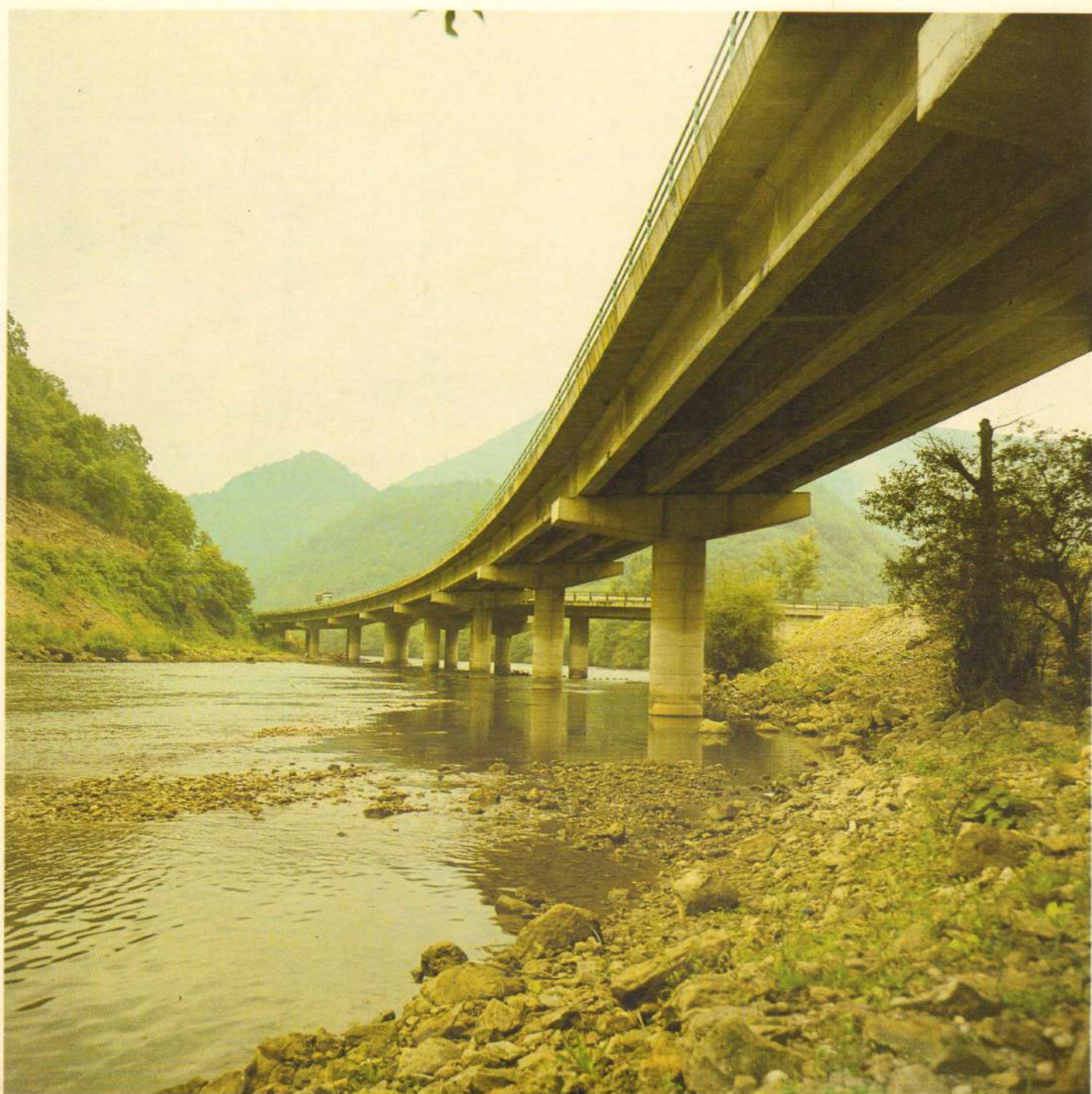


Пут и саобраћај

625.7



Бр. 11-12. 1980 • Новембар - децембар • Год. XXVI



СРЕЋНУ НОВУ ГОДИНУ

И УСПЕХ У РАДУ

ЖЕЛИМО

СВИМ ЧЛАНОВИМА

ДРУШТВА ЗА ПУТЕВЕ

САРАДНИЦИМА И

ЧИТАОЦИМА ЧАСОПИСА

„ПУТ И САОБРАЋАЈ“

Пут и саобраћај

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

11-12

ГОД. XXVI • НОВЕМБАР—ДЕЦЕМБАР 1980.



САДРЖАЈ

Др Александар Цветановић
Др Бранислав Колунџија

Приказ метода за димензионисање крутих коловоза

Мр инж. Војо Анђус

Мр инж. Михајло Малетин

Методолошки поступци савременог процеса пројектовања путева

Проф. инг. Јован Шутић

Димензионисање коловозних конструкција с обзиром на критеријум деформација

Мр Зоран Радојковић, дипл. инж. грађ.

Прилог проучавању деловања саобраћајног оптерећења на коловозне конструкције

Бранислав Крсмановић, дипл. инж.

Утицај аеродрома на околину

Вељковић Милан, дипл. инж.

Описивање неравности коловоза и њихов утицај на појаву вертикалних динамичких реакција и оптерећење конструкције пута

Реконструкција и проширење маневарских површина аеродрома „Љубљана“

Анализа трогодишње наплате коришћења пута Е-75

Из Друштва за путеве

Нове књиге

Библиографија

In memoriam

На првој страни корица:

Мост „Мехов крш“ преко реке Ибра,
код Рибарића на Јадранској магистрали

Издавачки савет

Антонић Славољуб, Бајрами Шпенд, Бајевић Србољуб,
Бејтула Деваја, Бурбах Герхард, Вајда Војислав,
Гвозденчевић Миленко, Диманић Бранислав,
Ђорђевић Михајло, Ђукић Живорад,
Капларевић Вићентије, Кркић Предраг,
Марковић Мирослав, Марковић Никола,
Миливојевић Милан, Папо Јосиф, Радоман Радован,
Раковић Златомир, Славић Грујо, Филиповић Љубомир,
Шурбановић Бранко.

Уредништво и редакција

Анђус Војо, Буђевац Владимир, Ђурић Никола,
Катанић Јован, Кузовић Љубиша, Мијушковић Вера,
Миловановић Владета, Обрадовић Миодраг,
Ристић Никола, Терзић Милорад, Петковић Срђан,
Узелац Ђорђе, Шутић Јован.

Главни и одговорни уредник

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

Лектор:

Петар Кашић

Технички уредник

Тома Станковић, граф. инж.

Часопис издају:

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

Претплата за часопис:

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

Оглашавање у часопису:

800 и 1600 дин. у једном броју, односно 5000 и 10000 дин.
годишње, зависно од величине огласа (половина или цела
страна) и његовог положаја у часопису. Претплату за
часопис слати на текући рачун Друштва за путеве СРС
код Народне банке — 60816-678-4223, а огласе и остало на
Друштво за путеве СР Србије, Булевар револуције 282,
Тел. 411-735.

Штампа:

ИШРО „Привредно финансијски водич“
Београд, Патријарха Димитрија 24

Приказ метода за димензионисање крутих коловоза

Др АЛЕКСАНДАР ЦВЕТАНОВИЋ
Др БРАНИСЛАВ КОЛУНЦИЈА

УВОД

Два основна типа коловозних конструкција су „круте“ и „флексбилне“. Поред назива „крути“ коловоз у Европи се користи и термин „бетонски“ коловоз, или још тачније „цементно-бетонски коловоз“. Сви остали коловози се називају „флексбилни“ или често погрешно „асфалтни“.

С обзиром на вековну традицију (битумен се као везиво у коловозним конструкцијама употребљавао у Вавилону око 625 година пре наше ере) флексбилни коловози у односу на круте убедљиво воде. Према грубим проценама око 94% свих коловозних конструкција у свету су флексбилне. Данас, када цена битумена вртоглаво расте, а програми изградње и одржавања путева у целом свету доживљавају благи пад, принуђени смо да више пажње обраћамо крутим коловозима. Рећи унапред да је један тип коловоза бољи од другог, без одговарајуће озбиљне економске анализе, нема пуно смисла.

Сврха овог чланка је да прикаже најпознатије методе димензионисања крутих коловоза у свету и да мишљење о предложеној методи у предлогу правилника за димензионисање коловозних конструкција нових путева.

ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ КРУТИХ КОЛОВОЗА

Крути коловози се састоје од бетонске плоче ослоњене преко релативно танке доње подлоге кроз коју се преноси оптерећење на велику површину постељице (због велике крутости и модула еластичности бетона).

Теоријске поставке за димензионисање крутих коловоза разликују се од оних за флексбилне коловозе. Док се код флексбилних коловоза оптерећење распростире равномерно кроз слојеве, крути коловози се понашају као плоча ослоњена на еластичну подлогу.

Диференцијална једначина угиба коловозне плоче под једнаким оптерећењем q гласи:

$$\frac{\partial \omega^4}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial \omega^4}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial \omega^4}{\partial y^4} = \frac{q - k \cdot \omega}{D}$$

(добijена од Лагранжа
La Grange — 1811)

Овај рад представља извод из научно-истраживачког пројекта који је финансирао Републичка заједница науке Србије, 1979. године.

где је K модул реакције тла, D крутост на савијање плоче и W угиб плоче;

$$D = \frac{Eh^3}{12(1 - \nu^2)}$$

Димензионисање крутих коловоза састоји се од:

1. одређивања дебљине плоче,
2. димензионисања спојница.

Главни фактори који утичу на димензионисање крутих коловоза су:

1. саобраћај (обим, проценат раста),
 2. климатски услови (температура, влажност, мржњење — отапање, итд.),
 3. услови одводњавања,
 4. постељица (тип, садржај влаге и особине),
 5. доња подлога, ако је има (тип и особине),
 6. тип плоче (врста армирања и особине, ако је примењено),
 7. спојнице (тип и растојање),
 8. особине бетона,
 9. очекивани „квалитет“ коловозне конструкције и одржавање,
 10. ограничења (максимално дозвољено фундирање, век трајања конструкције итд.).
- Основни типови крутих коловоза са гледишта димензионисања су:

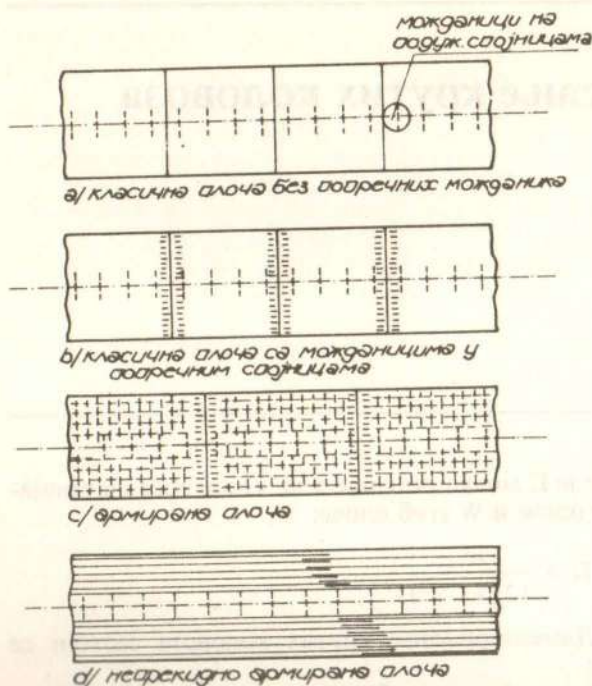
1. класични бетонски коловози:
 - а) без можданика,
 - б) са можданицима,
 2. армирани бетонски коловози (с),
 3. непрекидно армирани бетонски коловози (d),
 4. преднапрегнути бетонски коловози.
- На слици 1. је дат шематски приказ прва три типа крутих коловоза.

Најпознатије методе за димензионисање класичних бетонских коловоза су:

1. Вестергардова (Westergard) метода,
2. метода Пикета и Реја (Picketta i Raya),
3. метода AASHO,
4. метода PCA,
5. енглеска метода,
6. метода коначних елемената.

Вестергардова метода

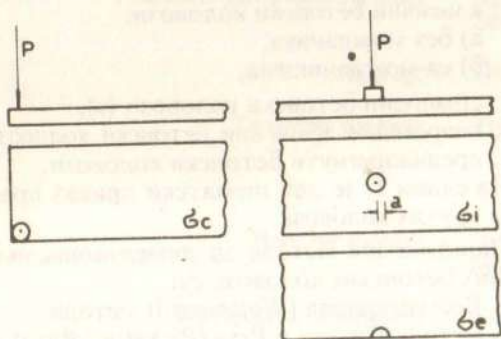
Једна од најстаријих теоријских метода за димензионисање крутих коловоза настала је 1925. године. Њен творец је dr H. M. Vestergard, про-



Сл. 1 — Типови крутих коловоза

фесор на Универзитету у Илиноису, САД. Основне поставке ове методе су биле:

1. Бетонска плоча се понаша као хомогено, изотропно и еластично тело у равнотежи.
 2. Реакција постељице је само вертикална и пропорционална угибу плоче.
 3. Реакција постељице по јединици површине у било којој тачки је једнака производу константе К и угиба у одговарајућој тачки. Константа К је названа „модулом реакције постељице“ уз претпоставку да је једнака у свакој тачки независно од угиба и положаја.
 4. Дебљина плоче је непроменљива.
 5. Оптерећење се преноси равномерно преко кружне површине.
- Вестергард је разматрао три критична положаја оптерећења, као што је приказано на слици 2.



Сл. 2 — Три карактеристична положаја оптерећења по Вестергарду.

Касније су на основу експеримената на терену, Вестергард, Телер и Сатерланд*) дали нову верзију образаца за прорачун напона у бетонској плочи:

$$\sigma_I = \frac{0,275 P}{h^2} (1 + \nu) \left[\log_{10} \left(\frac{Eh^3}{kb^4} \right) - 54,54 \left(\frac{1}{Z} \right)^2 Z \right]$$

$$\sigma_E = \frac{0,529 P}{h^2} (1 + 0,54 \nu) \left[\log_{10} \left(\frac{Eh^3}{kb^4} \right) + \log_{10} \left(\frac{b}{1 - \nu^2} \right) - 1,0792 \right]$$

$$\sigma_C = \frac{3 P}{h^2} \left[1 - \left(\frac{a}{1} \right)^{1,2} \right]$$

где је: σ_I = максимални напон на затезање на доњој страни плоче од оптерећења која делују унутар плоче, kp/cm^2 ,

σ_E = максимални напон за затезање на доњој страни плоче од оптерећења које делује на ивици, kp/cm^2

σ_C = максимални напон на затезање на горњој страни плоче од оптерећења које делује у углу, kp/cm^2

P = укупно оптерећење од точка, kp

a = радијус круга контактне површине, cm

h = дебљина бетонске плоче, cm

E = модел еластичности бетона ($210000 \dots 350000 \text{ kp/cm}^2$)

ν = Поасонов коефицијент (0,15)

k = модул реакције подлоге, kp/cm^3

b = радијус еквивалентног круга додирне површине пнеуматика

$$b = \sqrt{1,6a^2 + h^2} - 0,657 h \quad \text{за} \quad a < 1,724 h$$

$$\text{за} \quad a \leq 1,724 h$$

или a

l = радијус релативне крутости,

$$l^4 = Eh^3 / 12 (1 - \nu^2) k$$

L и Z = корекциони фактори прерасподеле реакције тла одмах после наношења оптерећења. Ако ови услови нису познати треба узети да је $Z = 0,2$ и $L = 5,1$.

Пример:

$P = 5000 \text{ kp}$ (50000 N^{**}) укупно оптерећење по пнеуматику

$P' = 5 \text{ kp/cm}^2$ ($0,491 \text{ MN/m}^2$) притисак у пнеуматику (претпоставља се да је једнак контактном притиску)

$$a = \sqrt{\frac{P}{P' \cdot \pi}} = 17,84 \text{ cm}, \quad \text{радијус контактне површине}$$

$E = 280000 \text{ kp/cm}^2$ (27468 MN/m^2) модул еластичности бетона

$\nu = 0,15$ Поасонов коефицијент

$\text{CBR} = 5\%$, $k = 4,14 \text{ kp/cm}^3$ ($40,6 \text{ MN/m}^3$) на постељици

$K = 6,92 \text{ kp/cm}^2$ ($67,9 \text{ MN/m}^3$) на доњој подлози дебљине 30 cm

$h = 22 \text{ cm}$ дебљина бетонске плоче

$b = 16,67 \text{ cm}$ јер је $a < 1,724 h$

$l = 35,95 \text{ cm}$ радијус релативне крутости

$Z = 0,2$

$L = 179,75$

$\sigma_I = 10,82 \text{ kp/cm}^2$ ($1,061 \text{ MN/m}^2$)

$\sigma_E = 23,04 \text{ kp/cm}^2$ ($2,260 \text{ MN/m}^2$)

$\sigma_C = 10,74 \text{ kp/cm}^2$ ($1,052 \text{ MN/m}^2$)

*) Teller, Sutherland. The Structural Design of Concrete Pavements, Public Roads, Washington, 1942-4/23.

** 1 $\text{kp} = 9,80 \text{ GN}$; 1 $\text{PA} = 1 \text{ N/m}^2 = 10^{-5} \text{ bar}$; 1 $\text{kp/cm}^2 = 0,0981 \text{ MN/m}^2$.

МЕТОДА ПИКЕТА И РЕЈА

Разматрајући два случаја Пикет (Pickett) је 1951. године дао обрасце за прорачун напона у углу плоче:

1. Најмање 20% од оптерећења које делује у углу једне плоче преноси се на неки одговарајући начин или укљештењем агрегата на другу плочу. За овај случај:

$$\sigma_t = \frac{3,36 P}{h^2} \left(1 - \frac{\sqrt{a/l}}{0,925 + 0,22 a/l} \right)$$

2. Не постоји могућност одговарајућег преношења оптерећења са једне плоче на другу, тако да један угао мора прихватити више од 80% оптерећења. За овај случај:

$$\sigma_t = \frac{4,2 P}{h^2} \left(1 - \frac{\sqrt{a/l}}{0,925 + 0,22 a/l} \right)$$

где је:

a = радијус круга контактне површине (cm) једног точка, или у случају тандем-точкова, радијус круга контактне површине једног точка плус површина правоугаоника, чија је дужина једнака растојању центра тандем-точкова, а ширина пречника контактне површине једног пнеуматика.

P , h , a и l су раније дефинисани (Вестергардова метода).

Пример:

Подаци из претходног примера важе и овде.

1. $\sigma_t = 11,07 \text{ kp/cm}^2$ ($1,086 \text{ MN/m}^2$)

2. $\sigma_t = 13,88 \text{ kp/cm}^2$ ($1,362 \text{ MN/m}^2$)

Пикет и Реј су 1951. године дали дијаграме на основу којих је могуће добити теоријске моменте и угибе плоче за следеће случајеве:

а) оптерећење унутар плоче — постељица је густа течност;

б) оптерећење унутар плоче — чврста постељица;

с) ивично оптерећење — постељица је густа течност и

д) оптерећење делује на 0,5.1 од ивице — постељица је густа течност.

Сви дијаграми су по облику веома слични.

Поступак рада је следећи:

1. За одговарајућу постељицу срачуна се карактеристична дужина l :

а) За претпоставку да је постељица густа течност:

$$l = \sqrt[4]{\frac{E \cdot h^3}{12(1 - \nu^2)k}} = \sqrt[4]{\frac{D}{k}}$$

б) За претпоставку да је постељица чврста:

$$l = \sqrt[3]{\frac{2D}{C}}$$

где је:

$$D = \frac{E \cdot h^3}{12(1 - \nu^2)}$$

h = дебљина плоче, cm

E = модул еластичности бетона, kp/cm^2

ν = Поасонов коефицијент ($\nu \approx 0,15$)

K = модул реакције тла, за случај густе течности, kp/cm^3

$C = \frac{E_c}{1 - \nu^2}$ крутост претпостављене чврстоће постељице, при чему E_c и ν односе се на еластичну чврсту постељицу.^{х)}

2. Нађе се коефицијент сразмере из односа l датог слици и l срачунаог.

3. Контактне површине пнеуматика нацртају се у сразмери, тако да се контурама површина покрије максималан број поља, тј. да се средиште једне контактне површине поклопи са централном тачком дијаграма.

Константна површина:

$$A = (0,60L \cdot 0,4L) + [3,14 (0,3L)^2] = 0,24L^2 + 0,2826L^2 = 0,5226L^2$$

$$L = \sqrt{\frac{A}{0,5226}} \quad \text{и} \quad w = 0,6 L$$

3. Поља покривена контактном површином преброје се, па се број негативних одузима од броја позитивних поља, јер негативна поља дају напоне на затезање у горњој ивици плоче. Ако гранична линија контактне површине сече поља, мора се проценити онај део који покрива додирна површина.

4. Момент савијања се срачунава из обрасца:

$$M = \frac{p l^2 N}{10000} \quad \text{kp cm}$$

где су:

p = притисак на контактної површини, kp/cm^2

l = карактеристична дужина (радијус релативне крутости), cm

N = број прекривених поља

5. Напон на затезање на доњој страни плоче износи:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{M}{\frac{h^2}{b}} = \frac{6M}{h^2} \quad \text{kp/cm}^2$$

где је:

W = отпорни момент за јединицу ширине

Овако добијени напони морају се сабрати са споредним напонима од температурних промена, скупљања и пузања бетона.

Пример:

Одредити напон при затезању у бетонском застору под оптерећењем точка од $P = 5000 \text{ kp}$ (49 kN) са контактним притиском (једнак притиску у пнеуматику) од 5 kp/cm^2 ($0,491 \text{ MN/m}^2$). Подаци:

$E = 280000 \text{ kp/cm}^2$ (27468 MN/m^2) модул еластичности бетона

$\nu = 0,15$ Поасонов коефицијент

$\text{CBR} = 5\%$, $k = 4,14 \text{ kp/cm}^3$ ($40,6 \text{ MN/m}^3$) на постељици

^{х)} у обе методе постељину треба схватити као први слој испод бетонске плоче.

$k = 6,92 \text{ kp/cm}^3 (67,9 \text{ MN/m}^3)$ на доњој подлози де
бљине 30 cm

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{6M}{h^2} = \frac{6 \cdot 921,21}{22^2} = 11,42 \text{ kp/cm}^2 (1,120 \text{ MN/m}^2)$$

Метода AASHO

Метода Америчког удружења за државне путеве и јавни саобраћај AASHO^{*)} настала је на основу AASHO опита (завршених 1962. године) и теоријске обраде података сакупљених у досадашњој пракси. Основни подаци који се уносе у емпиријске једначине или дијаграме су: осовинско оптерећење, број поновљених оптерећења, дебљина плоче, модул еластичности, модул лома, модул реакције тла, врста спојница, услови средине и период пројектовања. Једначине дају однос губитка употребљивости у било које време и укупне употребљивости. Опште полазне једначине је касније допунио Спенглер (Spangler) — комбиновао је теоријске формуле Вестергарда и Пикета са резултатима AASHO опита. Спенглерове једначине се примењују за оптерећење у углу и у комбинацији са једначинама AASHO за оптерећење у углу, при чему је центар оптерећења удаљен од угла 25 cm. Претпоставља се да је постелица од густе течности, а њена чврстоћа се изражава модулом реакције тла k . Дијаграми су урађени за константну вредност $E = 294000 \text{ kp/cm}^2 (28841 \text{ MN/m}^2)$ и $M = 0,20$. Дозвољени радни напон износи 75 посто од модула лома. Стандардно оптерећење по једној осовини износи 8,2 т (80 kN). Остала осовинска оптерећења потребно је множити фактором за претварање да би се добило еквивалентно осовинско оптерећење од 8,2 т. Замор коловоза се разматра на индиректан начин преко индекса употребљивости, укључивањем оцено о броју примењених оптерећења у оквиру пројектног периода. Дијаграми су урађени за пројектни период од 20 година. За неки други период, краћи или дужи од 20 година, дневно еквивалентно оптерећење се множи са фактором који је једнак пројектованом трајању у годинама подељеним са 20.

Почетна Спенглерова једначина, која је допуњена резултатима AASHO опита и већ изнетим апроксимацијама на основу које су добијени дијаграми, гласи:

$$\sigma = \frac{JP}{D^2} \left(1 - \frac{a_1}{1}\right)$$

где је:

σ = максимални напон при затезању у бетону, psi (Множити σ psi са 47,88 да би се добили паскали PA:1PA = 10^{-5} bara;

1 psi = $0,07 \text{ kp/cm}^2 = 0,07 \text{ бара} = 0,007 \text{ MN/m}^2$

P = оптерећење од точка 1b/11b = $0,453 \text{ kp} = 4,53 \text{ N}$

D = дебљина плоче, ин/лин = 2,54 cm/

a_1 = растојање од угла плоче до центра оптерећења, ин/једнако а $\sqrt{2}$; а = радијус контактне површине пнеуматика

J = коефицијент преношења оптерећења (једнак 3,2 за заштићен угао — најмање 20% оптерећења се преноси на суседну плочу)

$$1 = \left[\frac{Z D^3}{12 (1 - \nu^2)} \right]^{0,25}$$

$Z = E/K$

E = Јангов модул еластичности за бетон psi/psi = $0,07 \text{ kp/cm}^2 = 0,07 \text{ бара} = 0,007 \text{ MN/m}^2$

K = модул реакције постелице psi (1psi = 1psi/m = $0,0277 \text{ kp/cm}^2 = 0,27 \text{ MN/m}$)

ν = Поасонов коефицијент за бетон

Поступак рада је следећи:

1. Изабере се индекс употребљивости. Најнижи дозвољени ниво употребљивости пре ојачања или реконструкције за ванградске услове $p_t = 2,5$. За остале путеве где је допуштен мањи ниво употребљивости може се узети да је $p_t = 2,0$.

2. Дефинише се носивост подлоге (у ствари првог слоја испод бетонске плоче) на основу вредности модула реакције тла K . Дијаграми су урађени за вредности K добијене са плочом пречника 762 mm.

3. Одреди се укупно или дневно еквивалентно оптерећење једноосовинских возила од 8,2 т (80 kN) за пројектовану саобраћајну траку и пројектни период. Због тога што фактори еквивалентног саобраћајног оптерећења зависе од дебљине бетонске плоче D , поступак одређивања еквивалентног оптерећења је следећи:

$$W_1 = N_1 \cdot e_1 = N_t \cdot P_1 \cdot e_1$$

$$W_2 = N_2 \cdot e_2 = N_t \cdot P_2 \cdot e_2$$

$$W_i = N_i \cdot e_i = N_t \cdot P_i \cdot e_i$$

$$W_n = N_n \cdot e_n = N_t \cdot P_n \cdot e_n$$

где је:

W = еквивалентно једноосовинско оптерећење од 8,2 т (80 kN) за групу оптерећења и

N = број осовина који се очекује за групу оптерећења и

N_t = укупан број осовина

P = проценат осовина у групи оптерећења и

e = фактор еквивалентног саобраћаја за групу и, очитан из табеле

Број еквивалентних једноосовинских оптерећења од 8,2 т за све групе се добија на основу збира одговарајућих група возила:

$$W_{18,2} = W_1 + W_2 + \dots + W_i \dots W_n = \sum_{i=1}^n W_i = N_t \sum_{i=1}^n P_i \cdot e_i$$

Најчешће се узима да се укупан обим саобраћаја за оба правца дели равноправно на два дела, тј. по 50% за оба правца. Што се тиче расподеле тих 50% саобраћаја за сваки правац, за димензионисање коловоза се узима као да целокупни саобраћај за један правац иде по пројектованој траци.

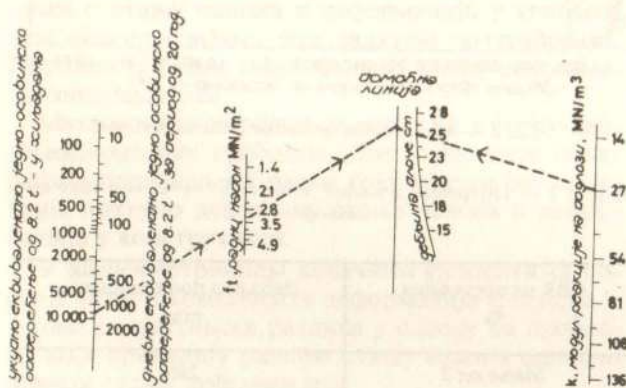
4. Модул лома S_c после 28 дана, одређен на гредицама оптерећеним са две концентрисане си-

^{*)} American Association of State Highway and Transportation Officials.

ле, представља чврстоћу на затезање бетона. Радни напон f_t представља 75 процената од модула лома. Ако претпоставимо да модул лома износи $45,5 \text{ kp/cm}^2$ ($4,46 \text{ MN/m}^2$) онда радни напон који се примењује у дијаграмима износи $f_t = 0,75 S_t = 34,1 \text{ kp/cm}^2$ ($3,35 \text{ MN/m}^2$). Модул еластичности се може одредити на основу статичких испитивања бетонских цилиндара. Дијаграми су урађени за $E = 29000 \text{ kp/cm}^2$ (28841 MN/m^2).

5. Поступак читавања дебљине бетонске плоче је следећи:

- на основу дефинисаног индекса употребљивости обавља се избор дијаграма, слика 3,
- кроз тачку укупног (дневног) еквивалентног оптерећења са „помоћном линијом“,
- споји се новодобијена тачка на „помоћној линији“ са модулом реакције тла k (или обрнуто),
- очита се дебљина бетонске плоче D (добijена у пресеку линије дебљине плоче и праве повучене између „помоћне линије“ и модула реакције тла k).



Сл. 3 — Дијаграм за кружне коловозе, $p_t = 2,5$

Пример:

Димензионисати бетонску коловозну конструкцију за велико саобраћајно оптерећење $N = 3000000 \text{ voz/20 god}$, $150000 \text{ voz/1 godinu}$ или 411 voz/24 часа , а на основу података: индекс употребљивости $p_t = 2,5$, модул реакције на постељницу $k = 4,14 \text{ kp/cm}^3$ ($40,6 \text{ MN/m}^3$) на доњој подлози дебљине 30 cm $k = 6,92 \text{ kp/cm}^3$ ($67,9 \text{ MN/m}^3$) и радни напон $f_t = 34 \text{ kp/cm}^2$ ($3,33 \text{ MN/m}^2$).

Еквивалентно дневно саобраћајно оптерећење W_n једноосовинских возила од $8,2 \text{ t/80, 42 kN}$.

$$N_n = 411 \text{ voz/24}^h \text{ од } 10 \text{ t (97,9 kN) по осовини}$$

$$e_n = 2,31 \text{ очитано из табеле за еквиваленцију оптерећења}$$

$$W_n = N_n \cdot e_n = 411 \cdot 2,31 = 949 \text{ voz/24}^h \text{ од } 8,2 \text{ t (80,42 kN)}$$

На основу читавања из дијаграма на сл. 3 дебљине бетонске плоче $D = 23 \text{ cm}$.

1.4 Метода удружења за портланд цемент

Метода удружења за портланд цемент (РСА^{*)}, настала 1966, заснива се на радовима Вестергарда, Пикета, Реја и резултатима испитивања бетонских коловоза у САД. Основне претпоставке у овој методи су:

^{*)} Portland Cement Association — USA

1. статичко једнако подељено оптерећење дељује преко кружне површине,

2. плоча је хомогена, изотропна, еластична и једнаке дебљине у свим правцима,

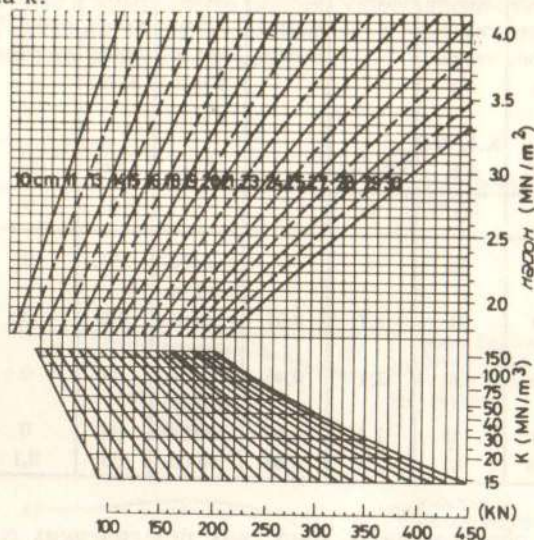
3. критичан напон се јавља када се тачак налази на попречној спојници,

4. највећи напони при затезању се јављају на дно плоче директно испод оптерећења.

