ТРАСИРАЊЕ ПУТЕВА И АУТО-ПУТЕ-ВА — Х. Лоренц (група преводилаца) | цена 1.000 дин. |
| 11. ГРАБЕВИНСКА ФИЗИКА — Шилд/Каселман (превод: А. Флашер) | цена 2.600 дин. |
| 12. ГРАБЕВИНСКЕ МАШИНЕ — (7 издање) — Проф. др Бог-дан Трбојевић | цена 2.200 дин. |
| 13. ПРАКТИКУМ ИЗ ЧЕЛИЧНИХ МОСТОВА — дипл. инж. Братислав Стипанић, дипл. инж. Драган Буђевац | цена 2.500 дин. |
| 14. ОБЕЛЕЖАВАЊЕ ПРЕПРЕКА ЗА ВАЗДУШНУ ПЛОВИДБУ — дипл. инж. Љиљана Рашајски | цена 3.000 дин. |

ПОРУЏБЕНИЦА

Овим неопозиво наручујемо примерака књига под редним бројем што укупно чини динара.

Уплату ћемо извршити у законском року. У случају спора надлежан је суд у Београду.

М. П.

ПОТПИС

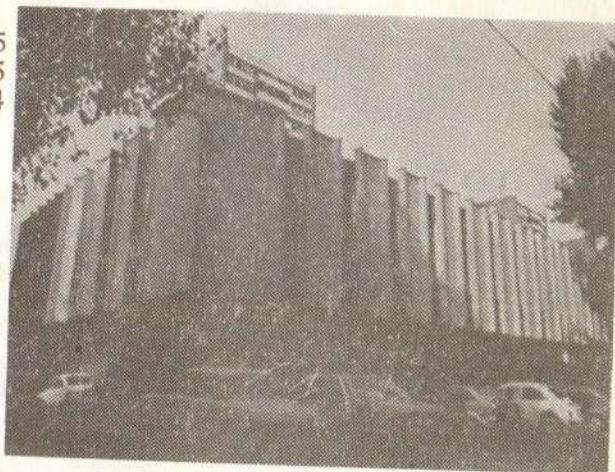
ИРО „ГРАБЕВИНСКА КЊИГА”, Београд, Трг Маркса и Енгелса 8/II тел.: 347-662.

Сложена организација удруженог рада за путеве

„СРБИЈАПУТ“

БЕОГРАД

Београд, Булевар револуције 282
Телефони: централа 011/417-955
Директор 411-735
Техн. директор 413-694
Telex: Yu: 12093 „Србијапут“



Основна делатност СОУР-а за путеве „Србијапут“, Београд је:

- одражавање, реконструкција, грађење путева и објеката везаних за пут;
- производња грађевинског материјала и опреме пута и путне сигнализације за путеве и објекте на њима;

СОУР за путеве „Србијапут“, Београд располаже савременом механизацијом и опремом за грађење путева и објеката и запошљава велики број стручних радника и инжењерско-техничког кадра.

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

Радна организација за путеве „БЕОГРАД“

11.000 Београд, Видска 24
Телефон: централа 011/4440-722
Директор 4442-769
Техн. директор 4447-829
Telex: YU 12486 Београд

Радна организација за путеве „Врање“

17.500 Врање, Боре Станковића 5
Телефон: Директор 017/21-014
Техн. директор 22-638
Telex: YU 16760 ПЗП. Врање

Радна организација за путеве „Зајечар“

19.000 Зајечар, Бориса Кидрича 68
Телефон: Централа 019/22-088
Директор 21-251
Техн. директор 21-179
Telex: YU 19291 ПЗП. Зајечар

Радна организација за путеве „Крагујевац“

34.000 Крагујевац, Индустриска бб.
Телефон: Централа 034/69-520
Директор 67-305
Техн. директор 60-515
Telex: YU 17218 РОЗП. Крагујевац

Радна организација за путеве „Ниш“

18.000 Ниш, Владимира Назора 13А
Телефон: Централа 018/46-699
Директор 47-286
Техн. директор 47-160
Telex: YU 16262 ПЗП Ниш

Радна организација за путеве „Нови Пазар“

36.300 Нови Пазар, Шабана Коча 19
Телефон: Директор 020/21-692
Техн. директор 23-552
Telex: YU 17656 ПЗП Нови Пазар

Радна организација за путеве „Титово Ужице“

31.000 Титово Ужице, Народног хероја
А. Дејовића 38
Телефон: Централа 031/23-822
Директор 24-090
Техн. директор 27-241
Telex: YU 13651 пут Титово Ужице