5. иако се део оптерећења преноси на спојницама са једне на другу плочу, због сигурности се овај ефекат занемарује,

6. оптерећења која изазивају напоне мање од 60% од статичког модула лома се занемарују при прорачуну замора.

Дијаграми на основу којих се обавља димензионисање слика 4 (приказан је само један дијаграм) су урађени за период трајања коловоза до 40 година. Носивост подлоге (првог слоја испод бетонске плоче) изражава се преко модула реакције тла k .



Сл. 4 — Дијаграм за оптерећење од једне осовине

Преко тзв. коефицијента напона (стварни напон у коловозу подељен са модулом лома) одређује се понашање бетонског коловоза на замор. Испитивања бетона на замор при савијању показала су да са повећањем отпорности коловоза опада коефицијент напона. Коловози са коефицијентом напона испод 0,51 имају, са практичне тачке гледишта, неограничену отпорност на замор при савијању.

Пример:

Предвиђено саобраћајно оптерећење (у једном правцу) за пројектовани век од 20 година износи: $PSO = 411 \text{ воз/24 часа (98 kN по осовини)}$

За период од 40 година (с обзиром на годишњи пораст саобраћаја од 3%) предвиђено саобраћајно оптерећење износи:

$$PSO = 411 \cdot 1,8^a = 740 \text{ воз/24 часа (10 т по осовини)}$$

а) вредност $(1 + i)^{20}$ где је i = годишњи пораст (% по години).

Саобраћајно оптерећење по структури је дато у колони 1, табеле 1.

Модул реакције на постељници износи $k = 40,61 \text{ MN.m}^{-3}$ (54 psi), а на доњој подлози дебљине 30 cm од шљунковито песковитог материјала $k = 67,89 \text{ MN.m}^{-3}$ (250 psi).

Фактор сигурности којим се множи статичко осовинско оптерећење (колона 1) и уноси у коло-ну 2 износи за ауто-путеве и врло оптерећене пу-теве 1,2, за средње оптерећење 1,1, а за мало опте-рећење 1 (у овом примеру $FS = 1,2$). Модул лома (добijen на гредицама оптерећеним са две кон-центрисане силе) износи $ML = 4,6 \text{ MN/m}^2$ (650 psi).

Очитане вредности напона за претпостављену дебљину бетонске плоче од 22 см су дате у коло-ни 3.

Коефицијенти напона су дати у колони 4, а одговарајућа дозвољена понављања оптерећења у колони 5. На основу прикупљених података сра-чунава се број очекиваних понављања (колона 6) и отпорност на замор (колона 7).

Табела 1 — Пример прорачуна напона и замора по методи PCA

Осовин-ска оп-тереће-ња	Осовин-ска оп-тереће-ња	Напон**	Коефи-цијент напона	Дозво-љена понав-љања	Очеки-вана*) понав-љања	Отпор-ност***) на замор
kN	X.1, 2FS kN	MN/m ²		No	No	%
1	2	3	4	5	6	7
29	35	—	—	неогра-ничено	1800	0
59	71	1,7	0,37	неогра-ничено	400	0
78	94	2,1	0,46	неогра-ничено	200	0
98	118	2,4	0,52	300000	100	0
118	141	2,8	0,61	24000	35	0,1

С обзиром да је збир свих појединачних от-порности на замор за одговарајућа осовинска оп-терећења (колона 7) мањи од 124% предложена коловозна конструкција задовољава са гледишта носивости и отпорности на замор.

1.5 Енглеска метода

Ову методу је објавила 1970. године Лабора-торија за истраживање путева.^{х)} Дебљина бетон-ске плоче се одређује на основу укупног броја примењених стандардних осовина (од 98,1 kN) за период пројектовања од 40 година.

$$\begin{aligned}
 N_1 &= N_1' \cdot c_1 = 1800 \cdot 0,01 = 18 \\
 N_2 &= N_2' \cdot c_2 = 400 \cdot 0,35 = 140 \\
 N_3 &= N_3' \cdot c_3 = 200 \cdot 1,00 = 200 \\
 N_4 &= N_4' \cdot c_4 = 100 \cdot 2,28 = 228 \\
 N_5 &= N_5' \cdot c_5 = 35 \cdot 4,42 = 154
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &740 \text{ voz/24 h} \\
 &(10 \text{ i po osovini})
 \end{aligned}$$

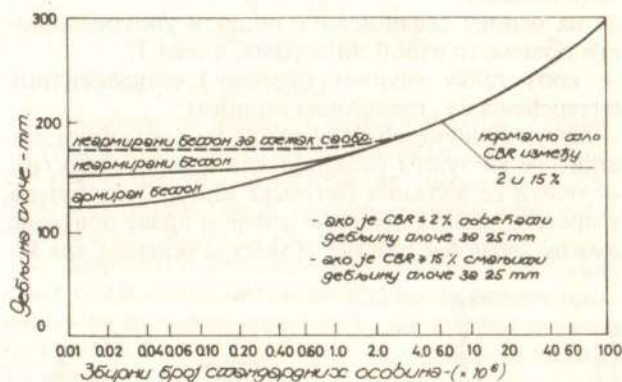
× × Због сигурности узете су вредности к за постелицу, а не за горњу подлогу (у принципу треба узети к за горњу подлогу).

× × × Укупна отпорност и замор не сме бити већа од 125%.

х) Road Research Laboratory, London

Криве на дијаграму сл. 5 важе за „нормалну“ постелицу. На „слабој“ постелици дебљина се може повећати за 2,5 см, а на „врло чврстој“ смањити за 2,5 см. Дебљина се заокружује на виших 1,0 см. Подразумева се да минимална чвр-стоћа на притисак бетона после 28 дана износи 28000 MN/m^2 . Последњих 50 mm плоче треба ра-дити са увученим ваздухом.

Дебљина доње подлоге у зависности од носи-вости постелице дата је у табели 2.



Сл. 5 — Минимална дебљина бетонске плоче

Табела 2 — Потребна дебљина доње подлоге за бетонске ко-ловозе

CBR на постелици %	Дебљина доње подлоге mm
Мање од 2	280
2-4	180
4-6	130
6-15	80
Преко 15	0

Најмања дебљина коловозне конструкције (за више од 2000000 стандардних осовина) износи 45,0 см. У случају да је тло у постелици осетљиво на дејство мрза повећава се дебљина доње подлоге до потребних димензија.

Пример:

Укупно саобраћајно оптерећење (збирни број стандардних осовина) за период од 40 година износи:

$$N = 740 \cdot 365 \cdot 40 = 10,8 \cdot 10^6 \text{ осовина (740 voz/24h)}$$

Носивост постелице је $CBR = 5\%$, што захтева најмању дебљину доње подлоге од 13 см.

Дебљина бетонске плоче, очитана из дијаграма на слици 5 износи 22 см. Очигледно је да се дебљина доње подлоге с обзиром на дејство мрза мора повећати.

Метода коначних елемената

С развојем рачунара била је омогућена и практи-чна примена нумерички сложене методе коначних елемената. Чен (Cheung) и Цијенкијевић (Zienkiewicz) су 1965. године развили методу коначних елемената за анализу плоче на еластичној и течној подлози. Исту методу за анализу крутих коло-

воза на еластичној подлози први су дали Венг (Wang), Серџес (Sargious) и Ченг (Cheung) 1972. године.

За анализу по методи коначних елемената коловозна конструкција се дели на низ квадратних, правоугаоних, троугластих или одговарајућих просторних елемената међусобно повезаних преко њихових тзв. чворова. На основу претпостављених различитих померања унутар елемената, чије су карактеристике унапред дефинисане, срачунава се крутост појединих елемената. За сваки чвор у систему могу се написати две једначине равнотеже које успостављају везу између сила у чворовима и њихових померања. Ове једначине се тада решавају за непозната померања. По одређивању померања свих чворова срачунавају се напони и дилатације између свих елемената. Детаљан опис методе и начин примене могу се наћи у многобројним књигама и приручницима.

На основу описане методе коначних елемената може се детаљно анализирати и дати реалнија слика о стању напона и деформација у коловозним конструкцијама под задатим оптерећењем. Проблем обрађен овде припада класи осносиметричних задатака.

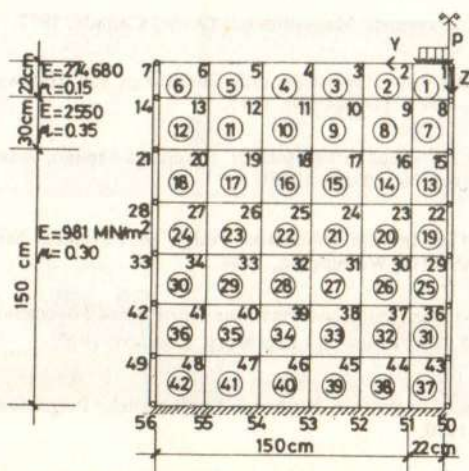
Математички проблем се сврстава у групу димензионалних проблема. Две компоненте померања у произвољној равни која садржи осу симетрије потпуно дефинишу стање напона и деформација у конструкцији.

У аксисиметричним коначним елементима постоје четири компоненте деформација и напона и у томе је суштинска разлика у односу на проблеме који припадају равном стању напона односно равном стању деформација.

Приликом прорачуна коловозних конструкција имају предност аксисиметрични коначни елементи јер се може на једноставан начин узети у обзир и слојевитост материјала са физичко-механичким карактеристикама.

Поред постојећих посебних програма постоје и општи програми који у својој библиотеци типова коначних елемената имају и аксисиметричан елемент.

Овде је дат бројни пример прорачуна коловозне конструкције помоћу поменутог типа коначног елемента.



Сл. 6 — Мрежа коначних елемената

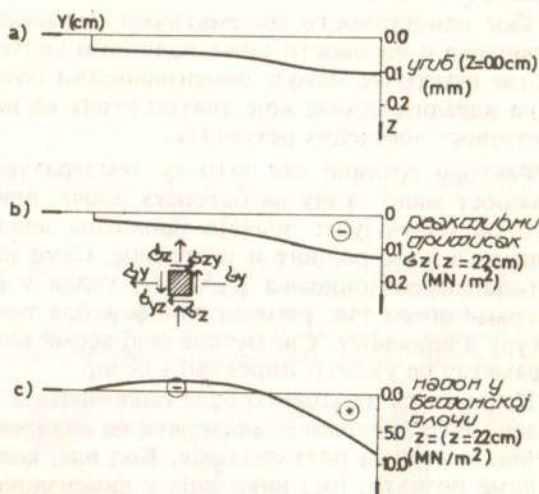
На слици 6 је приказан математичко-статички модел за анализу утицаја у бетонској коловозној конструкцији.

Бетонска плоча и слојевито тло испод конструкције су подељени низом коначних елемената. Број и облик елемената зависи од карактера спољњег оптерећења, димензија бетонске плоче и геомеханичких карактеристика тла.

На основу обележених чворова, елемената и граничних услова дефинише се геометрија свих елемената у усвојеном координатном систему Y-Z. Описивањем различитих механичких карактеристика појединих елемената уносимо слојевитост тла, тј. реалније уношење тла испод бетонске конструкције.

Оптерећење се задаје у чворовима система или као равно расподељено по странама коначних елемената.

Као резултат прорачуна добијамо померање чворова и компоненте напона у срединама страна и у средини коначног елемента, а такође и главне напоне и њихове правце.



Сл. 7 — Дијаграми померања, реактивног оптерећења и промене напона у коловозној конструкцији

Дијаграм вертикалног померања коловозне плоче дат је на слици 7а. Расподела реактивног оптерећења на контакту бетонске плоче и тла приказана је на слици 7б. Највећи напон затезања у коловозној конструкцији добијен је у елементу 1 и износи $\sigma = 8.4 \text{ kg/cm}^2$ (0,82 MN/m²) а дијаграм промене напона за $z = 22 \text{ cm}$ је дат на слици 7с.

Приказани дијаграми се односе на усвојену мрежу према слици 6. која је доста груба. Са финијом мрежом се сигурно добија тачнија слика утицаја.

ЗАКЉУЧАК

Димензионисање коловозних конструкција представља синтезу анализе фактора оптерећења, карактеристика материјала, средине и економичности.

При брзини од 80 km/čas, точак возила на коловозну конструкцију делује свега 0,01 sek, односно неколико минута у току целог дана. У оквиру попречног профила коловоза с обзиром да су путање точкова возила строго каналисане, нису сви делови бетонске плоче односно коловозне конструкције подједнако оптерећени. Величина оптерећења која делује преко увек променљиве контактне површине (разне димензије пнеуматика, различита оптерећења возила, различит притисак ваздуха у пнеуматичима итд.) такође је тешко мерљиво. Уопште проблем дефинисања оптерећења, а нарочито еквивалентног оптерећења, представља веома сложен проблем који се једино може успешно решити на основу анализе експерименталних резултата.

Дефинисање карактеристика материјала који улазе у састав појединих слојева крутих коловоза у односу на флексибилне, представља релативно лак посао. Али, одмах треба нагласити само за горње слојеве, тј. бетонске плоче. Питање контакта између бетонске плоче и понашања слојева испод ње представља исто тако сложен проблем као и код флексибилних коловоза.

Због немогућности математичког дефинисања понашања и носивости доње подлоге и постељице, све нумеричке методе димензионисања почивају на идеализацијама које знатно утичу на веродостојност добијених резултата.

Фактори средине као што су температура и влажност мало утичу на бетонску плочу, али су зато од одлучујућег значаја приликом анализе понашања доње подлоге и постељице. Само једна метода димензионисања (AASHO) уводи у разматрање преко тзв. регионалног фактора температуру и влажност. Све остале овај веома важан параметар не узимају директно у обзир.

Крајњи циљ да коловоз буде економичан и безбедан може се једино анализирати на индиректан начин, методама оптимизације. Код нас, колико је нама познато, још нико није у димензионисања конструкција укључио и методе оптимизације избора материјала и положаја слојева.

С обзиром да је чисто нумеричким поступцима димензионисања немогуће обухватити све наведене параметре, димензионисање коловозних конструкција се заснива на синтези резултата испитивања коловоза на терену, лабораторији и теорији.

С обзиром на велике трошкове експеримената (AASHO опит је коштао 2,700.000. динара) најпознатије методе димензионисања на свету потичу и од економски најснажнијих земаља (САД, Канада, Енглеска, Француска, Холандија итд.).

Овде су изложене најпознатије методе за димензионисање крутих, тј. бетонских коловозних конструкција. Свакако с обзиром на комплексност параметара који се узимају у разматрање при димензионисању, треба издвојити методе AASHO, PCA и коначних елемената.

Методе AASHO и PCA с обзиром да почивају на анализи обимних експеримената на терену и лабораторији имају највећу тежину приликом коначног избора димензија коловозних конструкција.

Метода коначних елемената, иако је чисто теоријска метода, с обзиром да пружа до сада највеће могућности у праћењу распрострања напона, деформација и померања у коловозној конструкцији, представља велику помоћ пројектантима.

Кључни проблем код ње представља коректно дефинисање контурних услова и улазних параметара. Упоредне анализе срачунатих и добијених резултата на опитним деоницама указују да будућност припада овој методи.

С обзиром да смо за све наведене методе урадили и нумеричке примере, анализа добијених резултата указује да има малих одступања у добијеним димензијама и напонима у појединим слојевима. Ово је и разумљиво јер, у суштини, иако оне носе различита имена почивају на експериментима и законима теорије еластичности.

Имајући у виду инострана искуства, наше материјалне могућности и вредности, тј. могућност примене одређених метода на наше услове, предлажемо да се код нас димензионисање обавља по методама AASHO, PCA и коначних елемената.

Основни разлог за овај предлог почива на чињеници да су ово најуниверзалније методе које почивају на анализи локалних фактора.

У предлогу правилника о техничким нормативима за димензионисање коловозних конструкција нових путева, који је издао Савез друштава за путеве Југославије 1978. године, предложена је као званична метода „Швајцарска“.

Сматрамо да је то грешка, јер ова метода не дозвољава свестрану анализу локалних параметара који нису истоветни у Швајцарској и код нас, а ни прописи нам нису идентични.

Основни параметри на основу којих се обавља димензионисање по швајцарској методи су кумулативно оптерећење и носивост подлоге. За разлику од ње, код предложених метода фигуришу напони у бетону, регионални фактор, угиб конструкције, карактеристике материјала, замор, контурни услови и могућност економске анализе предложених решења.

ЛИТЕРАТУРА

1. Road Research Laboratory: A guide to the structural design of Pavements for new roads, Rode Note 29, London, 1970.
2. RTAC: Pavement Management Guide, Canada, 1977.
3. M. Sargious: Pavements and Surfacing for Highways and Airports, ASP LTD London, 1975.
4. Yoder i Witzack: Principles of Pavement Design, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1975.
5. AASHTO Interim Guide for Design of Pavement Structures 1972. AASHTO, Washington, 1974.
6. Croney: The Design and Performance of Road Pavements, Transport and Road Research Laboratory, London, 1977.
7. Sharp: Concrete in Highway Engineering, Pergamon Press, Oxford, 1970.
8. ACI: Roadways and Airport Pavement, SP51 ACI, Detroit, 1975.

9. Yang: Design of Functional Pavements, Mc Graw-Hill, Inc., New York, 1972.

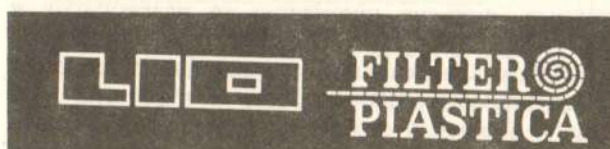
10. HRC: Review of Existing Theories and Methods of Pavement Design, HRB, Washington 112/1970.

11. ACI Manual of Concrete Practice 1978, ACI, Detroit, 1978.

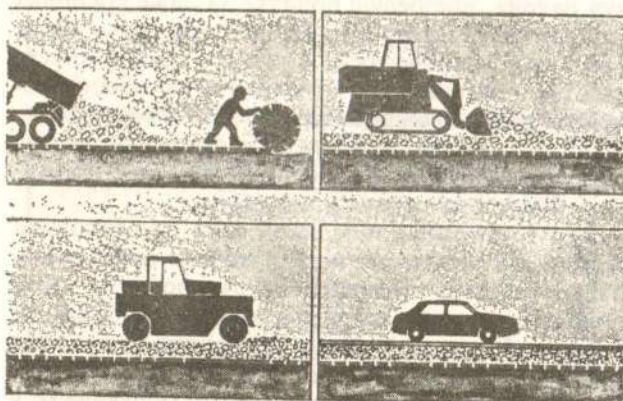
12. NCHRP: Evaluation of AASHTO Interim Guides for Design of Pavement Structures, HRB 128/1972.

13. Duncan, Monismith i Wilson: Finite Element Analyses of Pavements, Berkeley, 1968.

14. Huang: Finite Element Analysis of Slabs on Elastic Solids, ASCE 100/1974.



ЗА ЦЕСТОГРАДЊУ, ЗА ГРАДЊУ НОВИХ И РЕКОНСТРУКЦИЈУ ЕКСПЛОАТИРАНИХ КОЛОСЕКА, ЗА ОБАЛОУТВРДЕ, КОРИТА ВОДОТОВАКА И КАНАЛА, ЗА ПОЉОПРИВРЕДНУ ВОДОГРАДЊУ, ДРЕНАЖУ...



Сагледајте реалне могућности примјене „ЛИО“ филтер пластике, у сврху добијања што оптималнијег економског и технолошког рјешења. Већ према мјесту примјене, те према ефекту који желимо постићи, производимо разне типове пластика:

АРТИКЛ	ТИП	НЕТО ЦИЈЕНА/мет²
7010	250	27,00
	300	30,00
	400	34,70
	500	41,40
	600	49,50
	800	65,70
	1000	80,80
	1200	98,00
7020 A	1600	125,00
	300 A—Ж	87,50
	410 A—Ж	60,00
	710 A—Ж	107,30
	716 A—Ж	59,90
7030 A—X	716 A—X	230,10
7030 A—X	716 A—X	230,10

Начин испоруке: фесо складиште „ЛИО“

„ЛИО“ филтер пластика испоручује се у балама од

- 100 m (типovi 250, 300, 400, 500, 600, 410 A—Ж)
- 50 m („ 800, 1000, 1200, 1600, 300 A—Ж, 716 A—Ж)
- 15 m („ 713 A—X)

Бале су омотане фолијом, коју треба задржати на балама све до примјене на терену.

LIO

TEKSTILNA INDUSTRIJA

OSIJEK, TENJSKA CESTA BROJ 36

Методолошки поступци савременог процеса пројектовања путева

Мр инж. ВОЈО АНЂУС
Мр инж. МИХАИЛО МАЛЕТИН

Велика инвестициона средства која се последњих година улажу у изградњу наше путне мреже намећу обавезу да се приступи критичком преиспитивању класичне методологије и технологије пројектовања путева ради оптимизације пројектних решења и рационалнијег инвестирања у путну привреду.

Пројектовање путева представља итеративни процес оптимизације по следећим параметрима:

- капацитету,
- сигурности вожње,
- економичности,
- еколошким последицама

Избор најбољег решења условљен је усвајањем и доследним спровођењем јединствене методологије пројектовања уз коришћење савремених технолошких поступака и метода.

ОСНОВНИ КОРАЦИ У ПРОЈЕКТОВАЊУ

Пут као друштвено добро не може се разматрати искључиво са техничког становишта. Стога је неопходно, пре свега у почетним планерско-пројектантским фазама, сагледати што је могуће шире последице изградње и експлоатације путног правца у свим доменима. Треба нагласити да је проблем планирања и пројектовања путева комплексан, као због преплитања многобројних аспеката (нпр. саобраћајни, економски, друштвени и сл.) тако и због чињенице да су поједини захтеви контрадикторни (нпр. максимум саобраћајних ефеката уз минимум еколошких последица).

На сл. 1 приказана је алгоритамска структура процеса пројектовања пута која представља хијерархијски низ сужавања проблема. Почиње друштвеним опредељењима а завршава се нумеричким дефинисањем неопходних елемената у банци података о путевима.

На дијаграму се јасно уочавају четири основна корака. Сваки корак подразумева итеративно испитивање могућих решења и доношење одлуке о најповољнијем решењу.

I. Генерални пројект је у суштини пројектантска основа планерских разматрања. Саставни је део националних и регионалних планова друштвеног, економског и просторног развоја. Резултат ове фазе треба да буде друштвено и стручно опредељење о основним питањима као што су: економски ефекти, просторне последице, улога у

мрежи, меродавна саобраћајна оптерећења, ранг и сл. У овој фази треба да буду донесене и базне пројектантске одлуке као што су: граничне карактеристике елемената трасе у све три пројекције, најповољнији коридор трасе, да ли ће пут бити са наплатом путарине, макро одлука о врсти коловозне конструкције (крута или флексибилна), основни ставови о етапности изградње итд.

Првенствени задатак генералног пројекта је да представља стручно документовану основу за доношење друштвених одлука о изградњи пута.

II. Идејни пројекат је основни креативни процес у трасирању и обликовању пута. У овој фази се, на основу програмских поставки генералног пројекта, истражује најповољнија траса унутар усвојеног коридора у складу са просторним, економским, еколошким, естетским и другим захтевима, односно практично се разрешавају и позитивни и негативни ефекти пута. Паралелно са истраживањем оптималне варијанте трасе врши се усклађење елемената пута у све три пројекције, дефинишу саобраћајни чворови и објекти, оптимизира обим грађевинских радова и сл.

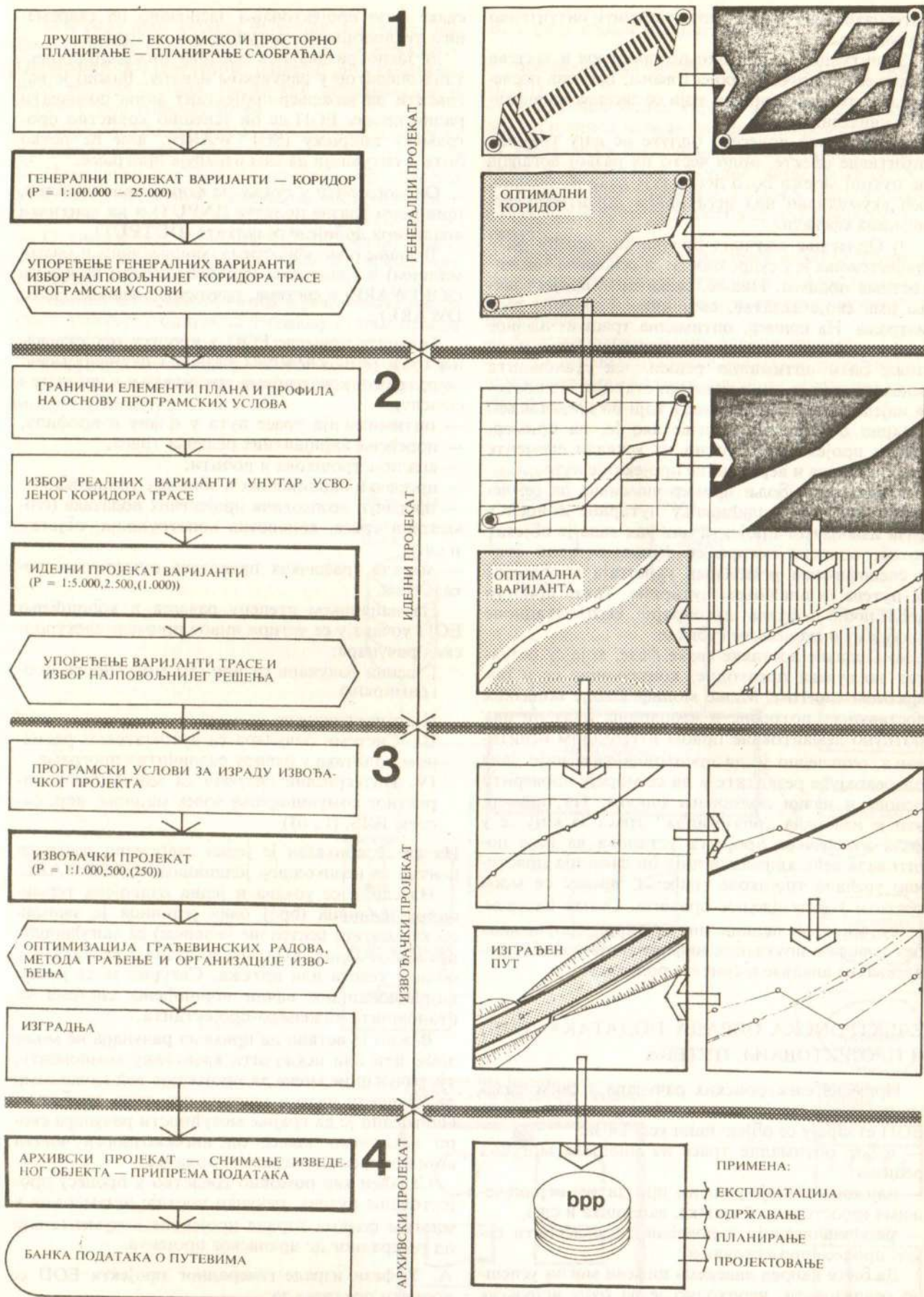
III. Извођачким пројектом се на основу дефинисаних елемената усвојене трасе разрађују сви неопходни подаци за извођење, врши микро померање трасе у плану и профилу са циљем детаљне оптимизације грађевинских радова и метода изградње. Битан задатак ове фазе је и избор најрационалнијих метода организације грађења датог путног правца.

IV. Архивски пројекат служи за коначни обрачун радова, обезбеђује податке за даље коришћење у процесу експлоатације и одржавања пута, као и за даље планерске студије и пројектантске задатке у региону. На тај начин се обезбеђује повратна размена информација.

Да би овакав приступ пројектовању путева дао жељене ефекте неопходно је доследно поштовати следеће чињенице и принципе:

1) Изостављање појединих фаза пројектовања или њихова формална израда доноси само маргиналне уштеде; последице су дугорочне и често доводе до компромитовања изведеног објекта са техничког и, што је много значајније али и теже уочљиво, са друштвено-економског становишта.

2) Рационално и документовано одлучивање у свим фазама пројектовања, засновано на квалитативном вредновању нумеричких показатеља



Сл. 1. ОСНОВНИ КОРАЦИ У ПРОЈЕКТОВАЊУ ПУТЕВА

альтернативних решења, мора заменити интуитивно одлучивање.

За интуицију има довољно простора и захтева у процесу графичког пројектовања; процена последица је креативни процес који се заснива на анализи и синтези.

Интуитивно донесене одлуке не дају трајније позитивне ефекте, врло често их развој догађаја на путној мрежи брзо демантује када је, обично, већ акумулиран низ негативних друштвено-економских ефеката.

3) Одлагање кључних одлука за следећу фазу пројектовања је у супротности са основним законитостима процеса. Наиме, свака фаза пројектовања има своје задатке, свој ниво и ширину разматрања. На пример, оптимална траса из идејног пројекта у субоптималном коридору није и не може бити оптимално решење са становишта аспеката који су хијерархијски старији. Не постоји ниједан извођачки пројекат који би представљао стварно оптимално решење ако је, на пример, идејни пројекат пропустио да усклади елементе хоризонталне и вертикалне пројекције пута.

Можда је најбољи пример чињеница да се, често, одлука о наплаћивању путарине доноси у фази извођачког пројекта или чак када је објекат готов, односно негира се фундаментални став о специфичним решењима укрштаја и објеката за путеве са плаћањем путарине. Такав приступ последично изазива дуготрајне експлоатационе проблеме и економске губитке.

4) Полазне поставке сваке фазе, које су резултат закључака предходне, контролишу се и повратном спрегом. Мање модификације полазних поставки су потребне и неопходне; буду ли пак потпуно демантоване првом итерацијом испитивања, очигледно је да предходна фаза није дала одговарајуће резултате и да се морају проверити основе и начин доношења одлука. На пример, ако је изабрана „оптимална“ траса за коју се у фази извођачког пројекта установи да није поштовала већа клизишта чија би санација драстично увећала трошкове грађења, процес се мора вратити у фазу идејног пројекта. Овакве ситуације су често последица интуитивног одлучивања без довољно поузданих информација или пак неадекватне анализе и синтезе података.

ЕЛЕКТРОНСКА ОБРАДА ПОДАТАКА (ЕОП) И ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПУТЕВА

Примена електронских рачунара у свим фазама пројектовања је могућа и пожељна. Применом ЕОП стварају се објективни услови за:

- избор оптималне трасе из мноштва могућих решења,
- најекономичније решење при датим ограничењима (просторна, техничка, еколошка и сл.),
- рационализацију и повећање ефикасности самог процеса пројектовања

Да би се напред наведени циљеви могли успешно реализовати, неопходно је да буду испуњене следеће значајне претпоставке:

1) Методолошки поступци пројектовања морају бити до детаља разјашњени уз уиграно извођење

сваке фазе пројектовања засновано на савременим технолошким поступцима и методама.

2) Јасно раздвајање послова инжењер-пројектант-оператор у рачунском центру. Важно је нагласити да инжењер-пројектант мора познавати радни процес ЕОП да би успешно користио програмску подршку (SOFTWARE), али ће ретко бити у ситуацији да сам израђује програме.

Он мора бити у стању да формулише проблем, припреми улазне податке (INPUT) и да критички анализира добијене резултате (OUTPUT).

3) Знање о могућностима (минималним и максималним) и границама употребљивости програма (SOFTWARE) и система, рачунских машина (HARDWARE).

Тежиште примене ЕОП у процесу пројектовања пута је на следећим главним активностима:

- прорачун критеријума вредновања у најширем смислу,
- оптимизација трасе пута у плану и профилу,
- поређење варијантних решења траса,
- анализа трошкова и добити,
- прорачун парцијалних и збирних трошкова,
- прорачун неопходних пројектних података (геометрија трасе, коловозна конструкција, објекти и сл.)
- израда графичких представа нумеричких показатеља.

На данашњем степену развоја и коришћења ЕОП уочавају се четири нивоа примене електронских рачунара:

I. Цепни рачунари са или без могућности програмирања

II. стони рачунари

III. Системи рачунара са аутоматском разменом података у оквиру различитих програма

IV. Интегрисани системи са могућношћу директног комуницирања човек-машина, нпр. систем IBIS, (L. 03)

На сл. 2 приказан је један савремени рачунски центар са неопходним јединицама HARDWARE.

На слици се уочава и једна издвојена терминална јединица (број ових јединица је зависан од капацитета централне јединице) са могућношћу предаје улазних података и пријема резултата у облику текста или цртежа. Сигурно је да је ово најрационалнији начин коришћења система са становишта инжењера-пројектанта.

Важно је истаћи да примена рачунара не може заменити или искључити креативну компоненту, тј, рачунар не може да пројектује већ може само да унапреди ниво и ширину приступа проблему. Очигледно је да крајње могућности рачунара скоро искључиво зависе од ингениозности човека који припрема програме и податке.

Схваћен као помоћно средство у процесу пројектовања путева, рачунар постаје незаменљив у многим фазама израде пројектне документације од генералног до архивског пројекта.

A. У фази израде генералног пројекта ЕОП се користи пре свега за:

- Израду нумеричког модела терена целокупног простора у коме се утврђују потенцијални правци пружања трасе.

За израду овог модела најчешће се користе подаци добијени класичним премером или аерофотограметријским премером, односно дигитализирањем већ постојећих графичких информација о терену (топографске карте).

— Анализу саобраћајног оптерећења и модела расподеле у мрежи.

— Нумеричко вредновање простора по унапред утврђеним основним јединицама информационог система (нпр. по основној јединици „грида“).

— Оптимизацију коридора трасе у оквиру дефинисаних циљних функција и поређење варијантних решења.

— Анализу еколошких утицаја и укључивање јавности у доношењу одлука за изградњу путног правца у оквиру датог (оптималног коридора).

— Графичку презентацију наведених нумеричких показатеља (цртежи на: штампачу, плотеру или видео терминалу)

В. У фази израде идејног пројекта:

— прелиминарна оптимизација идејног пројекта (L. 01)

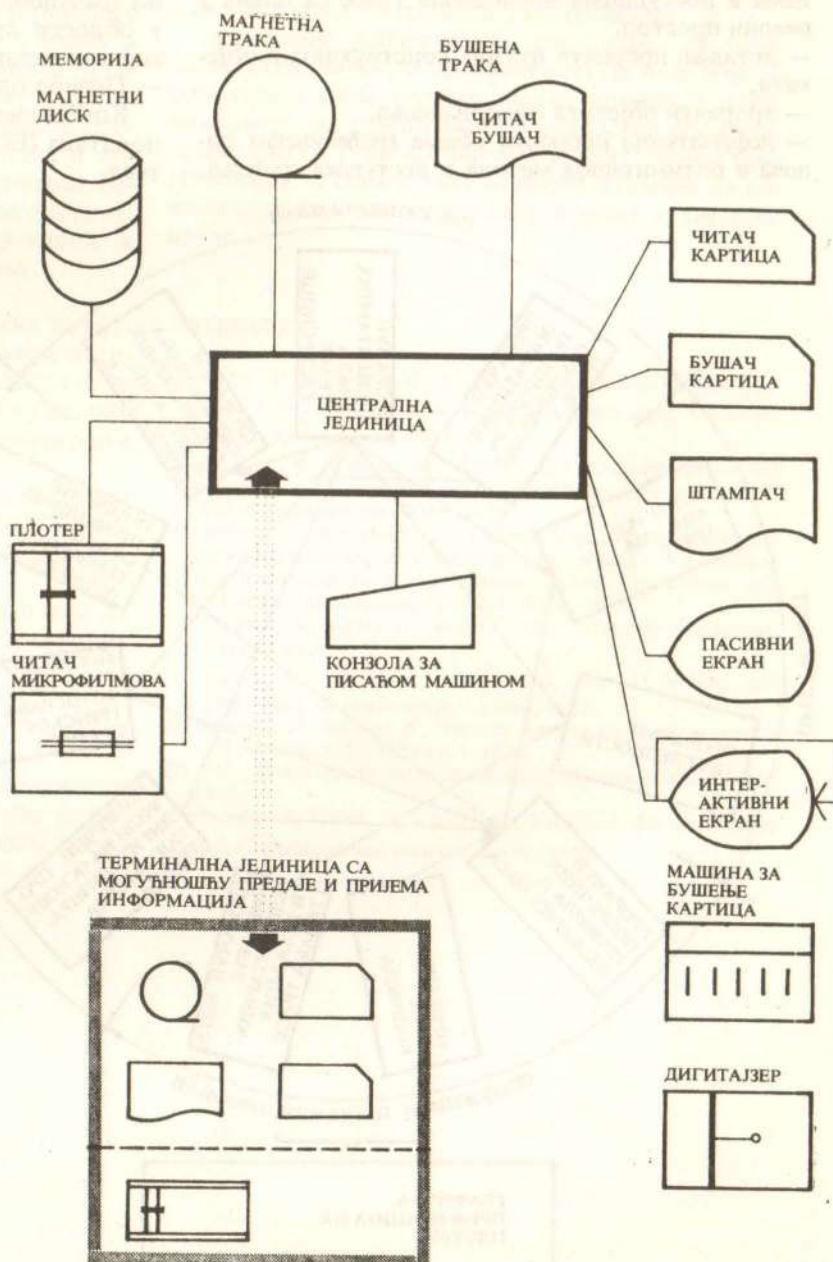
— нумерички модел терена за оптимални коридор из процеса израде генералног пројекта,

— аналитичко дефинисање елементарних тачака трасе у апсолутном координатном систему (X_p , Y_p , Z_p) на основу графичког решења трасе у плану и профилу и провере просторне усклађености елемената,

— возно-динамичке и оптичке анализе трасе у функцији меродавног путничког (РА) и теретног (TV) возила са одређивањем степена сигурности дате трасе,

— финална оптимизација идејног пројекта,

— оптимизација изабране варијанте трасе (из фазе прелиминарне оптимизације) по утврђеним циљним функцијама:



Сл. 2 — Уобичајени **HARDWARE** једној рачуноској централ

количина насипа,
количина усека,
биланс маса,
оптимални транспорт маса,
време путовања (РА, TV),
потрошња горива (РА, TV),
еколошке последице,
стање саобраћајног тока,

— анализа трошкова и добити,
— графичка презентација наведених показатеља (штампач, плотер, видео терминал).

С. У фази израде извођачког пројекта:

— детаљно аналитичко дефинисање елементарних и детаљних тачака трасе пута и раскрсница у апсолутном координатном систему (X_i , Y_i , Z_i) по особинама и/или ивицама,
— пројект обележавања трасе (успостављање аналитичких веза између елементарних и детаљних тачака трасе и тачака оперативног полигона) према унапред заданој тачности обележавања, методама и поступцима преношења трасе са плана у реални простор,
— детаљан прорачун путних конструкција и објеката,
— прорачун објеката одводњавања,
— дефинитивни прорачун обима грађевинских радова и оптимизација метода и поступака грађења,

— графичка презентација напред наведених показатеља (штампач, плотер).

Д. У фази израде архивског пројекта

Овај пројекат је у суштини скуп информација за будуће кориснике банке података о путевима и скоро у потпуности зависи од могућности и карактеристика информативног система и рачунара као основе за формирање, одржавање и коришћење банке података.

На сл. 3 приказано је подручје примене ЕОП у пројектовању путева (прорачуни везани за геометријску анализу траса) као и међузависност појединих програма.

ФАЗЕ РАЗВОЈА ЕОП

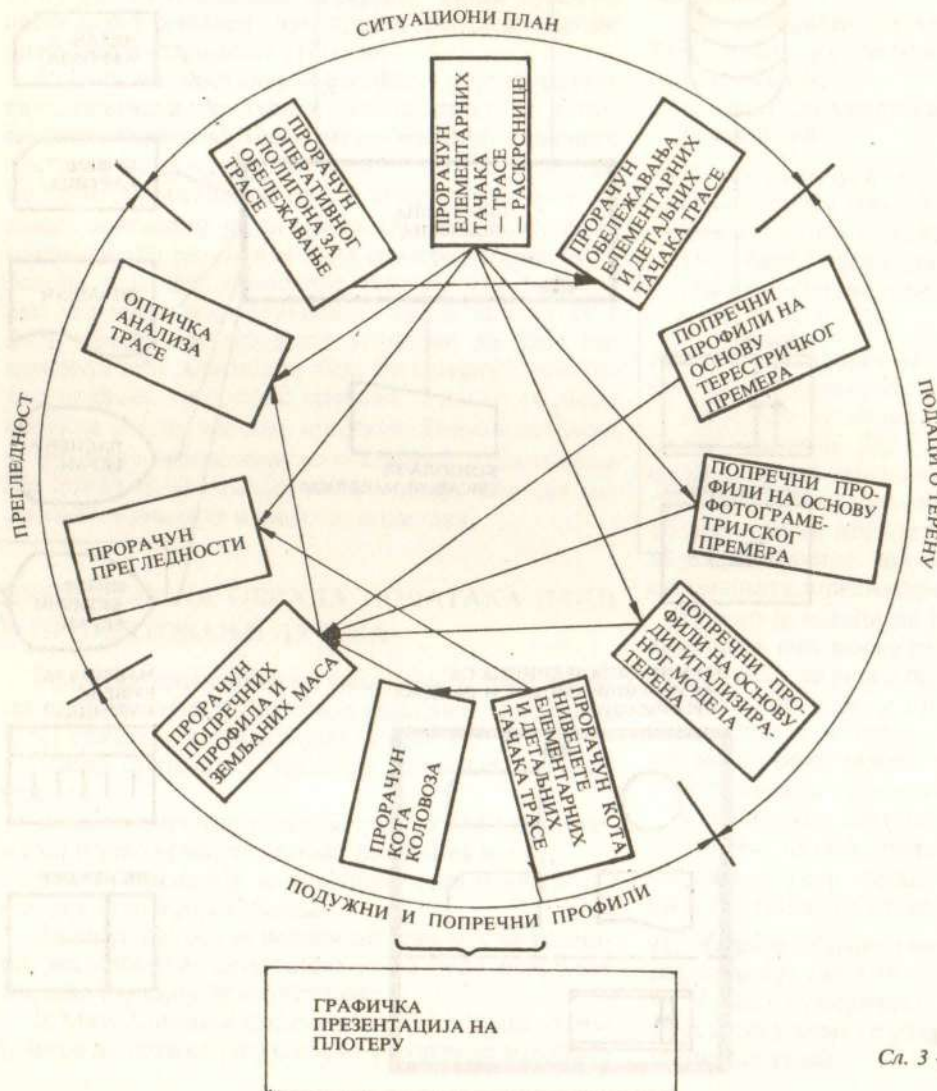
Увођење ЕОП у пројектовању путева пролазило је кроз следеће фазе:

— Период до 1960. године

Овај период је карактеристичан по увођењу ЕОП само у области административног пословања (рачуноводство, банке и сл.). Обрада података у области пројектовања је мануелна, а још се користе механичке и електричне рачунске машине.

— Период од 1960. до 1980. године

Комбинована мануелна и електронска обрада података (ЕОП) у свим фазама пројектовања путева.



Сл. 3 — Примена ЕОП у геометријској анализи траса путева

У овом периоду долази до појаве првих проблемски оријентисаних језика (нпр, COGO развијен на MIT).

Такође долази до развоја нових, специфичних поступака и програма за потребе пројектовања путева (нпр. програми: HIDES, RDS, BIPS-3 и тсл.).

У овом периоду, а нарочито после 1970. године појављује се извештај број програма за оптимизацију траса путева у плану и профилу. Конкретна примена ових програма уследила је тек после 1975. године, нарочито у Енглеској (програми HOPS и NOAH), Француској (програми APPOLON) и СР Немачкој (програми OPT-1, EPOS-i, BEURT, ACHSE).

И у нашим условима, овај период је карактеристичан по увођењу ЕОП (нарочито после 1970. године) у процес пројектовања путева. Но, мора се истаћи да смо неспремно дочекали примену рачунара у овом домену, с обзиром да је задржана класична технологија пројектовања и да су изузетне могућности ових средстава коришћене само за аналитичко дефинисање трасе у плану и профилу и оквиру израде извођачког пројекта пута.

Не негирајући у потпуности ефекте који се постижу коришћењем рачунара за геометријске прорачуне трасе, мора се истаћи да без јасне и доследне спроведене методологије пројектовања базиране на савременим технолошким поступцима, рачунар остаје само средство мистификације и заблуда о „квалитетнијем“ пројектовању.

— Период после 1980. године

Овај период ће карактерисати примена потпуне аутоматизације у процесу пројектовања путева; користиће се потпуно интегрисани системи за прорачуне и трансфер информација са могућношћу интерактивног рада и директног комуницирања ЧОВЕК-МАШИНА.

Основни циљ који се жели постићи оваквим поступком коришћења рачунара јесте ОПТИМИЗАЦИЈА ПРОЈЕКТНИХ ПОСТУПАКА И ПРОЈЕКТНИХ РЕШЕЊА.

Овакав приступ примене ЕОП је већ почео да се остварује у оквиру програма за оптимизацију траса путева у плану и профилу — EPOS — i (L. 05)

ЗАКЉУЧАК

Рационалније инвестирање у изградњу нових и реконструкцију постојећих путева могуће је постићи пре свега квалитетнијим пројектним решењима.

Овај циљ се може остварити само УСВАЈАЊЕМ И ДОСЛЕДНИМ СПРОВОЂЕЊЕМ ЈЕДИНСТВЕНЕ МЕТОДОЛОГИЈЕ ПРОЈЕКТОВАЊА ПУТЕВА у свим фазама израде пројектне документације.

Рационализација самог процеса пројектовања могућа је УНАПРЕЂЕЊЕМ ТЕХНОЛОШКИХ ПОСТУПАКА ПРОЈЕКТОВАЊА БАЗИРАНИХ НА НАЈШИРОЈ ПРИМЕНИ ЕЛЕКТРОНСКЕ ОБРАДЕ ПОДАТАКА. За овакав приступ процесу пројектовања морају бити заинтересоване све структуре у путној привреди — од инвеститора преко пројектних и извођачких организација до организација које ће се старати о експлоатацији и одржавању датог путног правца.

Израда јединствених прописана (упутстава) за све фазе пројектовања представља, у нашим условима, приоритетан и изузетно хитан задатак.

Само на тај начин могу се створити основе за даље унапређење нивоа стручности и поузданости инвестиционо-техничких докумената и умањити могућности грешака у одлучивању.

Доношење јединствених упутстава, на југословенском нивоу, о примени електронске обраде података у свим фазама израде пројектне документације, од генералног до архивског пројекта, допринело би рационалнијем и квалитетнијем пројектовању, а самим тим значајно утицало на рационализацију инвестирања у домену путне привреде.

ЛИТЕРАТУРА

- (1) Анђус, В, Малетин, М., Методологија израде идејног пројекта пута уз рационално коришћење рачунара, X конгрес СДПЈ, Аранђеловац, 1978.
- (2) Andjus, V, Maletin, M., Analyse der studienverfahren und algorithmus der ausarbeitung des gesamtstrassenprojekts, XVI Weltstrassenkongress, Wien, 1979.
- (3) Benner, E, Boesefeldt, J., Entwicklung eines konzepts zur entwurfsbearbeitung im strassenbau beim einsatz von dv-anlagen und aufstellung eines realisierungs planes, Strassenbau und Strassenverkehrstechnik, Heft 214, Bonn, 1976.
- (4) Dietrich, K, Graf, U, Rotach, M., Strassenprojektierung, ETHZ, Zürich, 1975.
- (5) Heusch, H, Boesefeldt, J., EPOS-i, Entwurfsfindung und optimierung im strassenbau, Aachen, 1980.
- (6) Schmidt, H, Schulze, K., Einsatz der edv im strassenentwurfs I, II Strassen und Tiefbau 2,3, 1974.
- (7) VSS., Elektronische datenverarbeitung im strassenbau, Zürich, 1976.
- (8) Wehner, B, Siedek, P, Schulze, K., Handbuch des strassenbaus Band I, Grundlagen und entwurf, Berlin, 1979.

Димензионисање коловозних конструкција с обзиром на критеријум деформација

Проф. инг. ЈОВАН ШУТИЋ

Досадашње анализе заснивале су се на анализи напона у коловозној конструкцији као вишеслојном систему, одређивани су напони и упоређивани са дозвољеним напонима за одговарајуће материјале. Критични напони у коловозној конструкцији су радијални напони при затезању на доњој страни асфалтних слојева (σ_{r1}), односно на доњој страни цементом везаних носећих слојева (σ) и вертикални напони при притиску на површини доњег строја.

Међутим, за понашање грађевинских конструкција, па и коловозних конструкција, могу бити меродавне и деформације, посебно пластичне (трајне) деформације. До оштећења коловозне конструкције услед пластичних деформација може доћи због:

- стварања колотрага,
- замора материјала.

За оба ова критеријума добија се статистичком обрадом резултата лабораторијских испитивања „закон оштећења“ у математичком облику. Он представља функционалну везу између елементарних оштећења материјала, величине напрезања и температуре. Укупно оштећење се добија интеграцијом одговарајућих елементарних оштећења. Као резултат се добија „индекс оштећења“, тј. „индекс стварања колотрага“ и „индекс замора“, који се упоређују са одговарајућим критеријумима.

АНАЛИЗА С ОБЗИРОМ НА СТВАРАЊЕ КОЛОТРАГА

Отпорност асфалтних мешавина против појаве пластичних (трајних) деформација, тј. стварања колотрага, испитује се динамичким опитом пузања-течења у триаксијалним апаратима (сл. 1) код којих је могуће регулисање вертикалног и хоризонталног оптерећења.

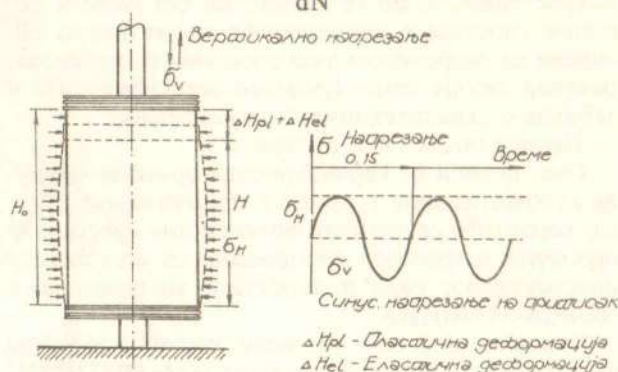
Асфалтни узорак се излаже синусоидалној промени вертикалног оптерећења при константном хоризонталном оптерећењу.

Понављање оптерећења изазива на асфалтном узорку вертикалне пластичне деформације чије се величине региструју у зависности од броја поновљених оптерећења.

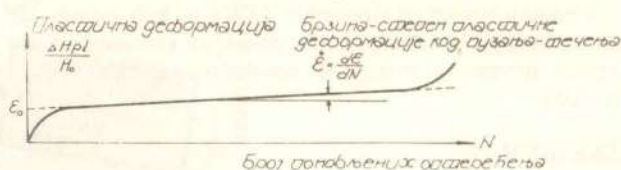
На основу бројних испитивања утврђено је да крива пузања (сл. 2) има на почетку карактери-

стичан стрм успон а затим константан блажи линеарни нагиб који после одређеног броја понављања оптерећења поново нагло прелази у закривљени стрми успон (лом). Нагиб овог линеарног дела означава се са $\dot{\epsilon}$ и представља брзину (или степен) пластичне деформације. Изражава се у процентима (%) за милион циклуса оптерећења μ_c

$$\dot{\epsilon} = \frac{d\epsilon}{dN}$$



Сл. 1 — Динамички опит пузања — течења — у триаксијалном апарату



Сл. 2 — Типична крива пузања — течења

Опасност од стварања колотрага постоји само за време лета. У то време због релативно високих температура ваздуха долази до знатног смањења вредности динамичког модула крутости асфалта. Услед деловања тешког саобраћајног оптерећења тада постоји знатно већа опасност за стварање великих пластичних деформација — колотрага. Средње температуре асфалтних слојева добијају се на основу метеоролошких података за одређени период. За ту средњу температуру одређује се динамички модул крутости асфалта. За одбрану коловозну конструкцију целокупна анализа се врши по шеми која се прилаже.

Као што се може видети из приложене шеме када се заврши провера „напрезање задовољава“,

среди фаза провере деформације, односно „закона оштећења“. Овај део како је претходно изнето врши се с обзиром на два критеријума, тј. „стварања колотрага“ и „замора материјала“. Радна шема за анализу отпорности асфалтних слојева с обзиром на стварање колотрага приказана је у следећој шеми (сл. 4).

Промене величине пластичних деформација (ϵ) у зависности од понављања оптерећења добијају се како је претходно изнето из динамичког опита пузања.

Прираст стварања колотрага (η) посматраног асфалтног слоја у одређеном временском периоду одређује се према изразу:

$$\eta = \int_{t_0}^t \int_{y_a}^{y_{al}} \epsilon \frac{dN}{dt} \cdot dt \cdot dy$$

при чему су:

t — време

y — вертикална удаљеност од површине коловоза

y_a — горња ивица слоја

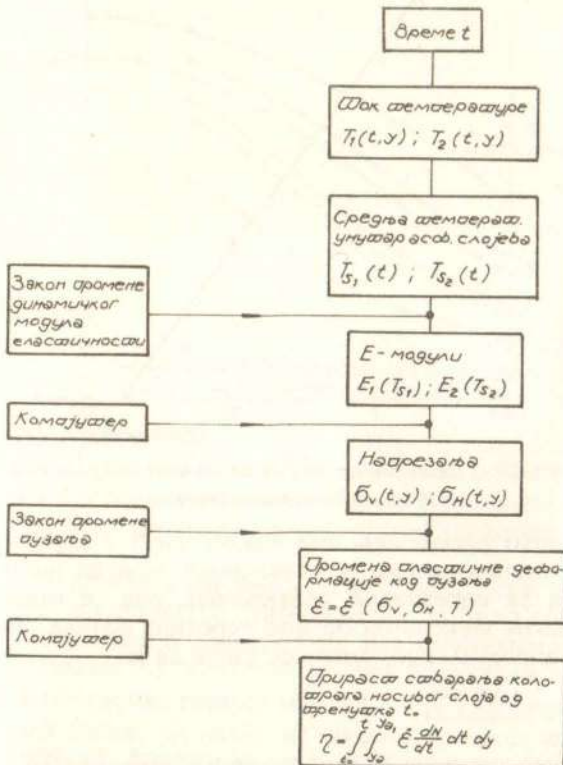
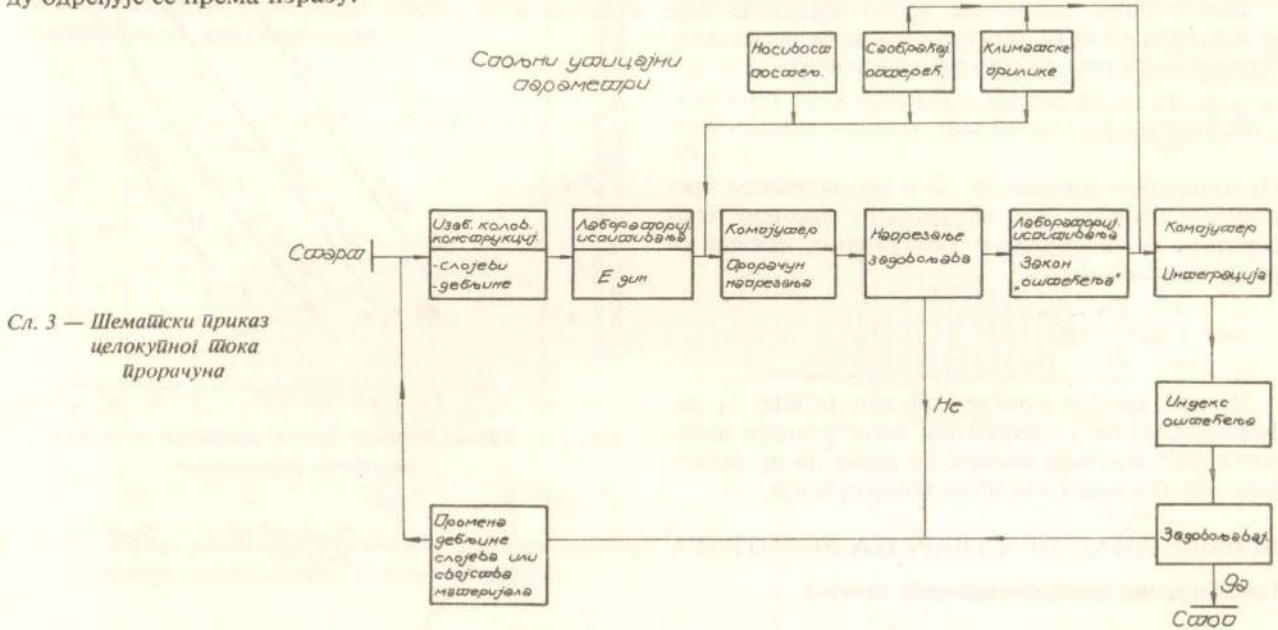
y_{al} — доња ивица слоја

N — кумулативно саобраћајно оптерећење

ϵ — промена пластичне деформације за 10^6

поновљених оптерећења

Укупна величина пластичне деформације (дебина колотрага) за одређено саобраћајно оптере-



ћење у зависности од посматраног времена одређује се следећом интеграцијом:

$$|\eta| = \int_{t_0}^t \eta \cdot n \cdot dt \quad (\text{u mm})$$

при чему су:

$\dot{\eta} = \frac{d}{dN}$ — елементарна пластична деформација у зависности од броја поновљених оптерећења.

$n = \frac{dN}{dt}$ — број поновљених оптерећења у одређеном временском периоду.

Уобичајено је да се за допуштену пластичну деформацију асфалтних слојева усваја вредност од 6% дебљине слоја.

Упоредом броја поновљених оптерећења који доводи до ове пластичне деформације и броја прорачунатог еквивалентног саобраћајног оптерећења оцењује се подобност асфалтних слојева с обзиром на критеријум стварања колотрага.

Анализа с обзиром на замор материјала

Под појмом замора асфалтних мешавина подразумева се феномен структурног лома под деловањем понављања оптерећења. Отпорност асфалтних слојева на замор одређује се у лабораторијама тако што се асфалтни узорци излажу

деловању синусоидног оптерећења променљивог знака, тј. притиску и затезању. Број поновљених оптерећења који доводи узорак до лома услед замора, означава се са N_f и назива се „век трајања“. Може се изразити у следећем облику:

$$N_f = C \left(\frac{1}{\epsilon_0} \right)^m$$

при чему су:

N_f — број поновљених оптерећења који доводи до лома („век трајања“)

m — константа материјала добијена опитом

C — константа зависно од температуре

ϵ_0 — почетна деформација

Елементарно оштећење асфалтног слоја које је изазвано само са једним пролазом јединичног оптерећења може се приказати изразом:

$$\dot{\omega} = \frac{1}{N_f}$$

Интеграцијом вредности $\dot{\omega}$ у посматраном временском периоду, а с обзиром на промену температуре и саобраћајно оптерећење, добија се индекс замора ω .

$$\omega = \int_{t_0}^t \dot{\omega} \frac{dN}{dt} dt$$

Индекс замора показује уједно колико су асфалтни слојеви у коловозној конструкцији искоришћени у погледу замора у односу на пројектовани век трајања коловозне конструкције.

ПРИМЕР АНАЛИЗЕ СТВАРАЊА КОЛОТРАГА

Триаксијални опит динамичког течења

Цилиндрични узорак асфалтне мешавине пречника 10 cm и висине 13,7 cm, излаже се константном бочном притиску σ_H и синусоидалном променљивом вертикалном притиску σ_V . Узорак се испитује на температурама од 25°C до 40°C.

Брзина (степен) динамичког течења асфалтних мешавина зависи од:

- максималног вертикалног напона (σ_V)
- бочног притиска (σ_H)
- температуре (°C)
- фреквенције оптерећења (f)

$$\dot{\epsilon} = F(\delta_V, \delta_H, C^\circ, f)$$

Очевидно је да је потребан велики број опита да би се дошло до закона зависности течења од наведених променљивих.

Бројни опити изведени на температури од 30°C и при фреквенцији од 10 Hz за променљиве вредности бочног притиска σ_H , приказани су у зависности од максималног вертикалног напона

$$\sigma_V \text{ (N/mm}^2\text{) на сл. 5.}$$

Утицај температуре приказан је на сл. 6 која приказује серију опита са истим напонима

$$(\sigma_V = 6 \times 10^5 \text{ N/mm}^2 \text{ и } \delta_H = 10^5 \text{ N/mm}^2)$$

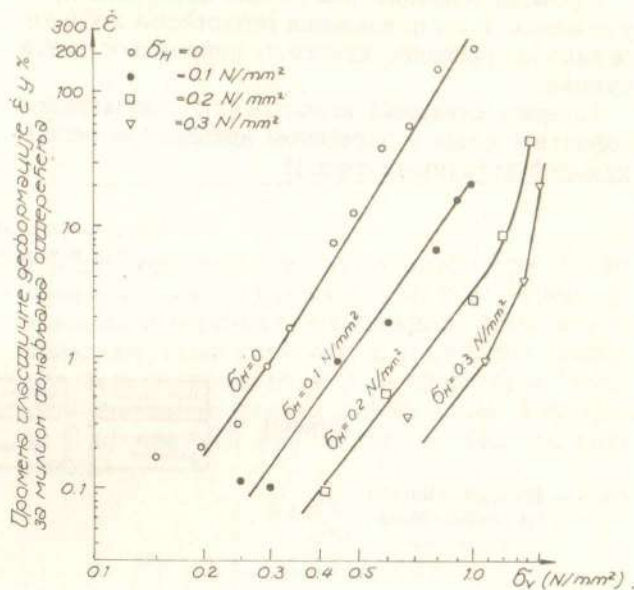
при различитим температурама. Може се утврдити да:

log варира линеарно са температуром између 30°C и 45°C

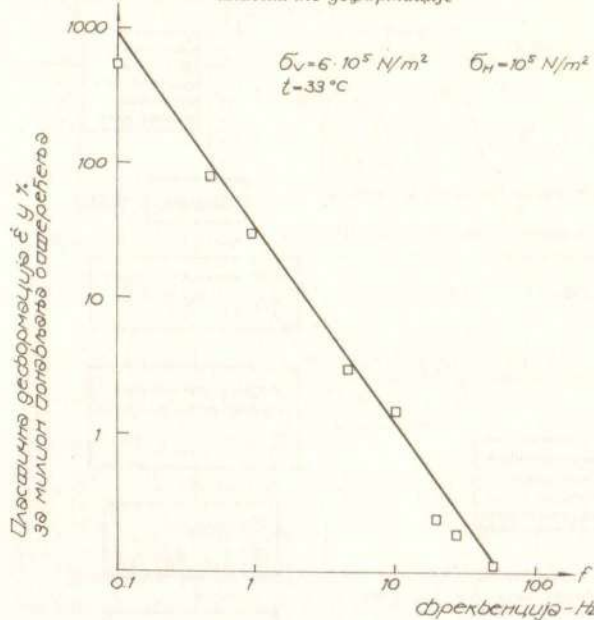
$$-\lg \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} = D(C_1^\circ - C_2^\circ) \quad \text{где је } D = 0,093$$

Утицај фреквенције приказан на сл. 7, за исто напонско стање и температуру може се приказати изразом:

$$\lg \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} = F \lg \frac{f_1}{f_2} \quad \text{где је } F = 1,43$$



Сл. 5 — Утицај промене бочног притиска на промену пластичне деформације



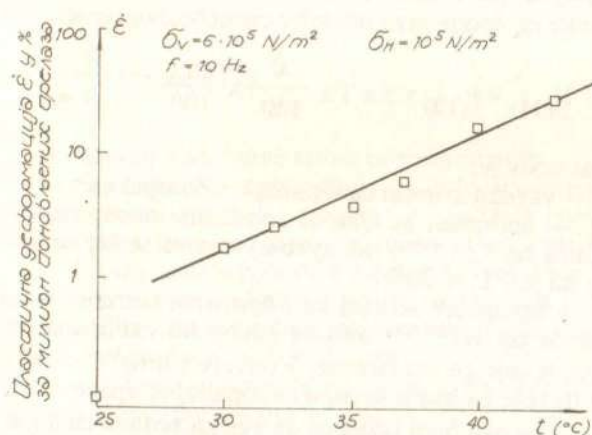
Сл. 6 — Утицај температуре на степен течења битум-шљунка 40/50 за исто напонско стање

Пошто фреквенција има знатну улогу у одређивању закона течења и динамичког модула (који служи за одређивање напрезања), она се мора одредити зависно од брзине теретних возила. За прву апроксимацију може се узети да је:

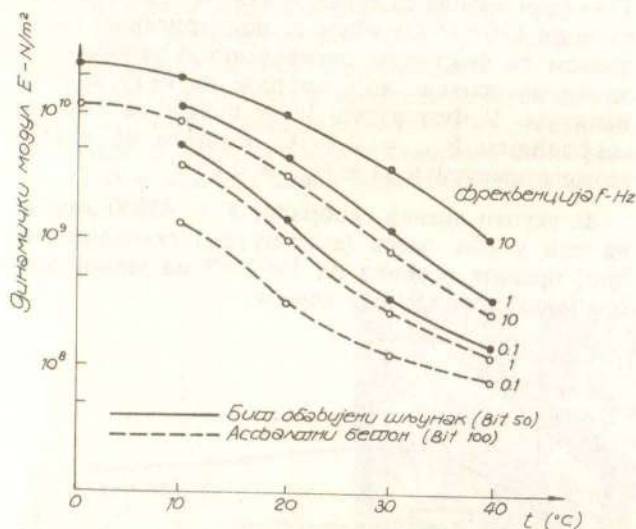
$$f_{\text{Hz}} = \frac{v_{\text{km/čas}}}{6}$$

Према томе, за брзину кретања теретних возила од 60 до 30 km/čas, фреквенција би била $f = 10 \text{ Hz} - 5 \text{ Hz}$.

Зависност динамичког модула крутости од температуре (C) и фреквенције (f) даје се на слици 8 за битум-шљунак и асфалт бетон. Анализа стварања колотрага је могућа само у случају када је доњи носећи слој (слој 2) веће крутости од горњег носећег слоја (1). Како је доњи носећи слој од цементне стабилизације а горњи од битум-шљунка, овај услов ће бити често испуњен лети. У осталом закон динамичког течења ће важити само ако је узорак изложен позитивном хоризонталном напону δ_H , тј. напону притиска. Уколико се у асфалтним носећим слојевима или застору јаве хоризонтални напони затезања, што ће се десити када они леже преко слојева мање крутости, њихово понашање у погледу течења неће се моћи анализирати овом методом.



Сл. 7 — Утицај фреквенције на степеном течења битум-шљунка за исто напонско стање (Битумен Бит 40/50)



Сл. 8 — Промена динамичког модула E у зависности од температуре и фреквенције код битум-шљунка и асфалтног бетона

У случају који ћемо анализирати, доњи носећи слој од цементне стабилизације за било коју брзину возила и температуру има динамички модул величине $1,5 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$, док динамички модул битум-шљунка горњег носећег слоја у најнеповољније време, тј. лети, не прелази вредност од $4 \times 10^9 \text{ N/m}^2$. Анализира се у даљем тексту само понашање слоја горње подлоге који је заштићен од неких посебних деловања саобраћаја као што су:

кочење, убрзање, центрифугална сила, као и деловање врло високе температуре. Може бити анализиран и застор (хабајући слој) али знатно сложенијим програмом.

Срачунавање напона и степена динамичког течења горњег носећег слоја од битум-шљунка.

Напони у коловозној конструкцији као вишеслојном систему могу се срачунати помоћу рачунара или употребом номограма уз претпоставку да су слојеви слеplени и да је вредност Poissonovog коефицијента за све слојеве 0,5. Напони су срачунати под једним точком осовине тежине 13 тона и притиском на површини од 7 kp/cm^2 ($7 \times 10^5 \text{ N/m}^2$).

Коловозна конструкција се састоји од застора од асфалт бетона дебљине 6 cm, горњег носећег слоја од битум-шљунка дебљине 10 до 25 cm и доњег носећег слоја од цементне стабилизације (сл. 9).



Сл. 9 — Пресек коловозне конструкције која се анализира с обзиром на могућност стварања колотрага

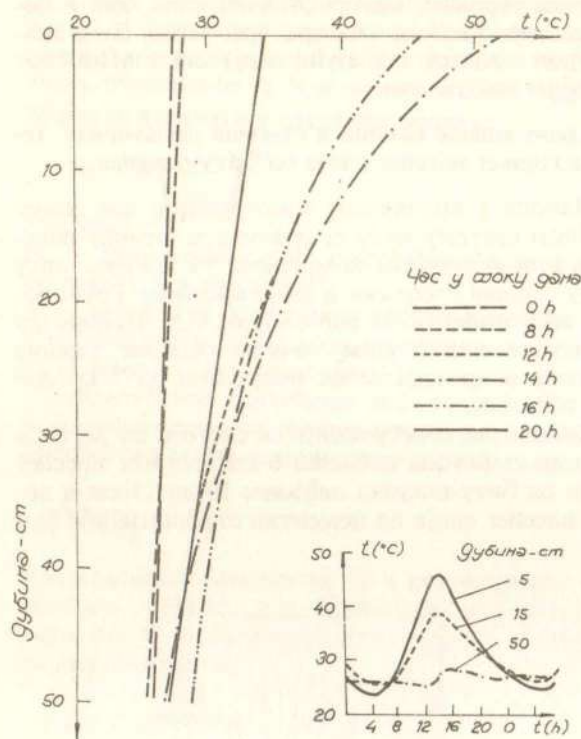
При анализи је међана:

- деblина горњег носећег слоја (од 10 до 25 cm),
- његова грађа (битум-шљунак са Bit 50 или асфалтни бетон са Bit 100),
- брзина саобраћаја (60 до 30 km/čas).

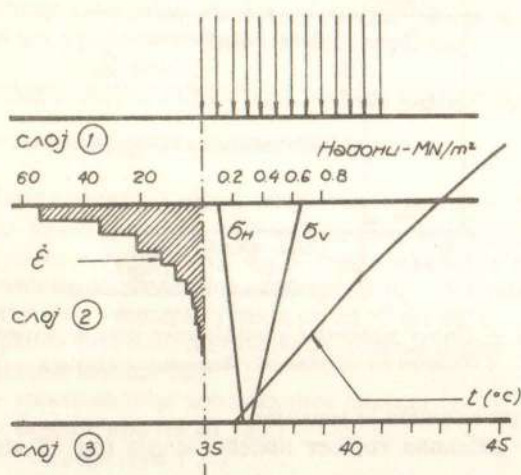
Промена температуре са дужином и током дана за најтоплији летњи дан дата је на слици 10. Најтоплије је било у 16 часова и температура на површини коловоза је већа од 50°C .

На слици 11 дати су напони σ_H и σ_v у 14 часова под саобраћајем који се креће брзином од 60 km/čas у горњем носећем слоју (слој 2) од битум-шљунка деblине 15 cm. На левој страни графика се види промена степена течења који је веома велики на горњој површини овог слоја и брзо опада са дужином. Шрафирана површина је укупна деblина колотрага целог слоја у 14 часова и износи:

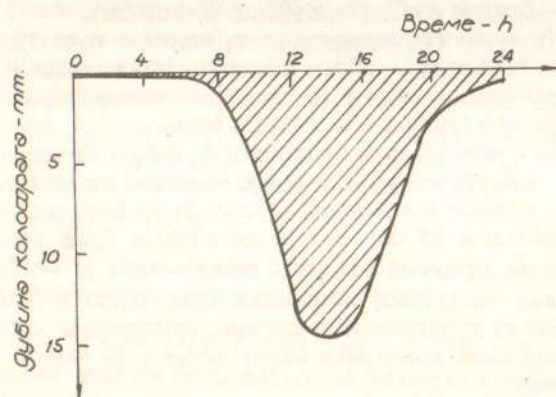
$$\int_{y_2}^{y_1} \epsilon_2 dy = 14,5 \text{ mm, за милион циклуса оптерећења}$$



Сл. 10 — Промена температуре са дужином у току најтоплије летиње дана.



Сл. 11 — Напони, температура и степењ штечења горњег носећег слоја од бишћу-шљунка у 14 часова



Сл. 12 — Промена дубине коловоза горњег носећег слоја од бишћу-шљунка, у току једног дана

На слици 12 су показане промене величине коловоза у току дана. Оне су велике између 10 и 18 часова. Шрафирана површина представља дубину коловоза горњег носећег слоја за милион прелаза точка које би се десиле у току једног дана. Да би се добила стварна дневна дубина коловоза треба дубину коловоза срачунати за број стварних прелаза осовина редукујући их на еквивалентне осовине од 13 тона.

$$K = \int_{t_0}^t \int_{y_1}^{y_2} \epsilon_2 \frac{dN}{dt}$$

Фреквенција возила $\left(\frac{dN}{dt}\right)$ може се у првој апроксимацији узети да је константна у току дана. Кумулативни дневни еквивалентни саобраћај (N_{24}) може се проценити помоћу следеће формуле:

$$N_{(24)} = P_{(13)} \times S \times T \times \frac{V}{100} \times \frac{PL}{100}$$

при чему је:

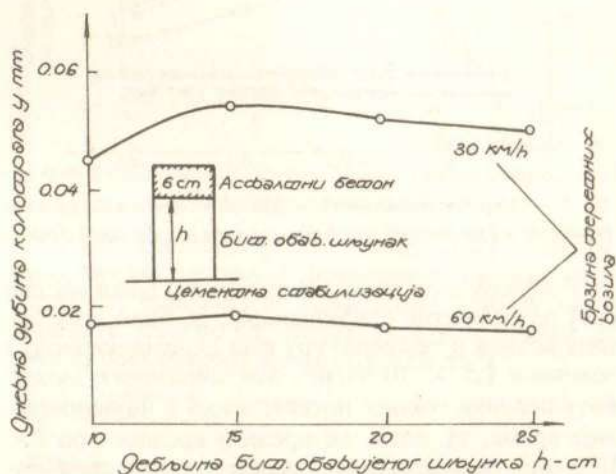
T — укупан дневни саобраћај у оба правца
 PL — проценат возила са корисним оптерећењем већим од 1,5^(15 kN), (на ауто-путевима може се узети да је $PL = 20\%$)

V — проценат возила са корисним оптерећењем већим од 1,5^(15 kN) која се крећу по саобраћајној траци која се анализира. Уопште узето $V = 50\%$ за путеве са две и четири саобраћајне траке

S — средњи број осовина за тешка возила са корисним оптерећењем већим од 1,5^(15 kN). На ванградским путевима $S = 2,8$

P — број возила са еквивалентном тежином осовине од 13^(130 kN). Одређује се пондерисањем (множењем са фактором еквиваленције тежине) различитих осовина које пролазе на путу који се испитује. У Француској је за путеве са тешким саобраћајем $P_{(13)} = 0,30$ С обзиром на изнето може се сматрати да је $N_{(24)} = 0,08 T$

За укупан дневни саобраћај $T = 45000$ возила на дан у оба смера (ауто-путем) еквивалентни број прелаза осовина од 13^(130 kN) на једној саобраћајној траци у току дана је:



Сл. 13 — Утицај дебљине и брзине возила на стварање коловоза у горњем носећем слоју од бишћу-шљунка

$N_{(24)} = 0,08 \times 45000 = 3600$ пролаза осовина од 13^(130 kN)

На сл. 13 приказана је дневна дубина колотрага горњег носећег слоја од биту-шљунка са Bit 50 под саобраћајем од укупно 45000 возила на дан за један летњи дан. Из слике се може утврдити:

— да дебелина слоја мало утиче на дубину колотрага,

— да смањење брзине на половину скоро тро-струко увећава дубину колотрага.

На сл. 14 се показује упоређење како се мења дневна дубина колотрага горњег носивог слоја када би он био од асфалт-бетона са Бит 100 под претпоставком да однос између степена пластичног течења и фреквенције саобраћаја који смо раније утврдили важи и за асфалт-бетон, тј. да је

$$\lg \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} = -1.432 \lg \frac{f_1}{f_2}$$

На основу ове слике може се утврдити да:

— код горњег носећег слоја од асфалта-бетона је од великог утицаја дебелина слоја (код горње подлоге од биту-шљунка дебелина нема утицаја

— то смо констатовали и на претходној слици).

— код смањења брзине на половину код горњег носећег слоја од асфалт-бетона дубина колотрага се повећава за 3 до 7 пута

— код горњег носећег слоја од асфалт-бетона дубина колотрага износи између 0,6 и 2 mm за дан када је саобраћај мале брзине.

То је разлог појаве катастрофалних колотрага, када смо приморани да коловозну конструкцију неколико пута појачамо слојевима од асфалт-бетона чији је почетни носећи слој изграђен од стабилизације шљунка са цементом.

На крају, од особитог интереса ће бити да укажемо на главне чиниоце који утичу на степен динамичког течења па тиме и стварање колотрага код биту-шљунка. Главни чиниоци су следећи:

— садржина битумена,

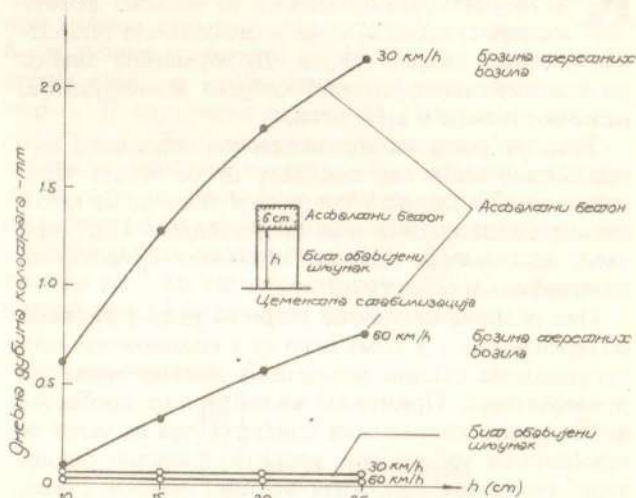
— садржина филера,

— облик агрегата — округло или дробљен.

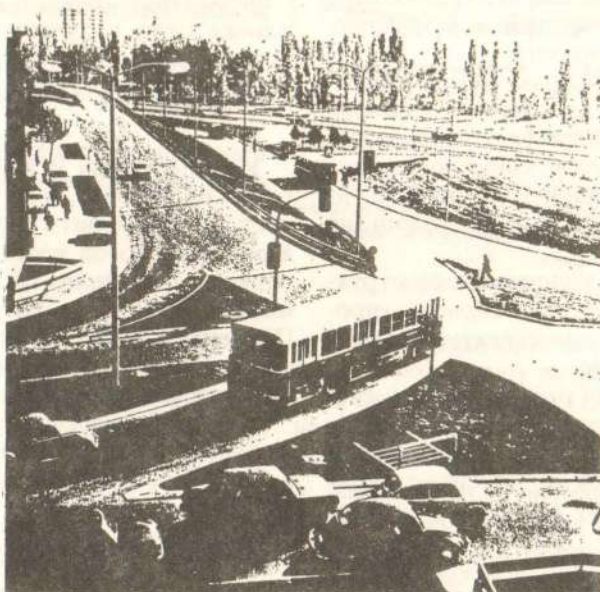
На основу бројних динамичких триаксијалних опита са кречњачким агрегатом потпуно или делимично дробљеним за асфалтне горње носеће слојеве који леже преко доњих носећих слојева од цементних стабилизација веће крутости од њих може се доћи до следећих закључака:

— Садржина филера треба да је око 8%, али за садржину битумена између 3,5% и 4% и да агрегат мора бити потпуно или делимично дробљен.

— Када је доњи носећи слој мање крутости (шљунковитог песка или другог неvezаног каменог материјала), треба вршити опите динамичког течења без бочног притиска. Тада сами динамички опити течења неће бити довољни за дефинисање и димензионисање појединих слојева коловозне конструкције, већ треба вршити и опите замора.



Сл. 14 — Утицај дебелине и брзине возила на стварање колотрага у горњем носећем слоју од биту-шљунка и асфалт-бетона.



Прилог проучавању деловања саобраћајног оптерећења на коловозне конструкције

Мр ЗОРАН РАДОЈКОВИЋ, дипл. инж. грађ.

УВОД

Када се покретно оптерећење креће по коловозној површини запажа се извесна деформација (угибање) која је делимично повратна, а већим делом трајна. Деформација зависи од оптерећења појединих слојева конструкција, њене постелице и крутости.

Теорије рационалне механике, нарочито теорија еластичности, показале су се веома успешним за објашњење механичког понашања коловозних конструкција под саобраћајем, које, при том, не показују никакву сличност са осталим инжењерским објектима.

Ова разлика огледа се у првом реду у врстама оптерећења, а и у томе што су у коловозним конструкцијама стална напрезања знатно мања од променљивих. Приликом анализирања проблема стабилности коловозних конструкција не може се прихватити уобичајена теорија граничне равнотеже темељних тла. Прихватање оваквог става, поред осталог, довело би до погрешног схватања о бесконачно трајним коловозним конструкцијама. То би се још могло прихватити у погледу њихове трајности под оптерећењем, али не би било исправно са гледишта деловања и других подједнако важних чинилаца као што су промене особина тла за време експлоатације конструкције, деловања климатских фактора итд.

Велики број опажања конструкција изложених дејству саобраћаја показују да нарочито понављање оптерећења ствара истовремено неповратне, акумулиране деформације у слојевима коловозне конструкције, а у постелици долази до пластичног деформисања или лома који се објашњава замором материјала.

Методe димензионисања коловозних конструкција (по рационалном поступку) користе упрошћену претпоставку како саме структуре тако и оптерећења које на њу делује.

Ова претпоставка, када је реч о деловању саобраћајног оптерећења на структуру конструкције, подразумева проучавање утицаја само његове вертикалне компоненте, док се деловање хоризонталних сила на површину коловоза углавном занемарује.

Међутим, веома велики број структура коловозних конструкција, нарочито оних на саобраћајним површинама различитих намена као што

су паркиралишта, рампе за наплаћивање на ауто-путевима, аутобуске станице у градовима итд., управо је изложен јаком деловању хоризонталних сила. Проучавање само вертикалне компоненте саобраћајног оптерећења може код њих довести до нерационалних решења и великих грешака.

Треба у исто време рећи да је математичка формулација деловања хоризонталне компоненте саобраћајног оптерећења још увек веома мало или слабо позната и да се тек у последње време чине напори да се она успешно шематизује и прилагоди за рационалне прорачуне.

У овом чланку желели смо да покажемо карактер деловања саобраћајног оптерећења на коловозне конструкције у свим његовим аспектима полазећи од уобичајених ставова, па до резултата најновијих изучавања.

УОБИЧАЈЕНЕ ПРЕТПОСТАВКЕ ДЕЛОВАЊА САОБРАЋАЈНОГ ОПТЕРЕЋЕЊА НА КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Како је речено, после многобројних испитивања прихваћен је принцип (3) да је оптерећење на коловозну конструкцију од возила једнако једном равномерно распоређеном притиску „р“ чији је интензитет приближно једнак притиску ваздуха у пнеуматику тачка, а површина распрострањања једнака кругу полупречника дефинисаног изразом:

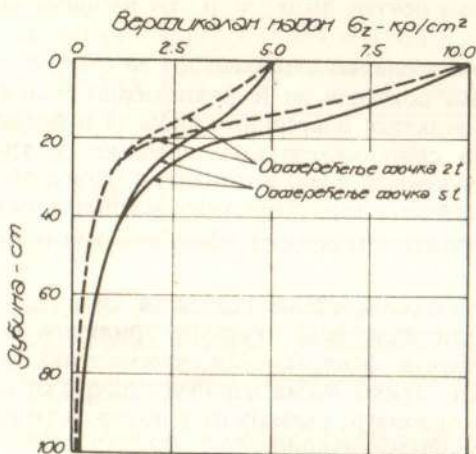
$$r = \sqrt{\frac{P}{u p}}$$

У овом изразу Р је укупно оптерећење једног тачка на коловоз, а „р“ притисак у гуми. Вредност „р“ може бити у стварности веома променљива, зависно од врсте возила (уобичајене вредности су на пример 1,0 kp/cm² за путничке аутомобиле до 13,0 kp/cm² за неке типове авиона). Просечна вредност овога параметра у прорачунима за неке типове тешких оптерећења каква се на путевима срећу износи 7,0 kp/cm².

Овако прихваћене претпоставке подлежу критички јер нису сасвим тачне. Површина налагања, наиме, није кружног већ елиптичног облика, а унутрашњи притисак у великој мери зависи и од тога како је тачак „напумпан“. При томе је битно да ли величина притиска одговара оптерећењу по тачку. Контактни притисак зависиће много и од профила гуме и њене крутости.

Најелементарнији облик представљања деловања саобраћајног оптерећења на коловозне конструкције, приказан је на слици 1.

Овај график показује зависност вертикалних напрезања у једном хомогеном полупростору од различитих оптерећења точка и контактнoг притиска. Када се контактни притисак мења, а укупно оптерећење остаје константно, мења се напонско стање само у горњим зонама полупростора.



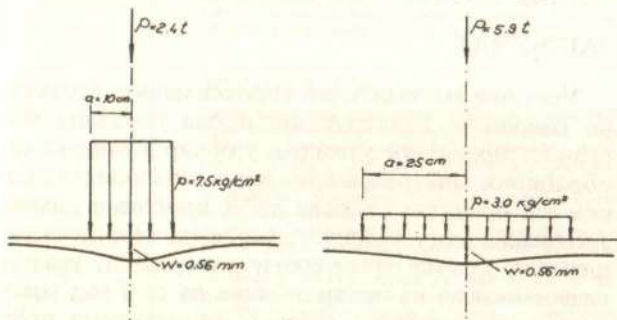
Сл. 1. Зависност вертикалног напона од дубине слоја и оптерећења точка (Yoder, 1965, New York)

Напрезање постаје константно и независно од величине контактнoг притиска тек на дубини од око 50 см, под оптерећењем точка од 2,0 т. Из овога се може закључити да у случају повећаних оптерећења, материјали коловозне конструкције ближи површини морају бити квалитетнији а с друге стране дебелина коловозне конструкције зависи не само од притиска у гумама већ и од укупног оптерећења.

Каснији радови, нарочито проучавања Бурмистера, указала су на могућност проучавања деловања вертикалног саобраћајног оптерећења на вишеслојни еластични систем, који је приближнији стварној коловозној конструкцији. Слојеви еластичног система су при том дефинисани својом дебелином и крутошћу.

Веома је значајна чињеница да одређено слегање површина не мора одговарати одређеном, фиксираном оптерећењу.

Из слике 2 је очигледно да је исто максимално слегање површине коловозне конструкције, иако



Сл. 2. Идентичност слегања под дејством различитих оптерећења (Congres de la route, rapport Suisse, 1964)

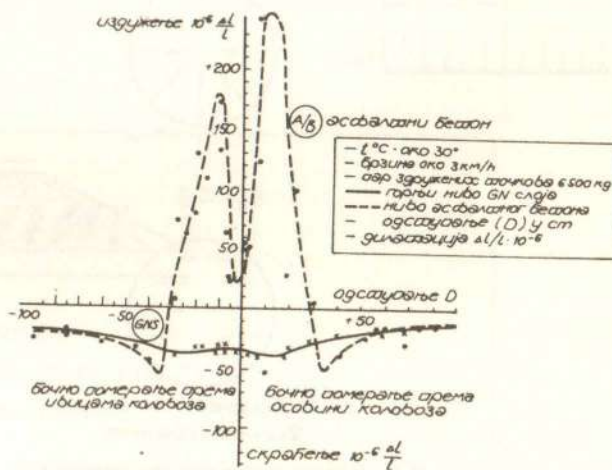
су при том примењени различити притисци, једнако подељеном оптерећењу.

Ипак, овакве уобичајене претпоставке о оптерећењу од точка моторног возила на коловозну конструкцију и њен доњи строј одговарају у потпуности када треба објаснити понашање целокупне конструкције и тла. Међутим, усвојена упрошћења не допуштају да се сагледају и објасне појаве које се уочавају на површини. На пример:

а) Крутост бочних страна пнеуматика изазива неједнак распоред оптерећења по контактнoј површини.

То има за последицу дисторзију контактне површине која постаје више правоугаона него кружна. Услед тога јавља се разлика између просечног притиска у гуми и контактнoг притиска. Ова појава се може објаснити чињеницом да се просечни притисак на постељицу конструкције мења знатно спорије него притисак у гуми.

б) Проклизавање „рељефа“ гуме на контактнoј површини исто као и тангенцијалне силе убрзања или кочења изазивају хоризонтална смицања. На 6 см дубине асфалтног слоја, који је положен на крути слој од стабилизираних материјала, измерено је издужење од око 25×10^{-6} mm, док су се на 7 см дубине испод површине у крутом слоју, појавила скраћења од око -80×10^{-6} mm. Издужења која се јављају у асфалтном слоју, само под деловањем гума, објашњавају се присуством тангенцијалних напона (слика 3). Гума је под притиском од 7 kg/cm^2 , температура 25°C, а брзина возила око 3 km/čas (при проклизавању).



Сл. 3. Максималне деформације регистроване на два нивоа коловоза у једној тачки под утицајем точка од 6,5 т на различитим растојањима између тачке мерења и линије пролаза центра осовине

(Enciclopedia de la route, 1976, Paris)

с) Динамички ефекти такође могу модификовати силе које делују на коловоз. Променљиво дејство сила јавља се као последица лоше или недовољне равности, а узроци могу бити повезани са неправилним геометријским особинама пута.

Као пример из литературе (3) може се навести да возило које се креће брзином од 72 km/čas по путу брзином од 60 km/čas повећава своје оптерећење од ниске, неравне избочине полупречника 15000 м за око 2,7%.

Ово повећање може бити и веће уколико је брзина кретања возила већа. За брзину од 110 km/čas може достићи до око 6%.

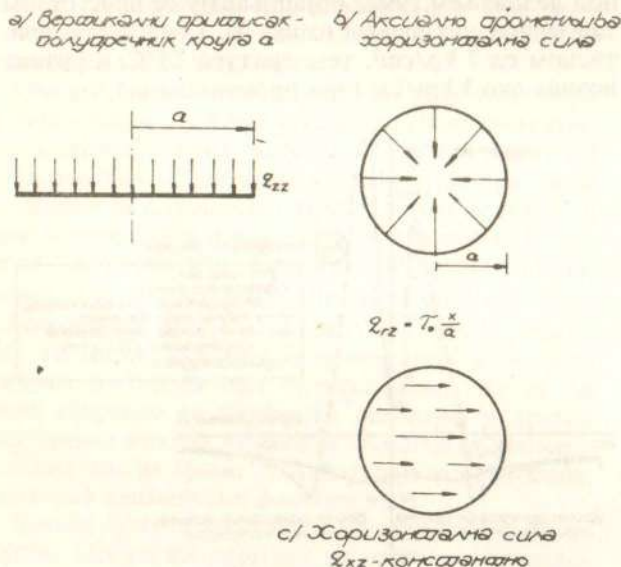
Очигледно је да се шематским свођењем деловања саобраћајног оптерећења само на вертикалну компоненту, ма колико се при том у математичким формулацијама конструкције приближавали њеном стварном понашању, не може задовољити било која озбиљнија тежња за рационалним прорачунима. Због тога се итекако мора водити рачуна и о деловању хоризонталних компоненти саобраћајног оптерећења.

ШЕМАТСКА АПРОКСИМАЦИЈА ХОРИЗОНТАЛНИХ СИЛА САОБРАЋАЈНОГ ОПТЕРЕЋЕЊА

Нека новија експериментална изучавања омогућила су да се последњих година са много више реалности и тачности могу предвидети ефекти деловања хоризонталних сила на коловозну конструкцију.

У првом реду потврђена је чињеница да су силе на коловозу изазване деловањем точка оптерећеног возила комплексне.

На слици 4 приказано је како треба извршити растављање оптерећења да би се његови утицаји могли сагледати.



Сл. 4. Растављање оптерећења на компоненте

Оптерећење се, наиме, раставља на три компоненте:

а) Вертикални притисак, за који се претпоставља да је равномерно распоређен по контакт-ној површини.

б) Аксијално симетрично смицање (тангенцијалне силе) које се могу довести у везу са крутошћу пнеуматика. Ове силе постоје увек на контакту пнеуматика и коловоза, чак и у случају када је возило паркирано.

в) Једноаксијално смицање (друга тангенцијална сила). Ову тангенцијалну силу проузрокују возила у кретању и нарочито је изражена у кривинама при убрзању и кочењу итд., а оријентише се зависно од смера деловања.

Вертикални притисак (q_v) (компонента „а“) је истог реда величине као и притисак у пнеуматику.

Сила променљивог интензитета смицања (растућег смицања), једноаксијална (компонента „б“) је на ивицама гума истог реда величине са притиском у њој и све слабијег интензитета према центру. Може се успешно усвојити да је ова сила променљива линеарно са удаљењем од центра пнеуматика на тај начин што се мења од $q_{v1} = 0$ у самом центру до $q_{v2} = q_{v1}$ на ивицама пнеуматика.

Једноаксијално смицање q_{v1} за које су истраживања показала да је равномерно распоређено по контакт-ној површини коловоза и пнеуматика добија своју максималну вредност у тренутку наглог кочења. Овај интензитет зависи од стања пнеуматика и карактеристика површина коловоза, а нарочито клизавости. Ово је веома ретко веће од q_v .

Шематско свођење деловања сила „а“ и „б“ не представља већу тешкоћу приликом увођења у прорачун. Многобројни математички модели, односно према њима израђени рачунски програми за прорачун, узимају их у обзир, и то са задовољавајућом тачношћу.

Решење проблема деловања једноаксијалне смицајуће силе, односно њено успешно увођење у прорачуне још није сасвим уобичајено, мада у новије време постоји одређени број математичких програма који и о њој воде рачуна („EOLE“).

Разлике између деловања три компоненте оптерећења на структуру коловозне конструкције

Испитивања су показала да утицаји хоризонталне компоненте оптерећења опадају брзо са дужином па их није неопходно узети у обзир при прорачунима и димензионисању носећих слојева коловозне конструкције.

Уколико се, међутим, желе успешније решити проблеми површинских слојева, а посебно веома танких коловозних застора, упрошћавања која су горе наведена не би се могла прихватити.

Изведени прорачуни обављени уз помоћ рачунског програма „EOLE“ Централне лабораторије за путеве и мостове (4), приказани у табели I за две дебљине коловозног застора ($h = 20$ cm и $h = 2$ cm) истих механичких карактеристика, на најбољи начин показују утицаје ових сила зависно од дебљине слоја.

ЗАКЉУЧАК

Успешна математичка апроксимација структуре коловозне конструкције и ова показана могућност правилног узимања у обзир деловања саобраћајног оптерећења по више компоненте, поред већ познатих ставова да се проблеми димензионисања могу успешно свести на теоријска решења проблема отпорности материјала, указују недвосмислено на потврду става да се и код коловозних конструкција мора у прорачунима поћи од изналажења меродавног утицаја саобраћајног оптерећења, зависно од намене саме саобраћајнице и структуре њене конструкције.

Табела 1. Максимални напони затезања од савијања, при оптерећењу осовине од 35000 N, са пречником површине налагања од $a = 17 \text{ cm}$

Коловозни застор	Сила „а“ вертикални притисак $q_{zz} = 0,2 \text{ MPa}^*$	Сила „b“ смицање $q_{tz} = 0,2 \text{ MPa}$ (ивица) $q_{tz} = 0$ (центар)	Сила „с“ једноаксиално смицање $q_{xz} = 0,2 \text{ MPa}$
$h = 20 \text{ cm}$ $E_1 = 4 \cdot 10^3 \text{ MPa}$ $\sigma E_2 = 1 \cdot 10^3 \text{ MPa}$	$\sigma = 0,34 \text{ MPa}$	$\sigma = 0,06 \text{ MPa}$	$\sigma = 0,09 \text{ MPa}$
Утицај q_{zz} је пресудан			
$h = 2 \text{ cm}$ $E = 4 \cdot 10^4 \text{ MPa}$ $\sigma E_2 = 1 \cdot 10^3 \text{ MPa}$	$\sigma = 0,27 \text{ MPa}$	притисак у затегнутој зони	$\sigma = 0,45 \text{ MPa}$
Утицај q_{xz} је пресудан			

^{*}) Напомена: $1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa} = 10 \text{ бара}$; $10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ бара}$
Тангенцијалне силе типа „с“ могу бити узрок деградације површине коловоза нарочито у појединим зонама коловоза или на саобраћајницама специјалних намена (зоне кочења и убрзања или у кривинама) или код танког коловозног застора при чему напрезање од вертикалног оптерећења у затегнутој зони слоја и не морају бити прекорачене.

Срачунати напони за овако утврђена меродавна оптерећења, морају се у процесу пројектовања

упоредити са дозвољеним напрезањима за примењене материјале.

Изналажења ових дозвољених напона је посебан проблем лабораторијских испитивања материјала за коловозне конструкције и мора се паралелно решавати.



ГРАБЕВИНСКО ПРЕДУЗЕЋЕ

СА СОЛИДАРНОМ ОДГОВОРНОШЋУ

ЗЕМУН, 22. октобар 15. СРС:

Телефон 607-071 — Телекс 11136 YU ПЛАНУМ.

жрн 60805-601-13789

ген. дир. инж. грађ. Милан Милаивојевић,
тел. 607-671

ИЗВОДИ У ЗЕМЉИ И ИНОСТРАНСТВУ

аеродроме, ауто-путеве, савремене саобраћајнице, подземне објекте специјалних врста, железничке, путне и хидротехничке тунеле, железничке пруге, земљане и бетонске бране и сл.

ДО САДА ЈЕ ИЗВЕЛО

више модерних аеродрома у земљи и иностранству са бетонским и асфалтним пистама (аеродроми: „Београд“, „Скопје“, „Титоград“, „Мостар“, „Пула“, „Ријека“, „Иванград“, „Приштина“, као и аеродроми у Либану, Сирији, Јордану и Замбији). Изграђено је више стотина километара савремених путева у земљи као и 365 км путева у Замбији и 127 км у Сирији. Изграђено је око 70 км нормалних железничких пруга, нарочито деонице пруге Београд—Бар, затим железничких тунела укупне дужине 31 км и најтежи тунел „Милан“ на прузи Београд—Бар. Такође и доводи тунел водостан и машинска зграда ХЕ „Глобочица“ као и неколико подземних хаа посебне намене са попречним профилима до 16 м² укупне дужине око 5 км. Саграђено је

и тунела у експлоатацији на прузи Никшић—Гитоград—Бар и то прсканим бетоном и инјектирањем, као и хидроизолација на разним објектима површине око 90.000 м². Овде спада и изградња вертикалних шахтова и окала, пресека 2,5—20,0 м² укупне висине око 3000 м као и низ других подземних објеката.

САДА ИЗВОДИ У ЗЕМЉИ

Деоницу аутопута Мали Пожаревац—Умчари—Ниш, реконструкцију и проширење аеродрома „Београд“ као и реконструкцију старих и изградњу нових саобраћајница на територији Београда. Такође изводи тунел „Деонице“ у оквиру Железничког чвора Београд, колектор за атмосферску воду у Земуну и подземни објекти посебне намене.

У ИНОСТРАНСТВУ ИЗВОДИ

Брану на реци Зарка у Јордану као и путеве и аеродроме у Замбији и Кувајту.

Утицај аеродрома на околину

БРАНИСЛАВ КРСМАНОВИЋ, дипл. инж.

Аеродром је сложен саобраћајни и привредни објекат чија се вредност приказује егзактним бројним показатељима на бази уобичајених економских анализа. Међутим, аеродром је и објекат који се уклапа у многе националне и регионалне пројекте, интересе или активности и када за то, на изглед, не постоје озбиљни разлози, те као такав постаје објекат од ширег друштвеног значаја. Стога је врло интересантно да се шире расветли положај аеродрома унутар једне друштвено-политичке заједнице и његов утицај на околину као елемента израде просторног плана једне заједнице.

У оквиру процеса просторног планирања, пред нови аеродром, као један од сегмената укупног развоја региона, постављају се одређени захтеви у погледу класе, категорије и капацитета, али и ограничења у погледу ширења и утицаја на околину. Начин постављања и коначног утврђивања ових захтева у савременим друштвима добија најшири друштвени и политички значај уз пуну демократичност поступка за прибављање мишљења свих заинтересованих. При овоме покрети за заштиту човекове средине показују већу активност од финансијских кругова и у коначним решењима добијају чак и предност.

У свету има неколико карактеристичних случајева. Усвајање локација за нови лондонски аеродром Маплин одлаже се већ неколико година због неусклађених интереса. Нови аеродром у Минхену добио је дозволу за почетак градње тек после вишегодишње процедуре. Процедуром усвајања локације и прилазних зона за нови аеродром Нарита у Токију није била обезбеђена потпуно демократичност. Демонстрације и незадовољство становништва из ближе околине достигле су казније такве размере да се са пуштањем у погон овог, међу најмодернијим аеродромима у свету, каснило три године, а сада ради у условима опасног стања уз непрекидну заштиту војске и полиције.

И пред постојеће аеродроме друштво и покрети за заштиту човекове средине стављају све конкретније захтеве и задатке у погледу капацитета, реда летења, развоја теретног (карго) саобраћаја, мале авијације (привредне, пословне и спортске и др.), загађења околине и нивоа буке, измене начина експлоатације аеродрома и др.

Међутим, аеродром може и позитивно утицати на околину. То се огледа у великом низу привредних и друштвених активности које се развијају управо захваљујући аеродрому и његовој близини. Ова комплементарност утицаја и развоја је од битне важности јер оптимизује решења у условима обостраног интереса а смањује развој евентуалних негативних тенденција.

У нашој земљи позитивни прописи обезбеђују пуну демократичност при усвајању правца развоја појединих привредних и саобраћајних објеката, и то почев од републике, преко општине до месних заједница. Ова пракса је у последње време све израженија. Мада је већина наших аеродрома изграђена у периоду пре 1970. године, већ се јављају захтеви за корекције појединих решења у погледу капацитета и локације аеродрома (Скопље, Београд, Сарајево, и др.), безбедности летења и заштите човекове средине (Дубровник, Тиват, Крк, Пула и др.).

РАЗВОЈ ПОЈМА АЕРОДРОМА И АЕРОДРОМСКЕ МРЕЖЕ

Сви видови транспорта играли су битну улогу у напретку човечанства. Омогућујући покретљивост људи и добара, транспорт доприноси размени мисли и материјалних средстава и убрзава понуду и потражњу као битне елементе напредне и развијене економије једне земље. Тиме се подстиче привредна иницијатива као и зрачење цивилизације у целини.

Током историје градови су се развијали зависно од положаја и праваца протезања свих врста саобраћајница: дуж путева, река, поред морских увала погодних за пристајање бродова, дуж железничких пруга. Насупрот томе, аеродроми, као објекти који служе развоју последњег и најмодернијег вида транспорта и саобраћаја, граде се и развијају поред већ формираних градова као центара одређених региона, као израз нарасле потребе за бржим саобраћајем када је време све више новац и када брзина и удобност имају предност над ценом. Ваздушни саобраћај постаје незаменљив вид размене и контакта, фактор децентрализације економске моћи, научне мисли и других битних елемената и потенцијала савременог света и њихове интернационализације.

Данас постоји општа тежња у свету, па и у нашој земљи, да већи градови са више од 150 хиљада становника добију свој аеродром и да се укључе у систем ваздушног саобраћаја. Друштвено-политичке заједнице се чак врло лако упуштају у овај инвестициони подухват и поред предсказане нерентабилности објекта, нарочито у првим годинама постојања. Тако се у нас, поред примарне мреже аеродрома (републички и покрајински центри и центри значајнијих туристичких подручја), константно развија и секундарна и терцијарна мрежа аеродрома, способна за пријем тешке и лаке авијације (Осијек, Бања Лука, Иванград, Тиват, Охрид, Словенска Градница, Порто-Рож и у плановима: Зрењанин, Смедеревска Паланка, Сомбор, Ђердап, Златибор, Плитвице, Ново Место и др.). Шта је то што утиче на доношење одлука о изградњи аеродрома? Градови и шири региони добијају следеће погодности које се директно уочавају:

- брзи превоз штампе и поште;
- брзе везе за пословне људе у доласку и одласку а тиме и знатну конкурентност у пословима;
- брзи превоз лаке робе, хране, сезонске робе и др.;

- употпуњавање туристичке понуде.

Међутим, индиректно се јављају врло значајни утицаји аеродрома на одређени регион:

- спречава се одлив стручних кадрова из малих градова јер престаје њихова изолованост од већих центара и потреба за честим вишесатним путовањима;

- појачавају се културне и спортске везе јер еминентни уметници и др. чешће и лакше долазе;

- лакше се оснивају високошколске установе и задржава омладина на школовању, што доводи до индиректних уштеда;

- аеродром и његова околина постају мета за локализацију индустријских постројења и трговачких капацитета. Као предзнак тога карактеристично је да познате светске компаније неће да отворе своје представништво у граду без аеродрома, који им гарантује брзину у контактима и сталну везу са целим светом.

Све ово указује да је оправдана тежња градова да се путем аеродрома интегришу у систем ваздушног саобраћаја, чак и поред све виших цена превоза путника и робе, које не стимулишу овај развој али за које се ипак може рећи да иду у корак са порастом националног дохотка и општом платежном моћи.

СМЕТЊЕ И ЗАГАЂЕЊЕ ОКОЛИНЕ АЕРОДРОМА

У уводном излагању изнете су смернице развоја ваздушног саобраћаја и тежње за уклапање појединих региона у тај систем. Да би се ово остварило, потребно је да се размотри проблематика међусобних односа — позитивни и негативни утицаји.

Као и свако високо технолошки развијено решење и аеродром има своје негативне утицаје

који се првенствено одражавају кроз дејство буке и загађивање околине.

Штета коју проузрокује бука авиона представља један од најтежих проблема који треба да реши авијација у целини.

Буку и сметње које се стварају око аеродрома изазивају две звучне емисије млазног мотора, и то: топли гасови на изласку из издувне цеви и делови мотора који се окрећу (вентилатор, компресор и турбине). Ове звучне емисије настају након ваздухопловних операција на и око аеродрома (слетање, полетање, вожња на земљи, различите пробе и тестирање авионских мотора). Од свих операција доминантну буку (интензитет звука и ширина захваћеног појаса) изазивају полетање и слетање. Данас је развијено више метода за контролу, приказивање и предвиђање буке око аеродрома, а у принципу постоје три приступа за ублажење проблема буке, и то:

- развијање тихих авионских мотора;
- изналагање оптималне употребе земљишта око аеродрома, зависно од нивоа буке и
- развој специјалних процедура при слетању и полетању у циљу смањења нивоа буке.

Прве две методе употребљавају се у оквиру планске функције (при пројектовању авиона или аеродрома или уклапања аеродрома у просторне планове), трећи за решавање проблема буке постојећих аеродрома односно у стварним ситуацијама.

На највећем делу својих путања авиони лете довољно високо да бука не изазива сметње на земљи. Проблеми настају када се летење обавља у близини аеродрома, у зони чекања или, као што је већ речено, на прилазу или одлету, када се изнад појединих тачака ствара бука променљиве јачине, мада релативно кратког трајања, 10 до 30 секунди. При интензивном летењу ови интервали се понављају и интерферују.

При полетању авион користи сву снагу својих мотора, све до прве безбедне висине од око 300 m (на удаљењу 5 до 6 km од аеродрома), када је у стању да мења правац и евентуално са мањим гасом надлети неко насеље.

При слетању авион се равна са осом полетно-слетне стазе на удаљености од око 10 km и при благом углу који му даје радиофар за угаоно планирање (2 до 2,5°) са прилично јаким гасом прилази полетно-слетној стази. Околна насеља на удаљености од 2 до 3 km прелази на висини од 50 до 100 m изазивајући буком јаку сметњу.

Сви постојећи аеродроми у свету и у нас припадају изванредни значај проблему буке, шкољујући посебне групе стручњака за мерење интензитета буке и смањење њених ефеката. За пројектовање нових аеродрома или проширење постојећих врши се прогноза будућег нивоа буке и за то траже сагласности локалних власти и становништва.

Друга по значају сметња или негативан утицај аеродрома на околину је загађење природе и поремећај еколошке равнотеже као последица настајања огромних количина издувних гасова, отпадних вода и других материја, промене биланса вода и сл.

КАРАКТЕРИСТИКЕ И МЕРЕЊЕ БУКЕ

Под појмом буке подразумева се нежељени звук, звук који је непријатан људском уху. До јасне дефиниције непријатног и нежељеног звука тешко је доћи, јер је осетљивост људи веома различита: некога иритира и најмањи звук, а неком је пријатна и тутњава музичких инструмената. Зато је за одређивање субјективне и психолошке дефиниције буке потребно ближе описати механизам извора и ширења звука уопште.

Звук производи свако тело које вибрира и које је у стању да покрене околни ваздух у исту вибрацију. Ове вибрације преносе се молекуларним путем кроз ваздушну средину и на пријемник звука делују одређеним притисцима. Када је тај пријемник на пример микрофон, промене ваздушних притисака, као последица звука, делују на мембрану уводећи је у резонанцу која производи одређени електрични сигнал који је могуће измерити мерним уређајем. Слично је и са људским увом: бубна опна преображава ваздушни, односно звучни притисак у сигнал који се преко средњег ува и живчаног система преноси у мозак у виду осећаја звука.

Карактер звука знатно зависи од фреквенције извора звука и звучног притиска. Фреквенција извора звука изражава се учесталошћу, односно бројем вибрација у једној секунди и она обележава висину тона. Звучни притисак је укупни притисак у некој тачки изазван вибрацијом ваздуха од звучног извора. Тај притисак се, међутим, умањује за атмосферски притисак ваздуха. За мерење звучног притиска користи се појам нивоа звучног притиска.

Просечно људско уво је способно да чује звук фреквенције опсега од 20 Hz до 20000 Hz. Тај опсег је индивидуалан и зависи од старости. Ипак се може раћи да је човек осетљивији на звук виших фреквенција. Човече уво је такође способно да чује веома различите нивое звука. Опсег између најнижег нивоа који се уопште чује и нивоа који изазива бол је такође врло широк, што отежава његово утврђивање. За превазилажење овог проблема ниво звука се описује под условом компарације једног звука према другом. Референтни ниво при томе је најнижи могући чујни звук.

Јединица за мерење нивоа звука је децибел — db. Да би се одредио ниво звучног притиска било којег извора звука исти се упоређује са референтним нивоом који изазива притисак од 0,0002 Pa (паскала) на фреквенцији од 1000 Hz према следећем логаритамском односу:

$$SPL = 10 \log_{10} \left(\frac{P}{P_{ref}} \right)^2 = 20 \log \frac{P}{P_{ref}}$$

при чему су:

SPL (Sound pressure level) — ниво звучног притиска

P — притисак који настаје од неког звука

P_{ref} — притисак референтног звука, при чему је

$$P_{ref} = 0,0002 \text{ Pa} = 2 \times 10^{-4} \text{ din/cm}^2.$$

С обзиром на огромну скалу звучног притиска који се може чути (између 1 и 10 милиона Pa) ла-

ко се израчуна ниво звучног притиска који изазива бол, односно непријатности:

$$SPL = 20 \log_{10} \frac{10000000}{1} = 140 \text{ dB}$$

Ради упоређења, даје се ниво звучног притиска за неколико познатих звучних извора у табели 1.

Табела 1

Просечни ниво звучног притиска — dB	Извор звука
160	Војничка пушка
130	Млазни авион при полетању на удаљености од 150 m
110	Клипини путнички авион при полетању на удаљености од 300 m
100	Бука у ливници
80	Сат будилник на 1 m удаљености
65	Бучан пословни простор
25	Миран дан у природи, далеко од саобраћаја

Авионска бука састоји се из више компонената као последица вибрација делова мотора и турбуленције ваздуха, а спектар буке авиона зависи од фреквенције извора буке.

При мерењу звука јавља се проблем избора инструмента и система мерења који ће имати реакцију сличну људском организму. Наиме, инструмент којим се мери ниво звука има линеарну осетљивост и бележи, на пример, звук јачине 150 dB исто када извор има фреквенцију од 5000 Hz или 500 Hz, док људско уво и организам далеко више реагује на извор више фреквенције. Зато оваква два иста нивоа звука, односно буке треба јасно разликовати.

Стога се мерење нивоа звука врши увођењем скале за комплексно мерење звука са различитим фреквенцијама адекватно реакцији људског ува. Данас у свету постоје три фреквентна опсега или скале: A, B и C, али је највише у употреби A скала и њена јединица dBA, која се директно читава на инструменту за мерење нивоа звука (Sound level meter).

Мерење буке, односно нивоа звука при прелету авиона, је комплексан проблем ако се жели да се боље приближи људској реакцији. То зависи од много фактора ван човека и његове индивидуалне осетљивости. У том циљу развијен је у САД концепт перцептивног или опаженог звучног нивоа (Perceived noise level). Изражава се у јединицама PNdB (Perceived noise decibel) које представљају измерени ниво звука коригован за појаву фреквенција које су узнемиравајуће за човека. Из праксе је познато да се за један велики путнички авион, чији је ниво звука измерен у јединици dBA, корекцијом у систему PNdB додаје нових 12 јединица.

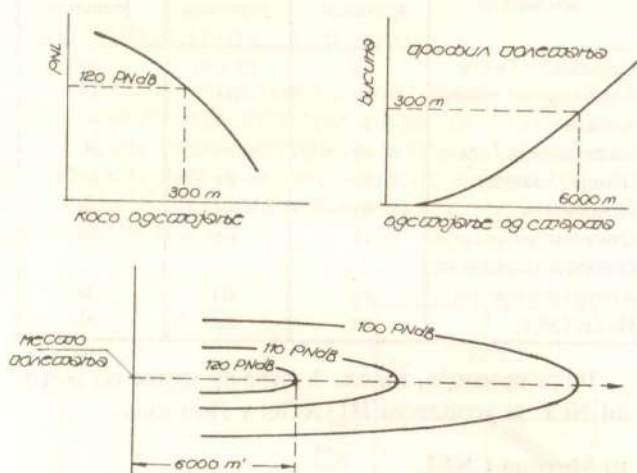
Приликом продубљивања ове проблематике постављен је и захтев авиоиндустрије да јој се издају сертификати о бучности авиона. У вези с тим уведен је нови концепт укупног ефективног опаженог нивоа буке (Effective perceived noise level), који узима у обзир спектрални састав буке и укључује факторе трајања буке, боју тона и ста-

тистичке податке о сметњама на чула човека. Јединица за мерење је EPNdB (Effective perceived noise decibel). Овим начином одређује се бучност авиона или се врше предвиђања нивоа изазване — експониране буке на одређеном простору.

Стручњаци за акустику се слажу да су dBA јединице мање реалне за приказивање утицаја буке на осетљивост човечјег ува од EPNdB јединица које су далеко комплексније, али се такође из практичних разлога, због релативно једноставне мерне технике, дошло до закључка да dBA јединице довољно тачно дефинишу буку за потребе просторног планирања рејона око аеродрома. Из тог разлога се dBA јединице употребљавају за потребе просторног планирања и контроле буке а EPNdB за сертификацију авиона. Ефективни опажени ниво буке (EPNL) се, дакле, не мери већ израчунава. Већ постоје уређаји за контролу буке око аеродрома који омогућавају приближно тачно читавање и у EPNdB јединицама.

УТВРЂИВАЊЕ И ПРИКАЗИВАЊЕ СМЕТЊЕ И ЗОНА БУКЕ

Ако је утврђивање нивоа буке на одређеној тачки проблем технике мерења, за испитивање утицаја буке око аеродрома на његову околину и узнемиравања становништва је битно да се комплексно утврде или предвиде сметње, и то по зонама око аеродрома. Ово се приказивање врши графички, помоћу кривих које представљају однос између највишег нивоа буке (PNdB или dBA) измереног на земљи и растојања до авиона као извора звука. Овај однос, или поступак којим се дошло до кривих које представљају зоне буке, приказан је на слици 2.



Сл. 1 — Пример начина конструисања кривих за одређене нивое буке комбинавањем дијаграма зависности нивоа буке од даљине извора буке и профила полетања.

На примеру (слика 1) приказан је начин утврђивања зона буке од једног авиона у једном прелету. С обзиром да се критичан звук ствара при полетању, веома је важно да се профил полетања авиона што тачније снимим. Криве за одређење нивоа буке обухватају простор од неколико километара дуж правца полетања и са обе стране. Ме-

ђутим, за комплексно утврђивање буке потребно је наћи кумулативан ефекат сметње за све прелете авиона у току дана и за више различитих типова авиона.

Већ је поменуто да је негативан утицај буке на околину аеродрома у функцији не само интензитета звука са авиона у једном пролазу већ и дужине, односно времена прелета и броја операција које се евидентирају у току дана и ноћи. Постоји више покушаја у више земаља да се дође до заиста реалног, кумулативног приказивања буке и сметње које она изазива. У том смислу су развијене посебне методе.

У САД се највише ради на овој проблематици. Познате су методе:

- процена мешовите буке (CNR — Composite noise rating);
- прогноза експозиције буке (NEF — Noise exposure forecast);
- еквивалентни друштвени ниво буке (CNEL — Community noise equivalent level);
- просечни дневни ниво буке (Ldn — Day-night average level);
- опис авионског звука (ASDS — Aircraft sound description system).

У другим земљама развијене су методе:

- у Великој Британији — бројни и звучни индекс (NNI — Noise and number index);
- у Француској — изоферични индекс (II — Isopheric index);
- у Немачкој — утврђивање нивоа главних сметњи (Q — Mean annoyance level);
- у Холандији — утврђивање потпуног оптерећења од буке (TNL — Total noise load).

Без обзира на разлике у техничким детаљима, све ове методе се не разликују у концепцији и резултати се могу лако упоређивати. Примарна разлика је, у ствари, у усвојеној јединици за мерење звучног нивоа. Основна концепција ових метода даје се у наставку.

а) Метода CNR

То је једна од најраније уведених метода за прорачун употребљивости простора око аеродрома. У принципу се заснива на утврђивању опаженог нивоа буке PNL, изражено у PNdB, уз увођење следећих додатака и корекција:

- уводи се број авионских операција изражен десетоструким логаритмом броја операција односно понављања буке;
- зависно од степена насељености околине уводи се корекциони фактор којим се за мирна стамбена насеља укупан резултат повећава за око 5 dB а за индустријске зоне умањује и до 15 dB;
- додатак за ноћна узнемиравања;
- фактор који се базира на степену друштвене адаптације и чија величина зависи од субјективне оцене истраживача, али може имати вредност 5 до 10 dB;
- фактор сезонске корекције.

CNR криве цртају се за сваку полетно слетну стазу на картама и тиме добија област захваћена одређеним нивоом буке.

Ова метода послужила је као основа за развијање других и данас се ретко примењује.

б) Метода NEF

Развијена је из концепта претходне методе. Опажени ниво буке изражава се сада у ефективно опаженом нивоу буке израженом у EPNdB јединицама. Ова метода најшире се примењује у целом свету.

Математички изражена гласи:

$$NEF = EPNL + 10 \log N - 88,$$

при чему је:

EPNL — ефективно опажени ниво буке изражен у EPNdB јединицама,

N — број операција авиона у току дана и ноћи.

Веома је важно да је познат тачан податак за број операција у току дана и ноћи из чега се добија кумулативна вредност за N:

$$N = N_d + 16,7 N_n$$

при чему су:

N_d — број дневних операција,

N_n — број ноћних операција.

Јасно се види да се број ноћних операција увећава коефицијентом 16,7 чиме се повећава негативан утицај ноћних узнемиравања.

Укупни просечни експонирани ниво буке који се очекује за више различитих авиона „i“ на некој тачки испод истог профила лета „j“ добија се из обрасца:

$$NEF / j = 10 \log_{10} \sum_i \text{antilog} \frac{NEF / ij}{10}$$

Пример:

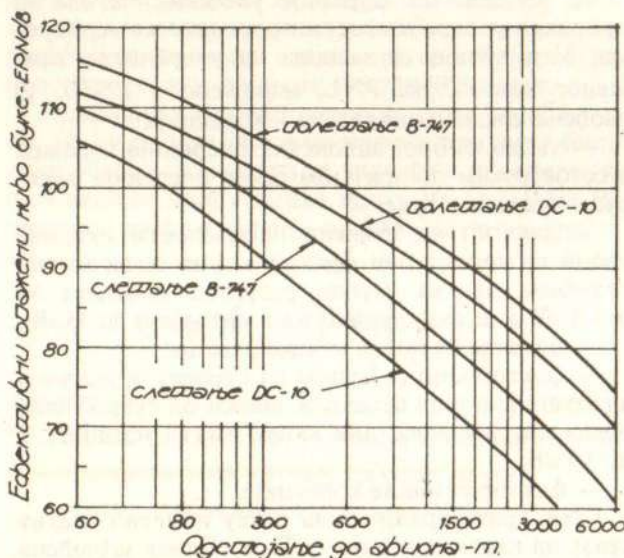
Из дијаграма на сл. 2, читава се ефективни опажени ниво буке за тачку на одстојању од око 1,5 км приликом полетања следећих авиона:

B-747 — 92 EPNdB

DC-10 — 88 EPNdB

B-707 — 98 EPNdB

У табели 2 даје се прогноза броја операција, а у табели 3 израчунава се NEF за тачку А удаљењу 1,5 км од авиона.



Сл. 2 — Дијаграм ефективне опаженог нивоа буке зависно од одстојања од авиона (за авионе B-747 и DC-10).

Табела 2.

Авион	Број операција	
	Дану	Ноћу
B-747	2	1
DC-10	8	2
B-707	20	5

Табела 3.

Авион	EPNdB	$N = N_d + 16,7 N_n$	Nef	Антилог $\frac{NEF}{10}$
B-747	92	18,7	16,72	46,99
DC-10	88	41,4	16,17	41,40
B-707	98	103,5	30,15	1035,14
				1123,53

Сада је експонирани ниво буке у тачки А:

$$NEF_A = 10 \log_{10} \times 1123,53 = 30,50$$

Из овог примера се види да је ручно израчунавање за овај начин врло споро уколико се жели да се добију криве различитих нивоа око једног аеродрома. Данас за то постоје компјутерски програми.

Ову методу примењује Америчка управа цивилног ваздухопловства (FAA), која је издала и критеријум за употребу земљишта око аеродрома зависно од прогнозиране буке. По том критеријуму важе следеће границе (табела 4).

Табела 4.

Објекти и употреба земљишта	Изван криве од 30 NEF јединица	Између 30 и 40 NEF јединица	Унутар криве од 40 NEF јединица
Стамбени објекти	да	да и х)	не
Комерцијални објекти	да	да	х)
Хотели	да	х)	не
Канцеларије, бирои	да	х)	не
Школе, болнице	х)	не	не
Позоришта	х)	не	не
Отворени амфитеатри	х)	не	не
Отворени рекреациони и спортски центри	да	да	да
Индустрија	да	да	х)

Ради примера, на сл. 3 дате су криве по методи NEF за аеродром HITROU у Лондону.

ц) Метода CNEL

Ова метода је врло слична NEF методи. Употребљава се за прогнозу друштвене реакције на буку и за контролу буке која је унапред ограничена. Као мерна јединица служи dBA што олакшава мерење. Математички израз за један пролаз авиона „i“ изнад правца „j“ гласи:

$$CNEL_{ij} = NEL_i + 10 \log_{10} N_c - 49,4 \text{ (dBA)},$$

при чему је:

NEL_i — ниво буке од једног авиона на правцу лета, коригован за дужину трајања буке, у dBA;

N_c — еквивалентни број дневних операција;

$$N_c = N_d + 3N_e + 10N_n$$

N_d — укупан број операција у времену од 7 до 19 часова

N_e — укупан број операција у времену од 19 до 22 часа

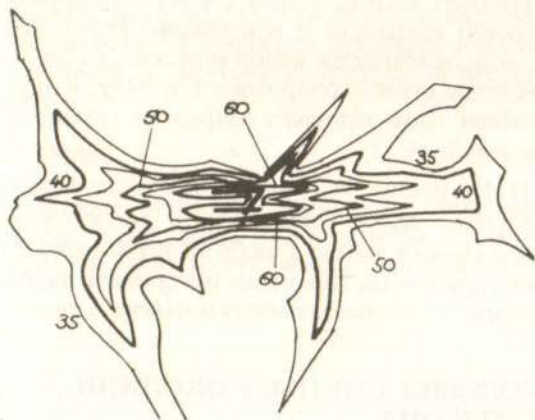
N_n — укупан број операција у времену од 22 до 7 часова.

Укупан просечни експонирани ниво буке за више типова авиона изнад једне тачке на правцу полетања:

$$C_{NEL} = 10 \log_{10} \sum_i \text{antilog} \frac{C_{NEL} ij}{10} \text{ (dBA)}.$$

На пример, еквивалентни просечни друштвени ниво буке за целу годину износи:

$$C_{NEL}_{god} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{365} \sum \text{antilog} \frac{C_{NEL} (1 - 365)}{10} \right]$$



Сл. 3 — Криве излаза буце у околини аеродрома HITROW — Лондон

ПРАКТИЧНА ИЗРАДА КРИВИХ

На прецизност израчунавања кривих које на земљи означавају излагање буци (изопсофичке криве) утиче више фактора па је при изради ових кривих потребно усвојити извесна поједностављења. ANEX 16 ICAO прецизира следеће захтеве обавезне контроле:

— бочно мерење буке у зони од по 650 m са обе стране централне линије полетно-слетне стазе и њене продужене осе на оба краја и то при највишем нивоу буке приликом полетања;

— мерење буке у одлету до тачке удаљене 6500 m од места стартовања авиона на полетно-слетној стази у правцу продужене осе;

— мерење буке при слетању у тачки на тлу у правцу осе полетно-слетне стазе на 2000 m хоризонталног одстојања од прага полетно-слетне стазе.

При том су дозвољени нивои буке наведени у табели 5.

Табела 5.

Максимална тежина авиона	Бочно мерење при слетању	Мерење у одлету
MN	EPNdB	EPNdB
272 и више	108	108
136	106	103
68	104	98
34	102	93

Дозвољени нивои буке из табеле 5 важе за стандардне метеоролошке услове (25°C и 70% релативне влажности) и брзину ветра 0. Промене влажности, температуре и фреквенције звука изазивају одређене корекције којима се смањује или повећава утврђени ниво буке.

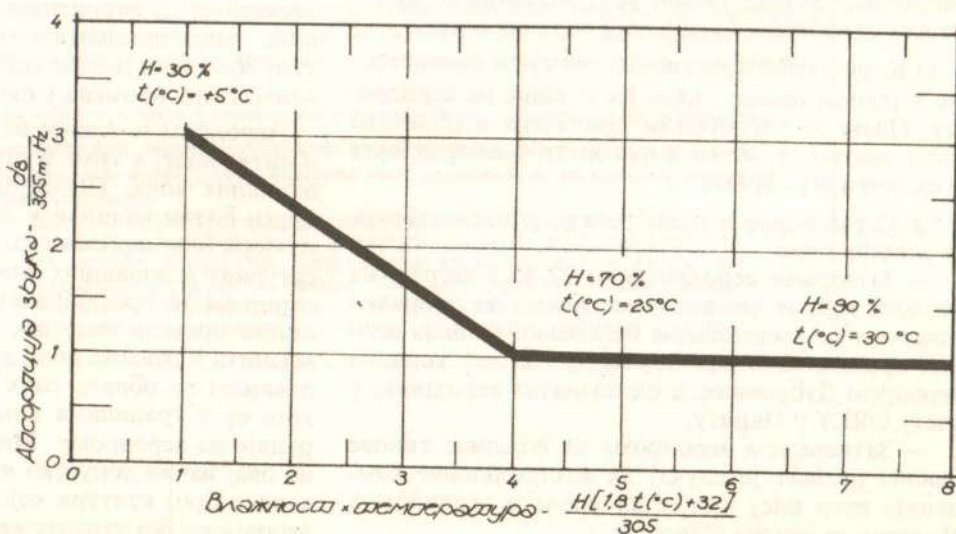
Овај поступак је врло обиман. У принципу, умањење буке услед атмосферских утицаја (апсорпција буке) приказано је на дијаграму (слика 4) а рачуна се по обрасцу:

$$\alpha_i = \frac{f_i}{750} \left(5,50 - \frac{H \times 1,8 t + 32}{1000} \right) / \frac{dB}{305 m} /$$

при чему је:

α_i — промена нивоа буке при одређеној фреквенцији звука, релативној влажности $H(\%)$, температури $t(^{\circ}C)$, изражена у dB на сваких 305 m растојања од извора звука.

Постоји и ефекат тла, односно апсорпција буке од тла. Овај ефекат зависи од нагиба тла према извору звука као и покривености тла вегетацијом.



Сл. 4 — Дијаграм поједностављеног односа умањења буке зависно од фреквенције звука, влажности и температуре ваздуха.

ПОСТУПЦИ ЗА СМАЊЕЊЕ НИВОА БУКЕ И ЕФЕКТА БУКЕ

Постоји више начина за смањење нивоа буке око аеродрома као што су:

а) Конструкција тихих мотора коришћењем нових концепцијских решења за компресоре, као најбучније делове мотора, чиме се очекује знатно умањење звука. У овом смислу постижу се у последње време добри успеси а ИКАО прописима дат је рок да се и на старијим типовима авиона изврше измене мотора или да се исти повуку из експлоатације. Овај начин је ван домена стручњака из области аеродрома.

б) Специјални поступци при слетању и полетању. Садашње стандардне процедуре за слетање и полетање заснивају се на угловима понижања од око 2 до 3° који проузрокују низак прелет преко насеља у близини аеродрома и изазивање буке због појачаног рада мотора ради боље стабилности авиона.

Специјални поступци се састоје у следећем:

— При полетању што брже достићи висину са које је могуће вршити даље пењање без убрзања или вршити маневар обилажења насеља.

— При слетању могуће су две варијанте. Прва са прилажењем аеродрому што ближе са стрмијим нагибом 5 до 6° без јаког гаса, а тек на удаљености од око 5000 м од прага полетно-слетне стазе заузети уобичајени нагиб од 2 до 3° и појачати рад мотора (тзв. двосегментно слетање). Према досадашњим испитивањима тако се може смањити бука за 10 до 11 EPNdB при силаску од 900 м висине до на 1600 м одстојања од прага полетно-слетне стазе. Ова варијанта је потекла из САД али није шире прихваћена од ваздухопловних компанија јер захтева далеко веће ангажовање пилота у завршној операцији и представља одређен ризик. Друга варијанта (чији су протагонисти европске компаније) састоји се у бржем прилазу до висине од 900 м са нагибом од 3° без тзв. аеродинамичке буке (коју изазивају крилца, ваздушне кочнице и стајни трап) и тек тада спровођење свих операција завршног прилаза. То је нешто касније него у уобичајеним процедурама, захтева такође веће ангажовање пилота али се избегава бука изнад околних насеља.

в) Коришћење полетно-слетне стазе првенствено у једном правцу, када их је више на аеродрому. Оваквим распоредом прилазних и одлетних зона знатно се може кориговати распоред буке у околини аеродрома.

г) Ограничењима у саобраћају, у шта се убрајају следеће мере:

— Затварање аеродрома од 22 до 6 часова (из разлога који је видљив у методама за прорачун буке — због умножавања негативног утицаја ноћних прелазав авиона). Ову меру код нас користи аеродром Дубровник, а од познатих аеродрома у свету ORLY у Паризу.

— Затварањем аеродрома за поједине типове авиона (познат је случај да ваздухопловне компаније дуго нису могле да користе аеродром у Њујорку за авионе Concorde).

Постављањем мерних уређаја за ниво буке и утврђивањем процедуре за тихо слетање. Свако прекорачење нивоа буке аутоматски се региструје а авиокомпанија кажњава новчано и после више прекршаја раскида се уговор о коришћењу аеродрома. Ова мера се употребљава на неколико европских аеродрома (Франкфурт, Диселдорф, Копенхаген, Амстердам и др).

д) Урбанистичко зонирање околине аеродрома. Ужм просторним плановима у зонама јаке и средње буке ложирају се објекти у којима се обављају људске активности које се могу ускладити са присуством буке. Критеријум за ово зонирање је већ наведен у табели 4. Ефекат буке може се умањити и начином уређења земљишта (пошумљавање и сл.) и распоредом објеката у односу на правце летења, системом грађења и применом изолационих материјала у зградама.

Пример како се у просторном планирању делимично закаснило је и изградња Новог Београда, који делом лежи испод прилазне равни полетно-слетне стазе аеродрома у Сурчину, и чији становници сада захтевају одређена ограничења у погледу буке.

е) Изградња звучних баријера на аеродрому омогућује да се елеминишу и усмере у висину бучне емисије на тлу (пробе мотора, рулање и сл.). Ове баријере састоје се од усмеривача звука, разних врата зидова, шумских појасева и сл.

ЕКОЛОШКЕ СМЕТЊЕ У ОКОЛИНИ АЕРОДРОМА

Аеродром је објекат који захвата велике површине — од једног до више десетина квадратних километара. Због тога присуство аеродрома и његова инфраструктура може имати последице на еколошку равнотежу околине.

У највећем броју случајева аеродром се гради на погодном пољопривредном земљишту, чиме се ремети дотадашњи начин обраде земљишта. Код пољопривредног земљишта влага се задржава као користан фактор, а елеминишу се само сувишне, граничне воде. Концепција аеродрома заснива се на стриктном и брзом одвођењу свих вода ради повећања стабилности и носивости тла. Због тога долази до исушивања тла и чак до климатских промена у околини.

Аеродром је такође велики корисник техничке и питке воде, а тиме и стварања велике количине отпадних вода. Поред загађења ваздуха ово је други битан чинилац у загађивању околине који се мора благовремено сагледати ради обезбеђења сигурних и издешних извора воде и грађења постројења за пречишћавање отпадних вода. Еколошке промене изазване променом третмана земљишта и режима вода донекле се могу умањити давањем на обраду свих оних делова аеродрома који су у границама али нису потребне за операције на аеродрому. Многи аеродроми добијају на овај начин допунски извор прихода, а постоји велики број култура које се могу обрађивати на аеродрому без утицаја на безбедност летења.

Аеродром утиче на промене у животињском свету. Ограда аеродрома онемогућује раније правце кретања и окупљања животиња. Са друге стране постаје, у већини случајева, место окупљања птица, нарочито код приобалних аеродрома. Све ове последице треба такође проучити, а посебно проблем односа са птичјим светом и опасности које из тога произилазе. Опасност од судара ваздухоплова са птицама је веома реална и значајна, посебно због великих брзина при којима се судари дешавају и осетљивости самих авиона. Сваки овакав судар изазива тешка оштећења авиона, а регистровани су и случајеви честих прекида летова па чак и падова путничких и борбених авиона.

Борба против птица обухвата више мере, и то превентивног карактера. Пре свега треба деловати на факторе који чине да је аеродром атрактиван за окупљање птица и обезбедити да се исти одстране или преместе. Затим су ту мере растеривања птица као што су: страшила, испаливање ракете, патроле са ловачким пушкама, инсталације звучника и емитовање крикова за растеривање итд.

ЗАКЉУЧАК

Планирање изградње новог или проширења постојећег аеродрома, као и уређења и намене простора око њих је одговоран и сложен посао.

Изналажење оптималних решења захтева широко ангажовање свих друштвених структура ради избегавања конфликта приликом експлоатације аеродрома.

Оптимално решење биће оно које обезбеђује минималне трошкове у ваздушном саобраћају, минимум поремећаја животне средине и економично уклапање аеродрома у живот региона. При даљем развоју постојећих аеродрома посебно је важна и адаптација локалног начина живота и становништва на нове услове, при чему се подразумева и пружање одређене финансијске и друге помоћи. Могућности за изналажење најбољих решења су знатне и пропорционалне значају и развоју ваздушног саобраћаја као јединственог светског система савремене и брзе комуникације.

ЛИТЕРАТУРА

- (1) L'AEROPORT ET SON ENVIRONNEMENT, Gerard Frank. Revue generale des routes et des aerodromes, 4/1974, Pariz
- (2) PLANING AND DESIGN OF AIRPORTS, Robert Horonjeff, Mc Graw Hill Book Company, New York, 1975.
- (3) AIRPORTS FOR THE 80s, Proceedings of the Fourth World Airports Conference, The Institute of Civil Engineers, London, 1973.
- (4) AIRPORTS AND THE ENVIRONMENT, Alan Stratford, St Martins Press, New York, 1974.
- (5) AIRCRAFT NOISE, ICAO — ANNEX 16, 1972.
- (6) AERODROMI, Војин Тошић, СУКЛ, Београд 1978.



ГРАБЕВИНСКО ПРЕДУЗЕЋЕ

БЕОГРАД, Косте Главинића 8 — Пошт. факс 757

Т.з. 650-522 — Телекс: 11649 — Телеграми: РАМИТ — БЕОГРАД

Текући рачун 60802-601-4767

Грабевинско предузеће „Ратко Митровић“ бави се изградњом свих објеката високоградње и нискоградње са одговарајућим инсталацијама, пројектовањем грабевинских објеката, производњом опеке, полиуретана, креча и камена, ремонтом машина, транспортом и др.

За непуне три деценије пословања предузеће „Ратко Митровић“ саградило је десетина фабрика, неколико хиљада комфорних станова, бројне здравствене, културне и друштвене објекте, стотине километара путева са савременим коловозима, железничке пруге, платформе и бране

Изграђени објекти спадају у најзначајнија југословенска достигнућа у грабевинарству.

Добра техничка база, модерна технологија и стручан кадар омогућавају да предузеће послује на најсавременији начин у свим видовима своје делатности па из године у годину увећава обим свога пословања.

ООУР — БЕОГРАД-ГРАДЊЕ: „НОВИ БЕОГРАД“, „БУЛЕВАР“, „ДЕДИЊЕ“, „ЗЕМУН“, „НИСКОГРАДЊА“; ЗАНАТСКИ РАДОВИ, МЕХАНИЗАЦИЈА И ТРАНСПОРТ, ПРОЈЕКТНИ БИРО, ПОГОН ДРУШТВЕНОГ СТАНДАРДА, ЗАЈЕДНИЧКИ ПОСЛОВИ — ЧАЧАК: ГРАДЊА, ЦИГЛАНА — КРАГУЈЕВАЦ-ГРАДЊА — СКОПЈЕ-ГРАДЊА — ПОЖЕГА: ГРАДЊА, ФАБРИКА ОПЕКЕ И ПОЛИУРЕТАНА „РАДНИК“ — ЈЕЛЕН ДО-ФАБРИКА КРЕЧА И КАМЕНА

Описивање неравности коловоза и њихов утицај на појаву вертикалних динамичких реакција и оптерећење конструкције пута

ВЕЉКОВИЋ МИЛАН, дипл. инж.

1. УВОД

Од многобројних услова којима данас савремена коловозна конструкција мора да удовољни, проблем (не)равности представља онај који је директно скопчан са појмом удобности. Неравности коловоза јављају се као основна побула нелинеарних осцилација возила што преко контакта гума — коловоз доводи до појаве вертикалних динамичких реакција. Зависност вредности вертикалне реакције од генералисаних померања сложеног осцилаторног система узрокује да она буде и до два пута већа од основног статичког осовинског оптерећења. Периодична карактеристика апсолутне вредности динамичке реакције дуж деонице пута и за различита поновљена оптерећења доводи до замора материјала коловозне конструкције а затим до повећања неравности. Повећање неравности доводи до сукцесивног повећања вертикалних реакција а временом и до пропадања коловозне конструкције.

Екстремне утицаје и једино значајне за наведена становишта треба очекивати за тешка привредна возила, дакле за велика основна осовинска оптерећења, конструктивне карактеристике, повећане притиске у гумама и друге.

Имајући у виду наведене чињенице у чланку ће бити изнете математичке основе описивања неравности коловоза, неке законитости појаве динамичких вертикалних реакција, као и њихов утицај на оптерећење пута.

ОСНОВЕ КЛАСИФИКАЦИЈЕ И ОПИСИВАЊА НЕРАВНОСТИ КОЛОВОЗА

Класификација неравности коловоза

Класификација неравности коловоза са становишта динамике возила и са становишта коловозних конструкција врши се према таласној дужини неравности у три категорије. Неравности са таласном дужином $\lambda = 100$ м (микропрофил) са становишта осцилација возила нису значајне.

Неравности са $\lambda = m$ (микропрофил) изазивају осцилације возила и директно утичу на појаву вертикалне динамичке реакције и повећан ниво саобраћајне буке. Са тог становишта биће дат и математички апарат за описивање неравности коловоза.

Трећу категорију неравности карактеришу таласне дужине од неколико милиметара и спадају у домен храпавости коловоза која је значајна са становишта коефицијента пријањања.

Описивање неравности коловоза

Истраживања у домену описивања неравности коловоза показују да су оне распоређене случајно, дакле описане су случајном функцијом $z(t)$. Запис промене ордината случајне функције зове се реализација случајне функције.

Случајна функција $z(t)$ спада у групу стационарних и ергодичних, јер њене статистичке карактеристике не зависе од времена, а једна реализација даје довољно података о карактеру случајне функције. Ординате неравности коловоза задовољавају такође нормални закон расподеле. Наведене карактеристике случајне функције чине полазну основу за формирање математичког апарата за описивање неравности коловоза. Описивање основних особина случајне функције неравности коловоза могуће је у принципу преко четири статистичке функције (06):

- средња квадратна вредност и дисперзија,
- густина расподеле,
- корелациона функција,
- спектрална густина.

Средња квадратна вредност пружа податке о интензитету процеса, дисперзија растурање могућих вредности случајне функције у односу на средњу вредност. Густина расподеле даје вероватноћу процеса, корелациона функција представу о промени неравности коловоза по дужини деонице а спектрална густина информацију о фреквенцији понављања дужине неравности.

Средња квадратна вредност и дисперзија

Средња квадратна вредност се дефинише према изразу

$$\Psi_z^2 = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T z^2(t) dt \quad (1)$$

а ефективна вредност преко

$$z_{\text{eff}} = \sqrt{\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T z^2(t) dt} \quad (2)$$

Често се у динамици возила средња квадратна вредност функције неравности посматра као сума статичке и динамичке компоненте. При томе прва не зависи од времена и представља у ствари средњу вредност ордината неравности,

$$w_z = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T z(t) dt \quad (3)$$

док динамичка компонента дефинише дисперзију односно варијацију случајне функције

$$\sigma_z^2 = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T [z_i(t) - w_z]^2 dt \quad (4)$$

па је на основу (4) могуће дефинисати средње квадратно одступање,

$$\sigma_z = \sqrt{\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T [z_i(t) - w_z]^2 dt} \quad (5)$$

у колико се израз (5) реши добија се карактеристичан однос,

$$\Psi_z^2 = \sigma_z^2 + w_z^2 \quad (6)$$

Функција неравности $z(t)$ често се центрира према релацији у подинтегралној функцији (5)

$$z_c(t) = z(t) - w_z \quad (7)$$

у том случају за центрирану функцију имамо,

$$w_{zc} = 0, \quad \sigma_z^2 = \Psi_{zc}^2 = z_{\text{eff}}^2 \quad (8)$$

Густина расподеле

Већ је напоменуто да густина расподеле даје вероватноћу процеса, односно одређује вероватноћу да се нека посматрана ордината $z(t)$ налази у интервалу $z_p, z_p + \Delta z_p$ па у том случају мора бити задовољена неједнакост

$$z_p < z(x) < z_p + \Delta z_p \quad (9)$$

За довољно дугачку деоницу пута $\rightarrow \infty$ вероватноћа је

$$P[z_p < z(x) < z_p + \Delta z_p] = \lim_{L \rightarrow \infty} \frac{x}{L} \quad (10)$$

где је

$$x = \sum_{i=1}^n \Delta x_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n)$$

Функција густине расподеле $p(z)$ изражава се на следећи начин:

$$p(z) = \lim_{\Delta z \rightarrow 0} \frac{1}{\Delta z} \left[\lim_{L \rightarrow \infty} \frac{x}{L} \right] \quad (11)$$

А функција густине вероватноће као,

$$P(z) = \int_{-\infty}^z p(z) dz \quad (12)$$

Изразом (12) одређује се вероватноћа да је висина неке ординате мања или једнака посматраној $z(x)$. Уколико желимо да нађемо вероватноћу појаве вредности $z(x)$ у интервалу z_1 до z_2 користимо се изразом,

$$P[z_1 < z(x) < z_2] = \int_{z_1}^{z_2} p(z) dz \quad (13)$$

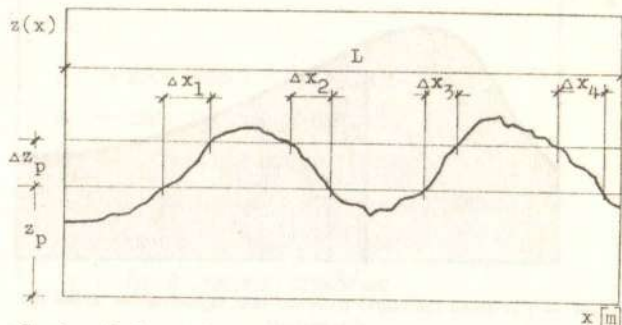
за подручје $-\infty < x < \infty$

$$P(z) = \int_{-\infty}^{\infty} p(z) dz = 1 \quad (14)$$

што значи да појава ординате $z(x)$ у интервалу $[-\infty, \infty]$ представља сигуран догађај.

Многобројна мерења показују да вероватноћа расподеле ордината неравности задовољава нормални закон расподеле па је функција густине дата у облику,

$$p(z) = \frac{1}{\sigma_z \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(z - w_z)^2}{2\sigma_z^2}} \quad (15)$$



Сл. 1 — Дефиниција функције густине вероватноће расподеле неравности пута

Корелациона функција

Корелациона функција нам даје представу о променљивости неравности дуж деонице, односно даје структуру случајног процеса па се у том циљу мора дефинисати за два фиксна времена

$$t_1 = t, \quad t_2 = t + \tau$$

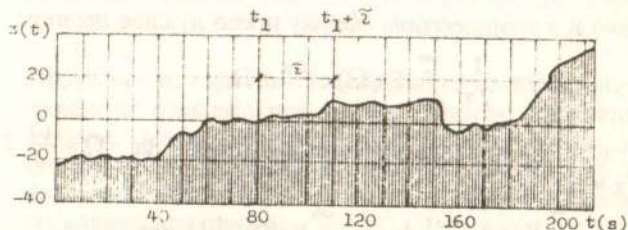
Корелациона функција за једну реализацију назива се аутокорелациона функција и дата је изразом,

$$R_z(\tau) = R(t, t + \tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T z(t) z(t + \tau) dt$$

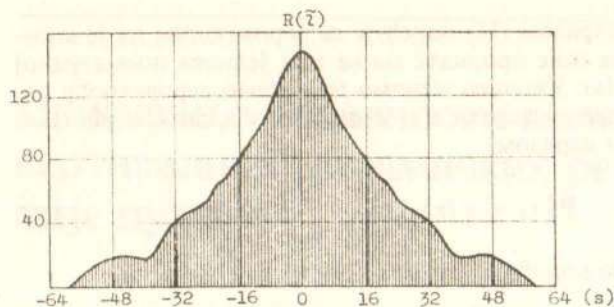
а за случај да је $\tau = 0$, односно $t_1 = t_2 = t_0$ корелациона функција је једнака средњој квадратној вредности

$$R_z(t_0, t_0) = \Psi_z^2(t_0)$$

с обзиром на претпоставку стационарности, корелациона функција је парна функција са максимумом у тачки $\tau = 0$



Сл. 2 — Дефиниција корелационе функције

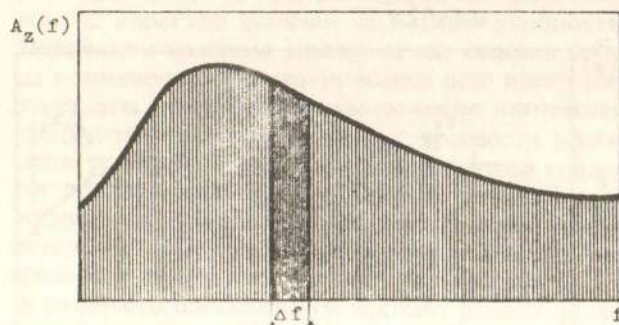


Сл. 3 — Корелациона функција профила са слике 2. (2)

Спектрална густина

Спектрална густина, као статистичка функција, даје увид у општу фреквентну структуру неравности коловоза. Спектрална густина амплитуда да-та је изразом:

$$A_z(f) = \frac{1}{\Delta f} \left[\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T z^2(t, t_m, \Delta f) dt \right]$$



Сл. 4 — Густина спектра амплитуда неравности пута (дефиниција)

Значајно својство густине спектра амплитуда неравности коловоза је могућа веза са одговарајућом корелационом функцијом

$$A_z(f) = 4 \int_0^\infty R_z(\tau) \cos 2\pi f \tau d\tau$$

а густина спектра добијена преко корелационе функције, $S_z(f)$ једнака је

$$S_z(f) = \int_{-\infty}^\infty R_z(\tau) e^{-2\pi i f \tau} d\tau$$

а узајамна веза је,

$$A_z(f) = 2S_z(f) \quad \text{за } 0 \leq f < \infty$$

Функција неравнина коловоза може се приказати у функцији комплексне променљиве

$$z(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^\infty F(\omega) e^{i\omega t} d\omega$$

где је:

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^\infty z(t) e^{-i\omega t} dt$$

као и у комплексном облику преко дужине деонице

$$z(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^\infty F(\Omega) e^{i\Omega x} d\Omega$$

где је Ω кружна фреквенција пута. За $\Omega = \frac{\omega}{V}$ и $x = V \cdot t$

$$\int_{-\infty}^\infty F(\omega) e^{i\omega t} d\omega = \int_{-\infty}^\infty F(\Omega) e^{i\Omega x} d\Omega$$

$$\text{односно } F(\omega) = \frac{1}{V} F(\Omega)$$

па се добија веза између густине спектра амплитуде изражена у функцији ω (временска фреквенција) и фреквенције пута Ω

$$A_z(\omega) = \frac{1}{V} A_z(\Omega)$$

Испитивања показују да се густина амплитуда може апроксимирати правим линијама, и то у двоструком логаритамском координатном систему. Карактеристика спектра приказује се правом којој одговара једначина:

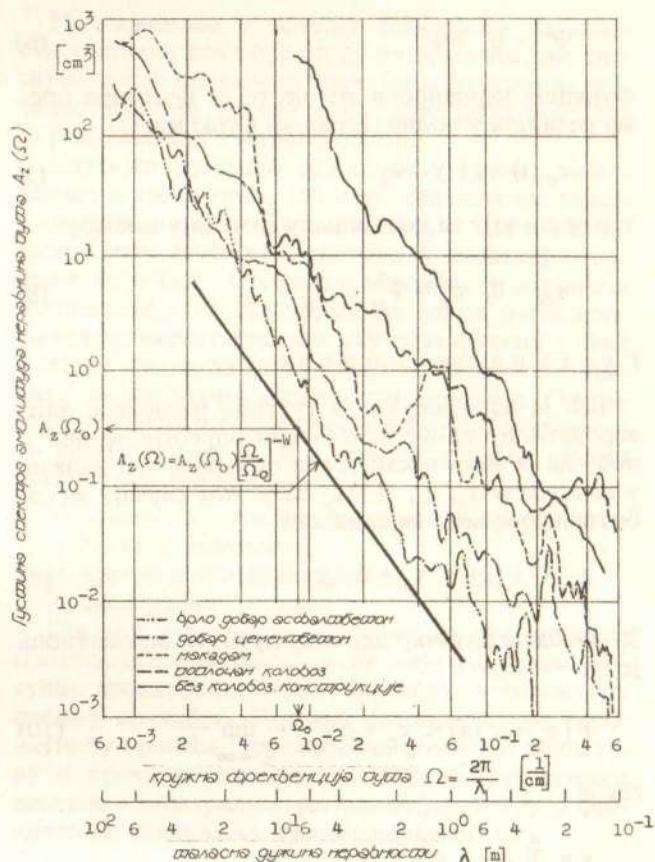
$$A_z(\Omega) = A_z(\Omega_0) \left[\frac{\Omega}{\Omega_0} \right]^{-W}$$

Ω_0 — референтна кружна учесталост пута

$A_z(\Omega_0)$ мера неравности пута (спектрална густина)

ω — експонент који карактерише неравност пута

Вредности $A_z(\Omega)$ односно $A_z(\Omega_0)$ користе се у даљем излагању као основни показатељи неравности коловоза.



Сл. 5 — Густина спектра амплитуда неравнина пута

У случајевима када не располажемо конкретном реализацијом неравности пута, за њихово описивање се може послужити и детерминистичким функцијама. Претпоставка је да су неравности спојене и наизменично се смењују а окарактерисане су дужином, висином и обликом. Описивање неравности у домену детерминистичких функција врши се обично хармонијском функцијом, и то најчешће косинусоидом у односу на средњу линију неравности.

$$z_i = z_{oi} (1 - \cos 2\pi \frac{x}{\lambda})$$

i — ордината неравности у односу на површину коловоза

λ — таласна дужина неравности

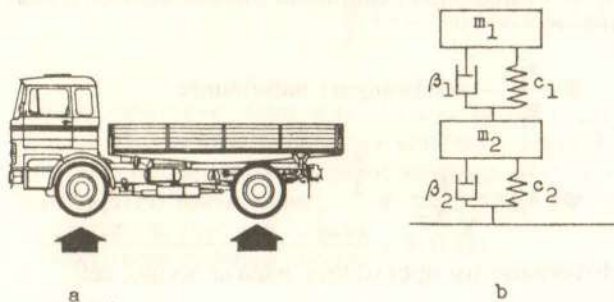
$x = v \cdot t$ — растојање (пута)

УТИЦАЈ НЕРАВНОСТИ КОЛОВОЗА НА ВЕЛИЧИНУ ВЕРТИКАЛНЕ РЕАКЦИЈЕ

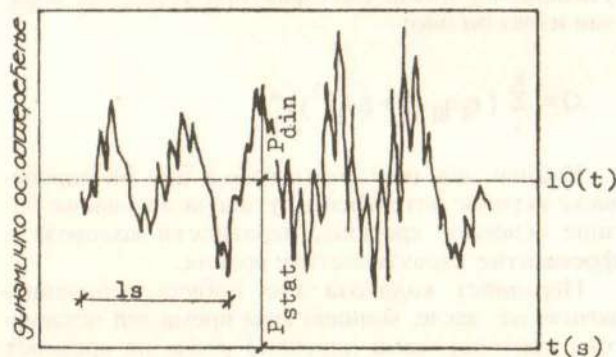
Појам вертикалне реакције

Од свих сила које се јављају на контакту гума-коловоз овде ће бити нарочито истакнута вертикална реакција која се у теорији коловозних конструкција у проблему димензионисања јавља увек преко појма саобраћајног оптерећења. Међутим, са становишта разорних утицаја који делују на коловозну конструкцију и који су меродавни за њено димензионисање сусрећемо се са проблемом одређивања вертикалних реакција за тешка привредна возила. С обзиром на варијације конструкција тешких возила, променљивост оптерећења, притисака у гумама, броја осовина и гума одувек се јављала потреба да се, по могућству, сви ти чиниоци обухвате једним утицајним коефицијентом који ће директно имплицирати димензију коловозне конструкције. Овим проблемима придружује се и чињеница да услед осцилација возила вредност вертикалне реакције представља у суштини стохастички догађај, односно да се мења по закону случајне променљиве.

Одређивање интензитета вертикалне реакције у интервалу времена и за одређену деоницу пута могуће је анализом нелинеарних осцилација сло-



Сл. 6 — Одређивање вертикалне реакције коловоза
а — појам вертикалне реакције
б — упростио модел осцилаторног система возила



Сл. 7 — Промена вертикалне реакције у функцији времена

женог модела возила. Други поступак који такође доводи до жељених резултата представља директно мерење вертикалних реакција одговарајућим експерименталним методама.

Одређивање интензитета вертикалне реакције

Напоменуто је већ да се интезитет вертикалне реакције коловоза може анализирати преко математичког модела нелинеарних осцилација возила. С обзиром на нелинеарност диференцијалних једначина које их описују, до квантитативних решења можемо доћи уз помоћ електронских рачунара.

Са познавањем кинетичке и потенцијалне енергије, дисипативне функције и генералисане неконзервативне силе сложеног математичког модела возила а применом Лагранжевих једначина друге врсте

$$\frac{d}{dt} \frac{T}{\partial \dot{q}_k} + \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}_k} + \frac{\partial \Pi}{\partial q_k} = Q_k^N \quad (k = 1, 2, 3, \dots, s)$$

где је:

T — кинетичка енергија система

Φ — дисипативна функција

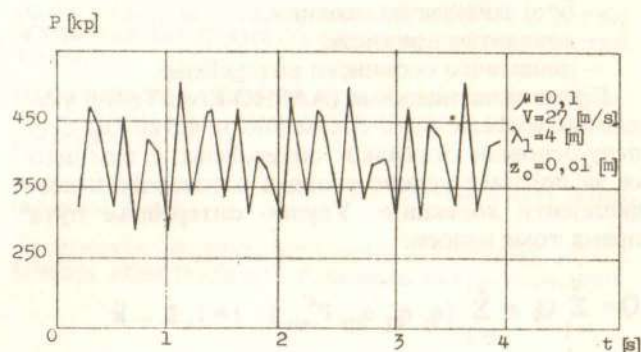
Π — потенцијална енергија

Q_k^N — генералисана неконзервативна сила

q_k — генералисана померања

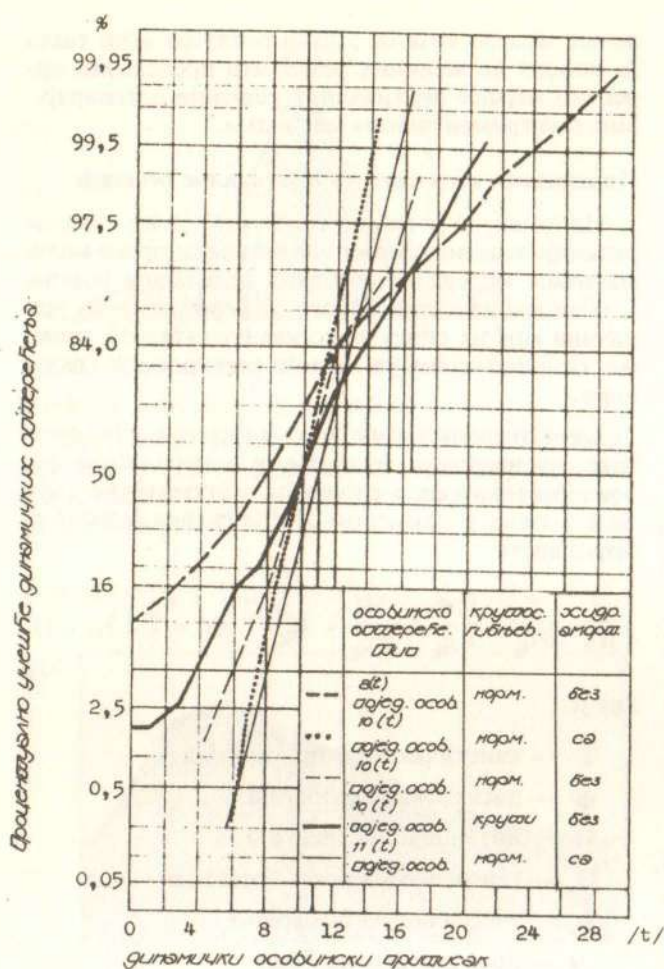
s — број степени слободe

добивамо (s) диференцијалних једначина чијим решавањем долазимо до генералисаних померања. Познавањем одговарајућих генералисаних померања, као и детерминистичку хармонијску функцију неравности можемо за одређене услове одредити и вертикалне реакције коловоза.



Сл. 8 — Промена интензитета нормалне реакције коловоза добијена решавањем диференцијалних једначина осцилаторног кретања сложене модела возила на електронском рачунару за одређене услове

Други начин који може довести до величине вертикалних реакција представља њихово директно мерење. На основу таквих података могуће је одредити за одређене карактеристике возила и квалитет неравности пута процентуално учешће појединих вредности.



Сл. 9 — Процентуално учешће динамичких реакција за $V = 70$ km/h и пут са карактеристичном неравношћу $A_2(\Omega_0) = 20 \cdot 10^{-6}$

Одређивање укупног оптерећења пута

Основни утицај на укупно оптерећење пута имају у принципу, четири чиниоца:

- статичко осовинско оптерећење,
- број точкова по осовини,
- контактни притисак,
- динамичко осовинско оптерећење.

Према испитивањима (AASHO-Road-Testes) укупно оптерећење пута сразмерно је четвртог степена основног статичког оптерећења, с тим што се за поједине услове уводе и одговарајући коефицијенти корекције. Укупно оптерећење пута према томе износи:

$$Q = \sum_{i=1}^k Q_i = \sum_{i=1}^k (q_i q_{II} q_{III} P_{stat}^4) \quad i = 1, 2, \dots, k$$

Q — укупно оптерећење

i — број осовина возила

q_i — коефицијент зависан од броја точкова на осовини за појединачан точак $q_i = 1,0$
за дупле точкове $q_i = 0,9$

q_{II} — коефицијент зависан од контактнoг притиска

$$P = 0,9 \text{ N/mm}^2 \quad q_{II} = 1,1$$

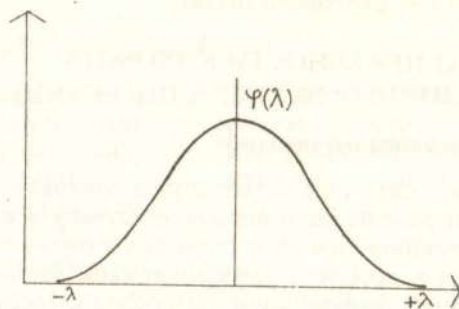
$$P = 0,7 \text{ N/mm}^2 \quad q_{II} = 1,0$$

$$P = 0,5 \text{ N/mm}^2 \quad q_{II} = 0,9$$

q_{III} — коефицијент динамичког оптерећења

P_{stat} — статичко осовинско оптерећење

Одређивање утицаја динамичког оптерећења на укупно оптерећење пута могуће је преко функције расподеле динамичког оптерећења.



Сл. 10 — Функција расподеле динамичког оптерећења

За случај константног притиска $q_{II} = 1,0$ и појединачне точкове $q_i = 1,0$ укупно оптерећење се може добити интеграцијом функције расподеле динамичког оптерећења.

$$Q = \sum_{i=1}^k \left[\int_{-\infty}^0 \varphi(\lambda_i) (P_i - \lambda_i s_i)^4 d\lambda_i + \int_0^{+\infty} \varphi(\lambda_i) (P_i + \lambda_i s_i)^4 d\lambda_i \right]$$

где је:

i — број осовине возила

P_i — статичко осовинско оптерећење осовине и

$P_{din.} = P_i \pm \lambda_i s_i$ — динамичко осовинско оптерећење

s_i — стандардна девијација динамичког оптерећења осовине и

$$\bar{s} = \frac{s_i}{P_i} \text{ — коефицијент варијације}$$

$$\varphi(\lambda_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\lambda^2}{2}} \text{ функција расподеле динамичког оптерећења}$$

Интеграцијом претходног израза добија се:

$$Q = \sum_{i=1}^k [P_i^4 (1 + 6\bar{s}_i^{-2} + 3\bar{s}_i^{-4})] \sim \sum_{i=1}^k [P_i^4 (1 + 6\bar{s}_i^{-2})]$$

узимањем у обзир свих фактора корекције коначан израз би био:

$$Q = \sum_{i=1}^k [q_i q_{II} (1 + 6\bar{s}_i^{-2}) P_i^4]$$

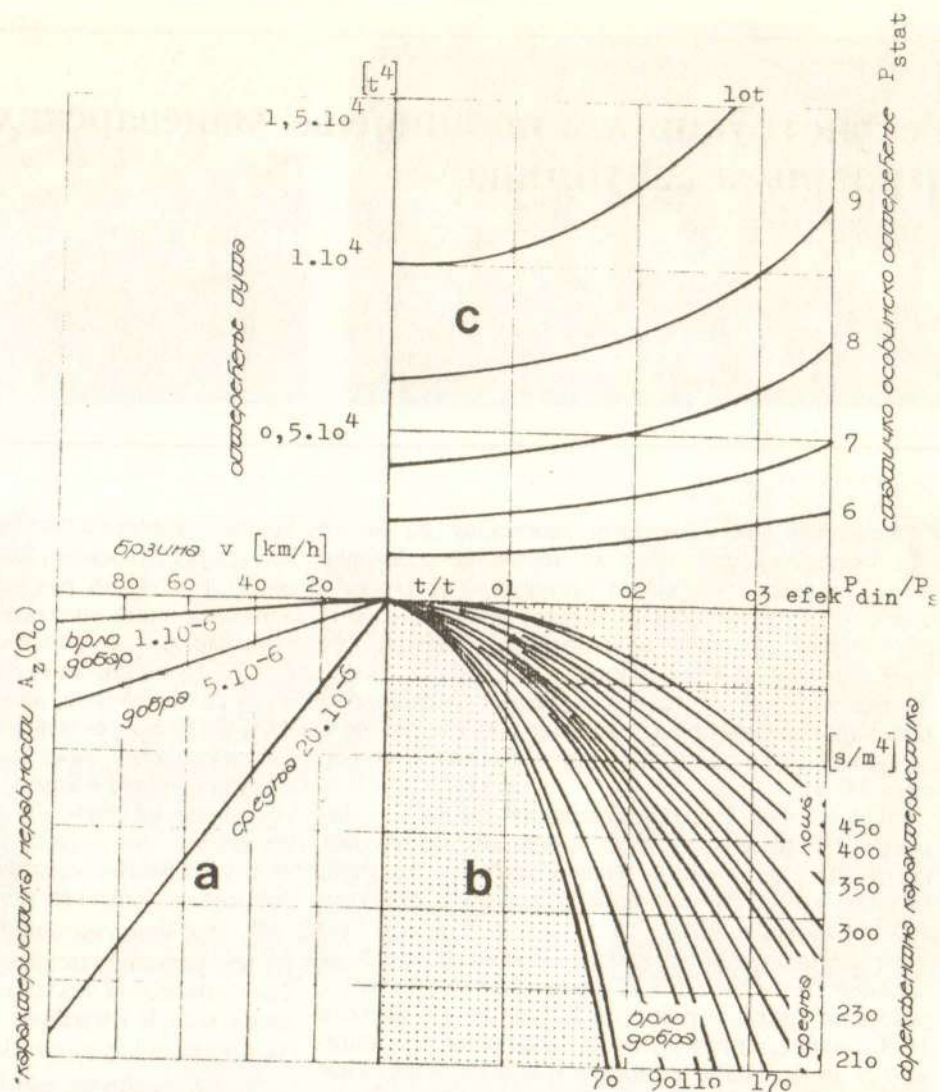
Крајњи циљ овог разматрања био би одређивање укупног оптерећења пута а за познавање брзине основног кретања, неравности коловоза и фреквентне карактеристике возила.

Неравност коловоза као побуда осцилација возила па, дакле, чинилац који према већ истакнутим критеријумима директно утиче на вредност динамичког оптерећења уводи се преко основне спектралне густине $A_2(\Omega_0)$.

Сл. 11 — Одређивање
ојштерења пута
а — даје однос између бр-
зине основног кретања v и
карактеристике неравно-
сности пута $A_z (\Omega_0)$

б — даје однос између фре-
квенције карактеристике
возила и ефекта P_{din}^{stat}

с — директно одређивање
ојштерења пута у t^4



Карактеристике динамичког система (возила) даје се преко фреквенције карактеристике $H(i\Omega)$ која се за побуду од јединичног импулса $\sigma(t)$ може изразити као однос:

$$\frac{\text{спектрална густина одзива}}{\text{спектрална густина побуде}} = H(i\Omega)$$

ЛИТЕРАТУРА:

- (1) ЋУЋУЗ, Н. РУСОВ, Л. ДИНАМИКА МОТОРНИХ ВОЗИЛА, Привредни преглед, Београд, 1973.
- (2) ЋУЋУЗ, Н. СТАТИСТИЧКА ДИНАМИКА ВОЗИЛА, Конференција о покретним објектима и стабилности њиховог кретања, В. Бања, 1978.

(3) EISENMANN, J. BEWERTUNG DER STRASSENBEANS-PRUCHUNG, Strasse und Autobahn Heft 3, 1979.

(4) MITSCHKE, M. STRASSENSCHONENDE AUSLEGUNG SCHWERER NUTZFAHRZEUGE Strasse und Autobahn Heft 3, 1979.

(5) СИМИЋ, Д. РАДОЊИЋ, Р. МАТЕМАТИЧКЕ ОСНОВЕ ЗА ОПИСИВАЊЕ КАРАКТЕРИСТИКА НЕРАВНИНА ПУТЕВА MVN 2, 1975.

(6) ВРАНИЋ, В. ВЈЕРОЈАТНОСТ И СТАТИСТИКА Техничка књига, Загреб

(7) ЖЕФРОА, Ж. ПРОЈЕКТОВАЊЕ И ГРАЂЕЊЕ КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА Грађевинска књига, Београд, 1975.

Реконструкција и проширење маневарских површина аеродрома „Љубљана“

Техничку документацију неопходну да би се аеродром оспособио за нормално одвијање ваздушног саобраћаја припремио је Пројектни биро СПП „Словенијацесте“ из Љубљане, а обухватало је све радове неопходне за реконструкцију маневарских површина, и то:

— полетно-слетне стазе, брзу везу, површину за пристајање, уз појачање маневарских површина и оспособљавање за пријем критичног авиона Боинга 747-В;

— комплетан систем одводњавања, рампе на споневима, уређење травнатих површина заштитног појаса, површина око антенских уређаја (glide path, lokalizer i calvert), одводни колектор и електрокабловске јашке.

Грађевинско предузеће „Словенијацесте“ је обавило целокупан посао предвиђен пројектом у рекордно кратком року, од 1. јула до 18. августа 1978. године, ангажујући најсавременију механизацију за предвиђене радове и 420 радника. При томе су обављени главни радови у следећем обиму:

— ископ хумуса и земље	36.300 m ³
— израда постељице (планума)	48.100 m ²
— уграђивање тампонског слоја	32.600 m ³
— цементна стабилизација	2.300 m ³
— асфалтне мешавине (142.000 тоне)	286.000 m ³
— резање спојница и утора у бетону	22.000 m
— бушење рупа у асфалу ϕ 110 до 350 mm и монтажа светиљки система за осветљење писте	1.400 ком.
— израда канала кабловске мреже	110 ком.
— израда колектора за инсталације	70 m
— израда дренажа	6330 m
— уређење и озелењавање заштитних површина	146200 m ²

Укупна снага употребљене механизације и коришћених постројења у току радова износила је 32000 km, а капацитет асфалтног постројења у Чрнуцу и асфалтне базе у Брнику био је 450 т/час. Кооперант при пројектовању и извођењу радова на систему за осветљење пристанишне и полетно-слетне стазе било је предузеће „Теград“ из Љубљане.

ПРИКАЗ РАДОВА

1. Да би се полетно-слетна стаза проширила, било је неопходно да се изврше ископи. Непо-

вољне геомеханичке карактеристике земљаних материјала у основи захтевале су ископ до дубине од 1 м. Ради раздвајања тла у постељици и основног слоја употребљена је поливинилска фолија као што је показано на фотографијама (сл. 1 и 2). Проширења полетно-слетне стазе обављена су са обе стране, на ширини 7,5 m и на дужини 3000 m. Радове су изводиле две екипе с потребном механизацијом тако да су већ првих дана јула послови били обављени на половини дужине полетно-слетне стазе. Лоши временски услови у почетку јула ометали су извршење земљаних радова и уграђивање тампона, али су они ипак благовремено завршени на површини од 48100 m² (сл. 3).

2. Нови систем одвођења кишице са обе стране проширене полетно-слетне стазе и са маневарских површина захтевао је изградњу дубоке дренаже која је изграђена под врло тешким радним условима на дужини 6300 m (сл. 4)

3. Колектор за подземне инсталације дужине 70 m предвиђен је испод полетно-слетне стазе, управно на њу, па је због тога требало порушити постојећи цементно-бетонски коловоз. Употребљен је булдожер „Катерпилер“ CAT 2D8 уместо минирања (сл. 5)

С обзиром на кратак рок предузеће је у сопственом погону припремило армирано-бетонске елементе тако да је на радилишту обављено само њихово полагање помоћу ауто-дизалица на унапред припремљену бетонску подлогу, као што је показано на фотографији (сл. 6).

4. Нова брза веза писте са стајалиштем поред пристанишне зграде изграђена је од цементне стабилизације песковитог шљунка, у слоју дебљине 40 cm изнад кога су уграђени асфалтни слојеви укупне дебљине 21 cm, као што је показано на фотографији (сл. 7).

5. Један од битних предуслова за успешно асфалтирање полетно-слетних стаза и маневарских површина је правовремено снабдевање минералним агрегатом. Да би се то остварило, у Менгешу је подигнуто дробилишно постројење и сепарација за шљунковити материјал из Саве, чији је капацитет дробљења и просејавања био 130 m³/čas. У овом постројењу је припремљено 100000 m³ различитих фракција, неопходних за израду асфалта у асфалтном постројењу на Брнику (сл. 8).



Сл. 1



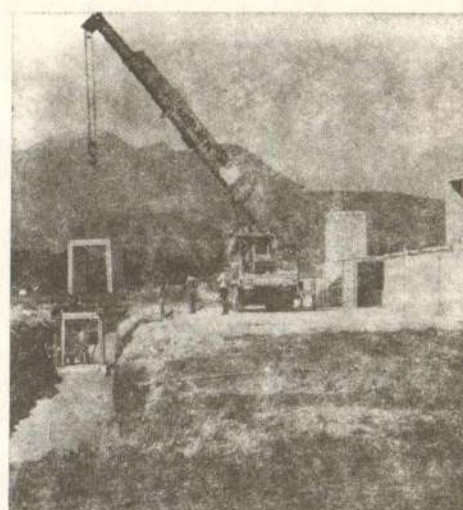
Сл. 2



Сл. 4



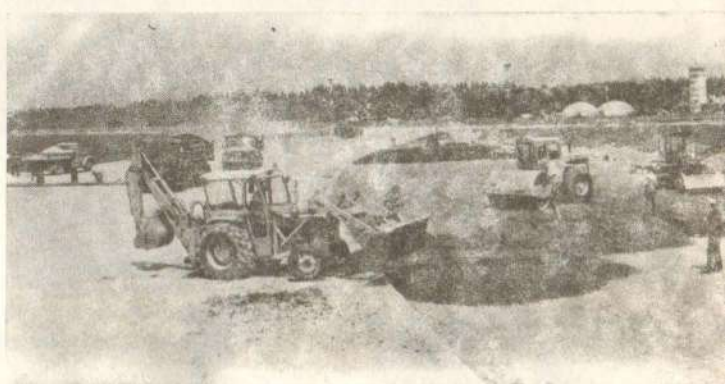
Сл. 5



Сл. 6



Сл. 3



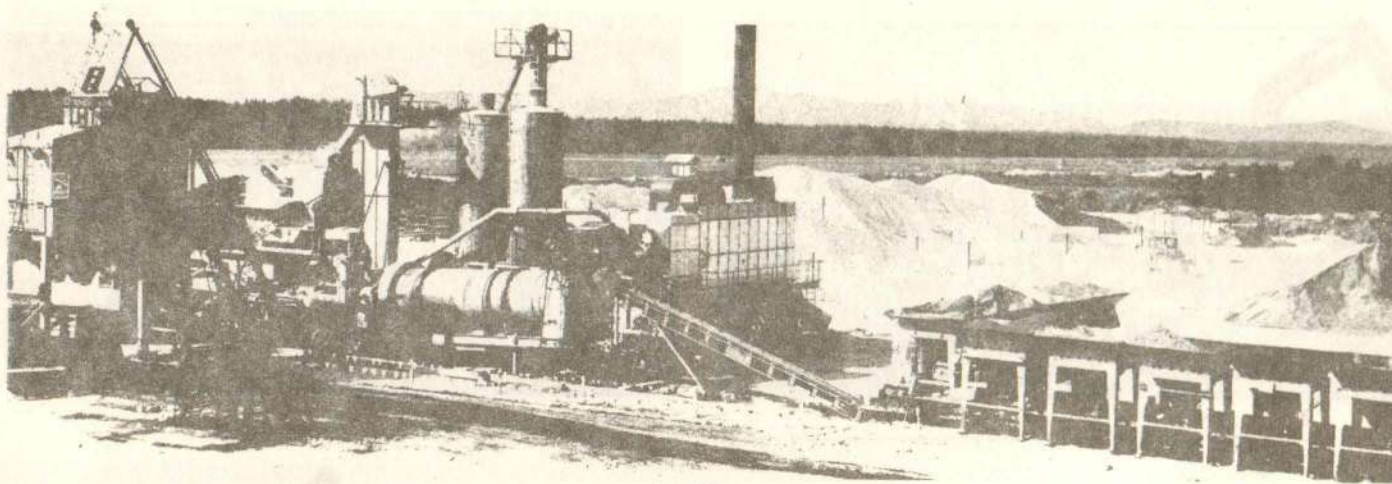
Сл. 7



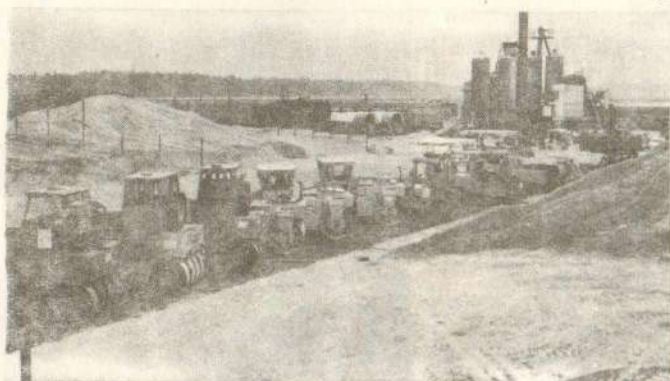
Сл. 8



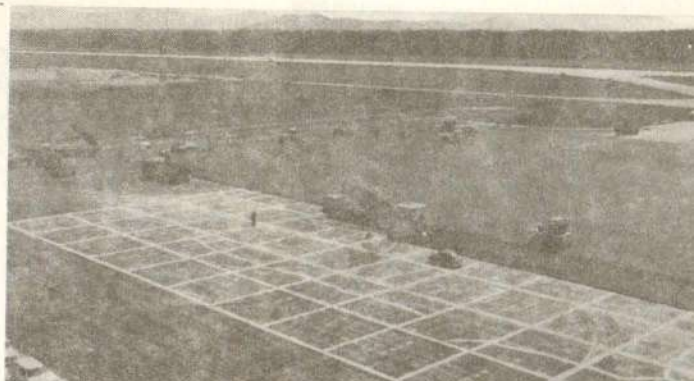
Сл. 9



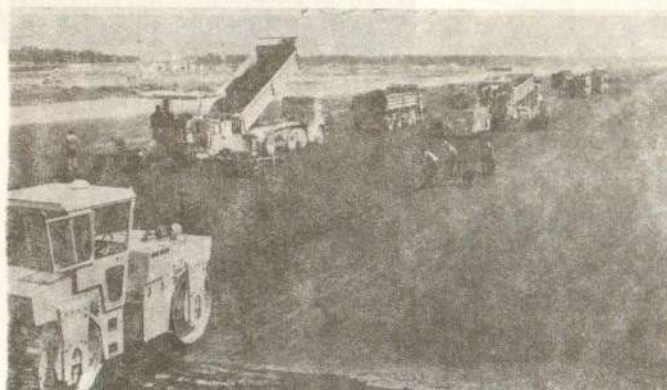
Сл. 10



Сл. 11



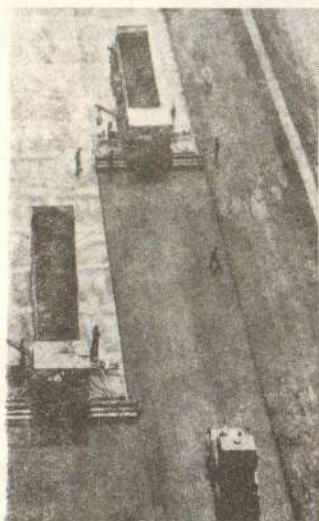
Сл. 12



Сл. 13



Сл. 14



Сл. 15



Сл. 16



Сл. 17



Сл. 18



Сл. 19



Сл. 20



Сл. 21

6. Кратак рок од 40 дана, предвиђен динамичким планом за извршење свих асфалтних радова, захтевао је од предузећа „Словенијацеста“ опсежне припреме.

Главни задатак — производња преко 100000 тона асфалтне масе — поверен је асфалтној бази у Чрнучама, која представља најсавременију базу ове врсте у нас — потпуно је аутоматизована и омогућава моментални прелаз са производње једне врсте асфалтне мешавине на другу, без губитака у времену и материјалу. Капацитет овог постројења приказаног на фотографији (сл. 9) је 300 t/čas. Транспорт припремљене асфалтне масе до градилишта које је било удаљено 25 км обављали су специјални камиони носивости 25 тона. На самом аеродрому у Брнику била је постављена додатна асфалтна база капацитета 150 t/čas, опремљена новим филтрима за отприцавање VF 500 ради заштите околине (сл. 10).

7. Дан пре почетка радова извршен је детаљан преглед механизације припремљене за радове, као што показује фотографија (сл. 11).

8. Да би се спречила појава рефлектовања прслина из цементно-бетонског коловоза постојеће по-

летно-слетне стазе, извршено је сечење плоча у појасе ширине 6 m, а преко изрезаних спојева, као и преко постојећих прслина, извршен је премаз кречом ширине 30 cm, да би се онемогућило везивање новоизрађеног асфалта са цементним бетоном (сл. 12 и 15).

9. Пројектом је предвиђено да се уграђивање асфалта обави финишерима ширине 7,5 m. Уграђивање су обављала истовремено два финишера, као што је показано на фотографијама (сл. 12 до 15), а за њима је обављено збијање најпре брзим ваљцима са гуменим точковима а затим ваљцима с вибрационим дејством све док се не постигне захтевана збијеност која је одмах контролисана најсавременијом лабораторијском опремом, као што је сонда с радиоактивним изотопима „Troxler 2000“ приказана на сл. 16.

Контрола квалитета асфалтне масе обављена је истовремено у асфалтном постројењу и на градилишту, у специјализованој лабораторији извођача и инвеститора.

10. Радници кооперанта „Тиграда“ извршили су радове на новом систему осветљавања полетно-слетне стазе и на маневарским површинама.

У ту сврху је положено преко 70 km KVC цевн и сва електроинсталација, као и каблови до светлећих тела дужине 200 km. У ту сврху је обављено сечење канала за постављање каблова, као што је показано на фотографијама (сл. 17 и 18).

11. Посебним уређајем за бушење рупа у асфалтном застору полетно-слетне стазе и маневарских површина избушено је 1400 рупа пречника 110 до 350 mm у које су помоћу специјалних алата постављена светлећа тела, хоризонтално и на тачно одређеним местима, као што је показано на фотографијама (сл. 19 и 20).

12. На стајалишту испред пристанишне зграде и деловима полетно-слетне стазе за израду хаба-

јућег слоја примењена је специјална асфалтна маса са везивом ставоцет, ради заштите од кезина и уља. То је за асфалтере представљало најтежи посао због неугодних испаравања при уграђивању асфалтне масе (сл. 21).

Асфалт на полетно-слетној стази уграђиван је у три слоја, на ширини 7,5 m. Површина сваког слоја попрскана је емулзијом пре наношења следећег слоја.

Асфалтни радови на реконструкцији аеродрома Љубљана завршени су 10 дана пре рока.

Напомена: Ова информација је припремљена на основу пројекта „Словенијастега“, уз њихову сагласност.

Превео и припремио
Др Здравко Јоксич, дипл. инж.



Телефони:			
Директор	47-160	Централа	46-699
Техн. директор	44-245		47-280
Директор ПРС-а	47-091	Механизација	54-164
Дирек. општег сект.	46-686	Телекс: 16262 ПЗПНИШ	

Врши радове:

Текућег и зимског одржавања, реконструкције и изградње магистралних и регионалних путева на свом пословном подручју, као и радове на путевима и објектима за потребе других.

У свом саставу има јединице у Нишу, Алексинцу, Сокобањи, Прокупљу, Куршумлији, Белој Паланци, Пироту и Бабушвини и каменолом са асфалтним базом у Дољцу.

Анализа трогодишње наплате коришћења пута Е-75

Крајем јуна 1980. године навршило се три године како је деоница пута Е-75 Нови Сад — Београд проглашена „економском“ па је уведена наплата путарине која се од учесника у саобраћају убира на наплатним станицама код Ковиља и Старе Пазове. У том периоду обрађено је 5,6 милиона возила и убрано 97,3 милиона динара.

Сачињена анализа након трогодишњице рада указује на моменте значајне за праћење тренда саобраћаја на посматраној — контролисаној деоници, с обзиром на евидентна поскупљења горива. Упоређујући шестомесечне периоде контролисаног саобраћаја у току три године дошло се до података изнетих у следећој табели.

Анализирајући претходну табелу може се закључити:

а) Саобраћај (у 1980. години): у односу на 1978. годину у маси узевши, мањи је за 8% (Ковиљ 6% а Стара Пазова 10%), док је у односу на 1979. годину у маси узевши, мањи за 13% (и Ковиљ и Стара Пазова 13%). Коментаришући изнете податке треба имати у виду да је од 1. маја 1979. године уведена рестрикција кретања возила.

б) Структура саобраћаја (подаци постоје за две године).

Година 1979.

Наплатна станица Ковиљ: од укупно обрађеног саобраћаја 72% чини путнички саобраћај. Локални саобраћај (онај који пролази само кроз једну наплатну станицу) чини 11% укупног саобраћаја, док путнички саобраћај у локалном чини 87%.

Наплатна станица Стара Пазова: од укупно обрађеног саобраћаја 81% чини путнички саобраћај. Локални чини 36% укупног саобраћаја, док путнички у локалном чини чак 97%.

Година 1980.

Наплатна станица Ковиљ: од укупног саобраћаја 68% чини путнички. Локални чини 9% укупног саобраћаја, док путнички саобраћај у локалном чини 86%.

Наплатна станица Стара Пазова: од укупног саобраћаја 78% чини путнички. Локални чини 35% укупног саобраћаја, док путнички саобраћај у локалном чини 96%.

Коментаришући изнете податке можда треба размислити и о потреби укидања постојећих шест категорија возила која се обрађују. Детаљнијом анализом могло би се свести на мањи број категорија (што би за резултат имало бржу обраду возила, мањи број наплатних карата), или увођењем једне (просечне категорије, како локалне тако и за целу деоницу, или, пак, ослобађањем појединих категорија наплата (рецимо тешких камиона, који минимално учествују у приходу а стварају велики застој при обради и загађују радну средину отпадним гасовима).

с) ПРИХОД (у 1980. години): у односу на 1978. годину пораст од 34% (Ковиљ 38% а Стара Пазова 32%), док је у односу на 1979. годину пад прихода за 8% (и Ковиљ и Стара Пазова 8%). Коментаришући ове податке треба имати у виду да је од 15. јануара 1979. године тарифа наплата повећана за око 25%.

Активирање постојећег ручног система електронско-аутоматске обраде саобраћаја, имало би за резултат увећање прихода од наплате, јер би број необрађених возила — оних која побегну — (што је резултат недисциплине возача или пак алкавости радника на наплати) свео на минимум, док тренутно представља евидентну цифру.

У сваком случају наплата путарине није више новина на путевима у САП Војводини, а службе које врше ту наплату треба да, анализирајући евидентиране податке о обради саобраћаја, докуче закључке који за циљ треба да имају усавршавање начина обраде саобраћаја.

Припремио
Светислав Стојановић, техн.

Контролисани период јануар — јуни	Обрађено возила (ком.)		Приход (00 дина.)		Укупно	
	Ковиљ	Стара Пазова	Ковиљ	Стара Пазова	Обрађено возила (ком.)	Приход (00 дина.)
1978. година	351.120	549.146	5.716.973	7.346.299	901.266	13.063.272
1979. година	375.714	564.575	8.520.027	10.611.690	940.310	19.131.717
1980. година	331.586	498.824	7.863.125	9.679.065	830.410	17.542.190

IX светски конгрес за путеве ИРФ-а одржаће се у Стокхолму јуна 1981 године

Из Друштва за путеве

ОПШТЕ НАПОМЕНЕ

У организацији Међународне путне федерације (IRF) — Женева и Вашингтон, Шведске путне федерације, као и других међународних организација, одржаће се IX. светски конгрес за путеве у Стокхолму од 1. до 5. јуна 1981. године. Конгрес се одржава у просторијама стокхолмског међународног сајма. Претходни конгреси ИРФ-а, сваке четврте године, одржани су у Вашингтону, Мадриду, Мексико ситију, Риму, Лондону, Монреалу, Минхену, и, 1977. године, у Токију. Наше значајније активно учешће регистровано је на последња два конгреса.

Основни мото Конгреса је „Roads into the future“ или „Путеви у будућности“, а сам програм и теме прилагођени су овој поруци.

У оквиру конгресног програма, предвиђена је пригодна изложба материјала и модерне опреме за путеве, фестивал филмова о путевима, посета интересантним саобраћајним објектима, културним и историјским споменицима.

Службени језици су: енглески, француски, немачки и шпански, на којима ће бити штампани материјали, симултано преводјење, излагање референата и извештаја, као и сви контакти за време припрема и рада Конгреса.

Комплетни програм са конкретним пријавама добиће се тек ове јесени.

За учешће на изложби и на филмском фестивалу постоје посебне пријаве које се подносе организатору. У њима су дате и детаљне информације о свим питањима и условима које треба испунити.

Свака тема, предложена за Конгрес, има више подтема, које у основи третирају питања и проблеме путева у будућности. У свакој теми посебно ће се третирати развој путева и путног транспорта у земљама у развоју.

Прве теме (А — I до IV) су специјалне, и у њима треба да се обраде проблеми специфичне природе у односу на економске ефекте, заштиту околине, енергетска питања, техничке и технолошке промене транспорта у будућности, те у односу на развој друштва и друго (опширније у даљем тексту). Остале теме (Б — I до V) углавном су, према насловима „стандардне“ теме, с тежиштем на решавању проблема у будућности.

Из досадашњих информација очигледна је намера и напори организатора да укупни програм Конгреса, а посебно стручни део, изражен у припреми материја-

ла (реферата) за наведене теме, подигне на високи ниво.

Тежиште целе акције је да се добију квалитетни материјали, окренути будућности, који се могу широко користити. Зато се не инсистира на бројности и опсегу реферата, него на њиховом квалитету, новим порукама, идејама, концепцијама, решењима, новим истраживањима итд.

Ово је и разлог што ће посебни поткомитет обавити избор реферата и референата-аутора, из целог света, међу великим бројем познатих или претходно пријављених стручњака, па њима понудити да припреме материјале.

Потенцира се да није нужно да свака земља има реферате, него да је потребно да то учине оне земље које могу свима помоћи, презентирајући само неколико питања интересантних за будућност. Остале земље допринеће успешним резултатима Конгреса својим активним учешћем у раду Конгреса, дискусијама, дијалозима, корефератима.

Референте за прве, специјалне теме и за синтезне реферате (извештаје) за остале теме изабраће организатор, на основу пријављених, познатих стручњака од стране националних путних удружења, или на основу својих сазнања и убеђења, те ће с њима контактирати на основу властитих концепција и програма.

На Конгресу се очекује око 4000 учесника из преко 100 земаља из целог света. Поред ових учесника, организатор планира и више од 1000 учесника на пропратним манифестацијама, те велики број угледних гостију.

Основи принцип укупног програма јесте да осигура позитиван и конструктиван поглед у будућност путног саобраћаја. Путеве и друмски саобраћај животи су фактори за функционисање државе, економије и друштва. Мобилност коју нуди аутомобил од велике је важности. Међутим, исто тако, друмски саобраћај ствара проблеме. Пораст животног стандарда, у вези с новим условима, даје и нову вредност начину живота, даје већи акценат сигурности, чистом ваздуху и пријатној околини. Има, исто тако, и других фактора који утичу на услове друмског саобраћаја, као што је енергетски проблем, на пример, и друго.

Конгрес ће указати на начине који воде бољој адаптацији друмског саобраћаја потребама и могућностима човека.

Основна порука Конгреса јесте да пут и друмски саобраћајни системи имају јединствену улогу у транспортним систе-

мима и да „бољи путеви значе бољи живот“.

Планиране научно-стручне теме и остали конгресни програм треба да значе прекретницу у схватању будућег развоја путева и друмског саобраћаја у данашњем свету.

Основни циљ организатора је, како је већ поменуто, да Конгрес задржи висок ниво у односу на све предвиђене стручне, научне и друге теме, као и у другим пропратним акцијама, као што су изложба, фестивал филмова, стручни обилазци и друго. За све ово, организатор је „прописао строге критеријуме“ који по нашем мишљењу прелазе досада примењиване на осталим сличним манифестацијама.

У наставку дајемо преглед тема с кратким садржајем, према замисли и првим информацијама добијеним од организатора, са слободнијом интерпретацијом текста, неких израза, појмова и ставова, без претензија да ће све теме, по редоследу и садржају, остати и у крајњој верзији програма.

А. СПЕЦИЈАЛНЕ ТЕМЕ — ТРАНСПОРТ У БУДУЋНОСТИ

(Ова тема односи се на природу транспорта и будућу улогу друмског саобраћаја)

1. БУДУЋЕ ДРУШТВО И ДРУМСКИ ПРЕВОЗ

Конкретни фактори, као: утицај будуће економије, услови околине, енергетско стање, као и промене у ставовима, вредностима и начину живота, треба да су повезани с будућом употребом разних транспортних модела (врста). Дугорочни планови треба да се базирају на превозу и могућности технолошког напретка, на могућим новим променама у друштвеним економским и политичким структурама, као и на неочекиваним дубоким променама у вредностима и културним навикама људи.

2. ПУТНИЧКИ И РОБНИ ПРЕВОЗ У БУДУЋНОСТИ

Ова тема је оријентисана на основне превозне промене у будућности. Ево, укратко, најважнијих ставова:

3.-1. Човек и аутомобил

Предмет проучавања, обухваћен овим питањем, може се сумирати у следећем:

Људски односи, с новим локацијама или местима становања и рада, постају многобројнији, чешићи, а уз то и „рушачки“ и привремени. Друштвене заједнице заузимају све више нетериторијални карактер, сакупљајући људе из различитих локација. Начин путовања постаје све више индивидуализиран у простору и времену. Човек неће да буде одвојен од својих кола, и, разумљиво, не може нормално да живи без њих. Међутим, основно је питање какво аутомобилско друштво треба да постоји.

2.-2. Друмски саобраћај — ток еволуције
Решења (предвиђања) за дугорочни развој друмског саобраћаја иницирају правце ка еколошким возилима, интегралном транспорту и усавршеним путним транспортним системима.

2.-3. Градски превоз у будућности
Очекује се свеобухватни прилаз будућем градском саобраћају, који ствара жаршта и постаје фактор у коришћењу земљишта, развоја и осталих урбаних садржаја. Друмски систем је од животног значаја за функционисање и развој урбанизованих подручја. Јавни превоз не представља, ни у ком случају, узрок урбанистичких проблема, међутим у општем случају, редовно су потребна побољшања и усавршавање јавног превоза. Постоји потреба за новим прилазима урбанистичком саобраћајном планирању, које води ка интегрисаном усмереном планирању, укључујући техничку опрему, организацију, финансијске планове и транспортни систем, искуство и иницијативе корисника.

2.-4. Робни превоз у будућности
Свеобухватни прилаз последицама будућег робног превоза укључује, пре свега, будућу индустрију и превозне потребе. Наглашава се будућа улога камионског превоза и будуће потребе путне инфраструктуре.

2.-5. Критички аспекти аутомобилског друштва
Међузависни проблеми превоза су енергија и околина, који постају све важнији за живот људи. Постоји потреба за ефикаснијим превозним системима, усмереним ка јавном превозу, који често изазива застој у градским центрима, да се усмери у предграђе. Може се дискутовати и о томе да ли је много људи присиљено или није да користе своје возило, као средство за компензацију јавног превоза или као луксуз, за одлазак на посао, до места становања, снабдевања или рекреације. Ови услови траже нове прилазе коришћењу земљишта и политици превозног планирања.

2.-6. Кључни проблеми повезани са развојем друмског саобраћаја

Ова тема односи се на основну проблематику повезану с развојем друмског саобраћаја и треба да иницира путеве за постизање побољшања у адаптацији аутомобила у нашем друштву.

3. ЕНЕРГИЈА, СИГУРНОСТ, ОКОЛИНА И ДРУМСКИ САОБРАЋАЈ

3.1. Потражња за мобилношћу и квалитетом живота

Аутомобил одређује многоструку квалитет нашег живота. Позитивна страна

је удобност и флексибилност превоза аутомобилом. Све гране индустрије које суделују у производњи аутомобила и у развоју путне инфраструктуре уско су повезане с националним економијама и запошљавањем. С друге стране, постоје проблеми које аутомобил ствара. Кључни проблеми су: потрошња енергије, сигурност саобраћаја и загађења околине. За сада нема једноставних решења за ове проблеме. Међутим, стрпљивошћу и вером у будућност, ови проблеми биће савладани, и потражња аутомобила и његова употреба биће усклађене с добрим квалитетом живота.

3.2. Будућност нафте

У овој тачки третирају се потенцијални извори, базирани на природној нафти из повољних или неповољних извора. Међутим, важно је да нафте има довољно у сваком времену. Кључни фактори у овом контексту су: геополитички распоред извора нафте, економика истраживања и производње, усавршавање нафтне технологије и комерцијална примена високе технологије и развоја нових извора, да би се могли решити проблеми будуће нафтне потражње.

3.3. Алтернативна горива и електрохемијски покретачи

Размотрите се могућност алтернативних конвенционалних петролејских горива и могући будући развој електрохемијских покретача. Посебно је интересантно откривање и еволуција нових угљоводоничних извора горива на бази нафте или угљена, шкриљца, животињских материја, као и алкохолних горива. Биће, исто тако обрађени и проблеми преноса енергије из нових горива.

3.-4. Мобилност и употреба енергије у превозу

У овом делу биће истакнута основна питања о ефективном коришћењу горива, о томе каква је употреба енергије за превоз данас, као и о будућим разматрањима о употреби енергије у превозне сврхе.

3.5. Превентивна сигурност: човек — основни фактор у интеракцији возача, возила и околине

Свеобухватни преглед с примерима из друмског саобраћаја, као интерактивног система, с човеком и његовим возачким и другим карактеристикама, као основним факторима, тема је овог поглавља. Најважнија и најозбиљнија ограничења за сигурност саобраћаја поставља човек.

3.-6. Сигурносни аспекти возила

Моторно возило треба добро да функциониса у зависности од возача и пута. У овом делу третираће се могућности за побољшање карактеристика возила, полазећи од двају аспеката, да би се осигурао оптимум покретљивости и маневрисања возила.

3.-7. Сигурносни аспекти пута

У овој тачки расправљаће се о томе како промене путних конструкција (геометрија, трење, дренажа и др.) и путна околина утичу на сигурност саобраћаја.

3.-8. Људски фактор и информациони систем

Биће то крагак извештај о садашњим и будућим информационим системима (знаци, сигнали, обележавање и прописи)

у односу на људске информационе визуелне и акустичне карактеристике.

3.-9. Последице друмског саобраћаја и околина

3.-10. Експонирање човека у друмском саобраћају

3.-11. Уређење и управљање околином у урбаним подручјима у односу на друмски саобраћај

4. ДРУМСКО ВОЗИЛО И ТЕХНОЛОГИЈА ДРУМСКОГ САОБРАЋАЈА

4.1. Предвиђања у односу на интеграцију аутомобила и друштвених циљева

Ту су проблеми повезани с комплексним положајем друмског саобраћаја и с конфликтним циљевима аутомобила. Постоји изазов аутомобилској индустрији за интегрисану, хармонизовану и усавршену технологију у односу на сигурност, енергију, економику и производњу возила. Избалансиран прилаз са стране друштва и аутомобилске индустрије треба да доведе до поступног побољшања аутомобила, до тог ступња да једног дана добијемо „еколошко“ возило.

4.-2. Развој аутомобила осамдесетих година

Могући краткорочни и средњорочни развој у аутомобилској технологији: конфликти — супротности између великих потражњи аутомобила и могуће иницијативе за дугорочни развој аутомобилске технологије.

4.3. Нови концепти и нови материјали за усавршене моделе путничких возила

Концепт нових модела и нових материјала може имати велики утицај на производњу путничких возила у будућности, с обзиром да данашњи модели не одговарају.

4.4. Перспективе нових покретачких система

Потребе за чистијим и рационалним моторима стимулисале су тражење алтернативе за конвенционалне моторе. Указаће се на то каква су истраживања и развој данас у току и које су будуће перспективе за замену ових мотора.

4.5. Будући контролни системи друмског саобраћаја

Преглед променљивих контролних система предмет су истраживања и развоја данас. Треба се посебно осврнути на могуће продоре у односу на револуцију микрпроцесне технике.

В. ГЛАВНЕ ТЕМЕ — РАЗВОЈ ПУТНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ

Ова тема има велики удео у укупном конгресном програму, а односи се на методе и технологију. Вероватно је корисније и интересантније да се дискутује о томе како методе и технологија могу да се усаврше, уместо да се само извештава како се оне данас примењују и како економско путно планирање може бити боље повезано с друштвеним планирањем, можемо ли допринети да путно планирање буде ближе широј јавности,

како омогућити да јавност има већи утицај на путно планирање и пројектовање, што се очекује у будућности на пољу изградње, одржавања, коришћења материјала и опреме у путоградњи, могу ли неки постојећи или нови карактеристични објекти путева, тунела и мостова да се посебно обраде и истакну, какве су реалне идеје обрађене у односу на друмски саобраћај, каква се помоћ може добити од компјутерске технике, шта могу научити земље у развоју од развијених земаља, могу ли се методе и технологија примене у развијеним земљама применити у земљама у развоју без посебних модификација. Вилдлив је велики број дилема које треба поставити и организовано међународном сарадњом решавати.

И ПЛАНИРАЊЕ, ФИНАНСИРАЊЕ И ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПУТЕВА, ТУНЕЛА И МОСТОВА

Планирање и пројектовање путева зависи од многих фактора, као што су: економски, политички, привредни и друштвени аспекти, као и природни фактори, као што су: клима, терен, услови земљишта и друго. Постоје разни проблеми у разним земљама. Међутим, многе методе и технологије, које постоје или су у припреми, истраживању, универзалне су и биће интересантно да се о томе дискутује. Искуства друмског финансирања у разним земљама су доста важна, те треба да буду третирана у посебној теми.

Основне подтеме су:

- 1.1. Аспекти политике путног планирања
- 1.2. Економски аспекти развоја путева
- 1.3. Технички развој у путном планирању и пројектовању
- 1.4. Специјализација и истраживање

II ИЗГРАДЊА ПУТЕВА, ТУНЕЛА И МОСТОВА

Потребно је да се усаврши технологија и техника у изградњи путева и да се путеви осигурају високим капацитетом и високом сигурношћу у економском смислу. Исто тако, мора бити усавршена рационализација у коришћењу материјала при изградњи пута.

Основне подтеме су:

- 2.1. Технички развој у изградњи путева.
- 2.2. Организација за изградњу путних објеката

- 2.3. Геотехнички проблеми
- 2.4. Нови материјали
- 2.5. Нова грађевинска механизација и опрема

III. ПЛАНИРАЊЕ И ИЗГРАДЊА ПУТЕВА, ТУНЕЛА И МОСТОВА У ЗЕМЉАМА У РАЗВОЈУ

У земљама у развоју, где постоји мало путева, морају се изградити комплетни путни системи. У првој фази треба изградити економичне путеве с ниским коштањем. Мора се обратити посебна пажња решавању проблема на бази коришћења расположивих материјала, радне снаге и опреме. Верује се да ће се у будућности у мање развијеним земљама, све више градити јефтини путеви с интензивним коришћењем радне снаге. Исто тако је важно размотрити и питање преноса путне технологије, као и:

- 4.1. Инвестирање у путеве
- 4.2. Техника и методе економске опраћивости
- 4.3. Интензивно активирање радне снаге у земљама у развоју

4. ОДРЖАВАЊЕ ПУТЕВА, ТУНЕЛА И МОСТОВА

Добро одржавање путева нужно је за постизање и одржавање високог саобраћајног капацитета и сигурности саобраћаја на путевима. С порастом потреба за већим саобраћајним капацитетом, методе и техника морају бити екстензивније, диференцијалније, да би могле задовољити ове потребе. Трошкови и методе друмског одржавања зависни су од многих фактора, као што су: врста путева, опсег саобраћаја, стање коловозних конструкција, клима (посебно у зимском периоду са снегом и другим временским неприликама) терен, расположивост машина, опреме, материјала итд.

Развој коловозних конструкција с малим саобраћајним оптерећењем биће посебно разматран.

Основне подтеме су:

- 4.1. Технички развој путног одржавања
- 4.2. Одржавање у зимском периоду
- 4.3. Одржавање коловозних конструкција
- 4.4. Нови материјали за одржавање
- 4.5. Нова опрема за одржавање путева

5. ГРАДСКИ САОБРАЋАЈ

У овој теми биће разматране све врсте градског саобраћаја. Међутим, посебно

се даје предност саобраћајним системима као што су: превоз аутобусима, паратранзитни и такси систем. Исто тако, предмет разматрања је и контрола саобраћаја, саобраћајни модели, системи за аутоматско вођење и друго, првенствено с аспекта путева и друмског саобраћаја.

Основне подтеме су:

- 5.1. Управљање саобраћајем и урбаним подручјима
- 5.2. Градски саобраћајни системи — аутобуски, паратранзитни, такси и др.
- 5.3. Саобраћајни модели, компјутерске симулације
- 5.4. Контрола саобраћаја у градским подручјима
- 5.5. Аутоматско вођење — управљање саобраћајем
- 5.6. Паркирање и вожња, одржавање возила
- 5.7. Планирање бициклистичких и пешачких стаза
- 5.8. Управљање градским саобраћајем у земљама у развоју
- 5.9. Оправданост градског саобраћаја у земљама у развоју — економска оправданост

Све информације у вези са стручно-техничким делом програма (теме) могу се добити од Организационог комитета, а за остала, општа питања, од изабране и овлашћене туристичке организације.

— За стручна питања

Organizing Committee

IRF World Meeting

c/o Swedish Road Federation

Box 27 115, S-102 52 Stockholm, Sweden

tel. (međunarodni) +46-8 22 56 55

tel. (nacionalni) 08-22 56 55

Све припреме и организација за учеснике из наше земље обавиће се преко Савеза друштава за путеве Југославије, односно преко републичких, и покрајинских друштава (савеза) за путеве, по пријему комплетних материјала од организатора.

Основни циљ ове информације јесте да се наши чланови и шира стручна и друга јавност претходно упознају са садржајем и програмом овога значајног светског скупа, како би се могле подузети потребне мере за активно и организовано суделовање и набавку конгресног материјала, који може бити од изванредне користи за будући развој наших путева и друмског саобраћаја.

Припремио

Наум Манчевски, дипл. инж.

Одбранио докторску дисертацију на Грађевинском факултету у Љубљани

ДР ЈАНЕЗ ЖМАРЦ

Јанез Жмавц је рођен 7. маја 1932. године у Горњем Граду у Савинској долини. Основно школовање прекинуо му је окупатор одвајањем од родитеља и одвођењем у логор у Немачку 1942. године, одакле се вратио кући тек након ослобођења, у септембру 1945. године.

По завршеној гимназији у Цељу уписао се на Грађевински факултет у Љубљани, где је дипломирао 1959. године. По одслужењу војног рока 1960. године запослио се у Управи за цесте, у Техничкој секцији у Цељу.

Прва практична знања у грађевинарству, а посебно о грађењу путева, стицао је на омладинским радним акцијама од 1947. до 1953. године (Нова Горица, ауто-пут, пруга Добој — Бања Лука и другима), као студент на пракси при пројектовању ауто-пута Љубљана — Загреб 1954. и 1955. године и на стажу у ЈНА при изградњи ибарске магистрале.

Радио је као референт за мостове, затим за одржавање путева и као руководиоца градилишта. Са трогодишњим радним стажом постављен је за шефа техничког сектора у новоформираном Подузећу за цесте у Цељу, где остаје до краја 1965. године. Са тога места прелази у Одељење за цесте у Заводу за разиску материјала и конструкција у Љубљани. У току свог осмогодишњег истраживачког рада — као истраживач и шеф Сектора за путнограђевинске материјале и димензионисање коловозних конструкција — проучавао бројне проблеме из подручја путноградње (стабилизације земља-

них и каменних материјала са пуцоланским везивима, грађење армирано-бетонских коловоза, поступке димензионисања коловозних конструкција, примену нових материјала у путоградњи), вршио стручни и квалитетни надзор при изградњи ауто-путева у СР Словенији, а са неколико стипендија (у укупном трајању више од годину дана) омогућено му је проучавање неких специфичних проблема и у иностранству (Аустрији, Швајцарској, Немачкој, Белгији, Холандији, Данској, Шведској и Финској). Посебно се интересује за особине возних површина (нарочито хватљивост), технологије грађења путева и поступке испитивања у путоградњи. У то време почиње и његова сарадња на припреми прописа из области путоградње.

Средином 1974. године прелази у стручну службу Републичке скупности за цесте у Љубљани, где као шеф Технолошког одељења — поред основне бригае за квалитет изведених радова у путоградњи — суделује у бројним истраживањима за увођење нових специфичних технолошких поступака у путоградњу, а истовремено уводи и систематско праћење понашања изграђених ауто-путева под саобраћајем, мерењима равности, способности трења и носивости применом најсавременијих апаратура и поступака.

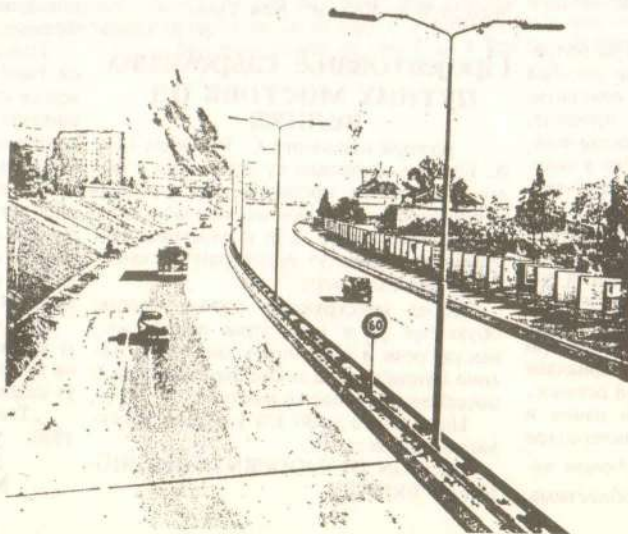
Проблеми, са којима се Жмавц срастао у свакидашњем раду, навели су га да је у фебруару 1977. године на Факултету за грађевинарство и геодезију у Љу-

бљани пријавио тему за докторску дисертацију под називом „Критериј за квантитативно вредновање карактеристичних својстава возних површина“, коју је успешно одбранио новембра 1979. године. Бројни резултати систематских мерења готово у десетогодишњем периоду, као и темељито проучавање стране стручне литературе омогућили су закључке значајне за безбедност возње корисника путева, као и за одржавање путева. Како знамо да др Жмавц своја искуства и знања врло радо преноси и другима, што између осталог, доказује и велики број његових објављених реферата и чланака о стручној проблематици (до сада је објавио преко 50 радова и 6 самосталних публикација), са интересовањем очекујемо и издавање његовог докторског рада као резултата нових истраживања и богатог искуства.

Почевши од школске 1975/76. године др Жмавц учествује у настави на Грађевинском факултету у Љубљани: држи предавања из предмета грађења путева, а недавно је изабран за ванредног професора.

Честитајући др Жмавцу успешно одбрањену докторску дисертацију са задовољством констатујемо да се последњих година повећао број доктора у области путоградње што указује на њен повећан значај и потребе за научним поступком решавања сложених проблема у овој значајној области за привреду, друштвени и туристички развој наше земље.

Др Здравко Јоксич, дипл. инж.



Објављивањем књиге **ТРАСИРАЊЕ И ОБЛИКОВАЊЕ ПУТЕВА И АУТО-ПУТЕВА** др инж. Ханса Лоренца, „Грађевинска књига“ из Београда чини значајан подухват у издавачкој делатности, а посебно у области путоградње и заштите човекове околине која постаје све значајнија с обзиром на недостатке и штете које у току експлоатације пута могу проистећи по његове кориснике, становништво, околину и друштво у целини ако се не узму у обзир сви елементи детаљно наведени и објашњени у овом значајном делу. Њоме се допуњава и у извесној мери заокружује област пројектовања, изградње и одржавања путева коју покрива библиотека „ПУТЕВИ“, јер се поред класичних техничких и технолошких поступака у вези с пројектовањем и грађењем путева разматрају и друге до сада у мањој мери обрађиване области као што су: оптичко вођење трасе и њено уклапање у околину, обликовање предела и путна естетика, динамика и психологија вожње, заштита околине, пута и учесника у саобраћају од ветрова, снежних наноса, бујица, воде, мрза и буке избором најпогоднијих елемената пута и његовог положаја у односу на конфигурацију терена, насељена места, локалне знаменитости и сл., изградњом одговарајућих објеката за заштиту, подизањем засада и применом одговарајућих техничких мера.

Аутор је себи поставио задатак да пружи сва неопходна обавештења о новим областима које се од недавно примењују у путоградњи и да између њих успостави одговарајуће везе, а све то с циљем да се изграде савремени путеви и ауто-путеви по којим ће се радо и с осећањем сигурности возити уз жељу да се што чешће користе.

Књига је изузетно значајна за потребе пројектовања путева јер је посебна пажња поклоњена разматрању континуитета вођења линије трасе и профила, естетички пројектовања, психологији вожње и другим елементима од којих у великој мери зависе безбедност и удобност вожње, а исто тако критички су разматрана многа успешна решења примењена при изградњи ауто-путева и путева за интензиван саобраћај у Европи као и она решења која се не могу сматрати успешним. За то су употребљене бројне скице, фотографије, табеле, практични примери и решени задаци кроз које је приказан цео примењени поступак. Поред осталог, врло је користан, на погодан начин и прегледно приказан списак литературе који помаже и недовољно упућеном читаоцу да се снађе у жељеним областима,

односно да доузни своја знања, тако да се може с правом очекивати да ће ова књига, иако изашла са извесним закашњењем с обзиром на наше потребе, користити свим стручњацима за путеве, пројектантским организацијама, урбанистичким заводима и факултетима при извођењу наставе, због чега је најтоплије препоручујемо.

Припремио

Др Здравко Јоксич, дипл. инж.

Системи пројектовања инжењерских грађевина

Књига приказује најновије практичне начине пројектовања и грађења инжењерских објеката. Она упућује читаоца у нове поступке и приступе у пројектовању, који обухватају више аспеката, тако да је у ствари интердисциплинарна, јер увек има у виду рационално грађење, уз економичније грађевинске трошкове, уз максималну штетну енергије (при грађењу и током експлоатације објеката), али и уз максимално могуће очување човекове средине.

Приказује се и савремени грађевински материјали, затим врсте и системи конструкције, као и методи њиховог прорачуна и грађења, а приказана је могућност провере пројекта помоћу модела. Укратко, обухваћено је много тога што се односи на пројектовање и грађење, почев од просторног планирања па до пројеката и уграђивања сваковрсних инсталација — водовода и канализације, осветљења, акустике, климатизације, лифтова и др. Цена књиге 38,5 US \$. а њен оригинални наслов је:

Building Engineering and Systems Design
Издавач: Van Nostrand Reinhold, 135
West 50 West 50th str., New York,

N. Y. 10020

Пројектовање савремених путних мостова од челика

Аутори ове књиге С. Р. Heims i D. A. Firmage, написали су дело, које у целисти обухвата прорачун конструкција и пројектовање челичних мостова конвенционалне врсте, али и мостова најновијих система, уз одговарајуће техничке услове и примере.

Поред конструкција горњег строја, обухваћен је и целокупни доњи строј моста: речи и обални стубови као и њихово фундаирање, а последње поглавље је посвећено одржавању мостова.

Цена књиге је 30 US \$, а њен оригинални наслов гласи:

DESEGN OF MODERN STEEL HIGHWAY BRIDGES

Издавач је: John Wiley & Sons,
605, Third Ave, New York, N. Y. 10016

Основни приручник за битуменске емулзије

Књига обухвата врло широк спектар релевантних ставки из многих области, као што су: хемијски састав и производња емулзија, узимање узорака и испитивање квалитета, избор најподесније емулзије за дати случај, вруће и хладне мешавине, стабилизација, поновна употреба (recycling), површинска обрада као и све што се односи на одржавање и поправке на таквим путевима.

Ова књига је настала према договору и кооперацији водећих америчких институција у области битумена и асфалта: Асфалтног института, Удружења произвођача битуменских емулзија, као и Федералне управе за путеве што само по себи говори о њеном високом квалитету и савремености.

Цена књиге — 5 US \$, а њен оригинални наслов је:

A BASIC ASPHALT EMULSION
HANDBOOK (шифра MC-19)
Издавач је: Asphalt Institute Building,
College Park, Maryland, 20740

Путеви у изградњи

У ствари, овде се не ради баш о књигама (са формалне стране гледано), већ о две свеске француског часописа „Travaux“ (децембар 1979 и јануар 1980. године) које су у целини посвећене радовима на француским ауто-путевима.

Прва свеска приказује радове у подградју Париз — Рајна — Рона, аск друга представља збирку чланака о изградњи или реконструкцији ауто-путева на југу Француске.

Имајући у виду да је Француска још од Наполеоновог времена уживала глас земље са изврсном мрежом путева, а да нарочито после 1960. године посвећује много пажње и финансијских средстава изградњи мреже савремених путева, сматрамо корисним да скренемо пажњу наших читалаца — стручњака за путеве, на ове две свеске „Travaux“ где ће наћи много тога што ће их занимати, укључујући и неке детаље о пројектовању и технологији изградње на француски начин.

Оним нашим колегама који ће владају француским језиком, скрећемо пажњу на то, да су дати и доста обимни рецензији уз чланке на немачком и енглеском језику. „Travaux“, децембар 1979 и јануар 1980.

Припремио

Милутин Максимовић, дипл. инж.

ЧАСОПИС: SYNOPSIS FROM SWEDISH BUILDING
RESEARCH N° 3/1979. Sven Jansson

Појава заталасаности на асфалтним коловозима

(Wavle formation in asphalt pavements)

У последње време, због све фреквен-
тијег и све тежег саобраћаја све се че-
шће запажа појава заталасаности на ули-
чним и путним коловозима. Ти таласи
су понекад уздужни колотрази, а гдекад
и управни на осу коловоза. Запажено је
и то да се најчешће јављају на аутобуским
станицама и испред раскрсница са сема-
форима, при чему су у првом случају
таласи уздужни, а у другом попречни.

Да би се установили узроци ових по-
јава које представљају озбиљна оштеће-
ња и отежавају возњу, у Шведској су
вршена истраживања, и то како на део-
ницама у природној величини тако и у
лабораторијским условима, на разно-
врним коловозним конструкцијама са
асфалтним засторима.

Резултати тих истраживања приказани
су фотографијама оштећених таласа-
стих површина, али и помоћу дијаграма
и анализа начињених на основу резулта-
та испитивања. На крају су дати и при-
кази метода примењених при овом истра-
живању, као и коментари и закључци
до којих се дошло.

У ствари, показало се да су „нормал-
ни“, густе типови асфалтних коловозних
конструкција — богати у садржају биту-
мена — знатно подложнији дејству вози-
ла при кочењу а тиме и појави заталаса-
ности, поготову на правцима где се оба-
вља тежак и фреквентан саобраћај. Осим
тога, установљено је и то да чак и неке
мање грешке у саставу асфалтне масе
могу бити узрок таквих каснијих дефор-
мација.

Стога је основна порука (и препорука)
да на таквим станицама изложеним теш-
ком саобраћају треба уграђивати мате-
ријал чија ће се отпорност много више
заснивати на унутрашњем трењу агрега-
та него на везивној моћи асфалтног вез-
ног материјала.

2. Bjornkund, A; Lija, B; Person, E. ОПТИМАЛНА БРЗИНА КРЕТАЊА ВАЉКА ПРИ ЗБИЈАЊУ АСФАЛТА (Optimum roller speed on compacting of asphalt)

Публикација о овоме (на шведском)
може се добити (уз уплату од 60 швел.
круна) преко адресе: Bygghuset, P.O.B.
17087, Stockholm — Шведска.

Сврха овог истраживања је била да се
установи утицај брзине кретања ваљка
на учинак збијања, као и колики је број
прелаза ваљка потребан да се постигне
задовољавајући степен збијености асфа-
лта.

На основу тих података може се ус-
тановити оптимална брзина, а то значи
брзина која омогућује највећи површин-
ски учинак, а при којој се постиже и од-
ређена, жељена збијеност асфалта.

При овим испитивањима су примењена
два типа ваљака који се у Шведској
највише и примењују: вибрациони тандем
ваљак и ваљак са три точка.

Испитивањем је установљено да учи-
нак збијања асфалтних слојева у врло
великој мери зависи од брзине кретања
ваљка при збијању. Тако се, на пример,
при брзини кретања ваљка од 9 km/čas
(или већој) постижу незадовољавајући
резултати. При тим брзинама се прак-
тично и не може постићи задовољавајућа
збијеност без обзира на број прелаза
ваљка.

Оптималном брзином ваљка се сма-
тра брзина од око 6 km/čas, при доста
прихватљивим условима рада на збија-
њу. Ако те околности нису особито по-
вољне, тј. ако је време доста хладно или
јако ветровито, онда танки слојеви ас-
фалта (од око 60 mm или испод то-
га) треба да се ваљају и знатно спорије
— брзином ваљка од око 3 до 4 km/čas.

ASFALT ZBIJEN VIBRIRANJEM
(Civil Engineering, јуни 1979. —
Велика Британија)

У Енглеској је не тако давно одр-
жано саветовање о збијању слојева ко-
ловозног застора. Главни извештач на
том саветовању био је dr Lars Forsblad.

Током дискусије се установило да зна-
тан број извођача асфалтних коловоза
(који су испробали и збијање асфалта
вибрирањем), налази да је већ и сам по-
ступак збијања вибрирањем скупљи, а да
је и одржавање ваљака са вибрационим
дејством такође скупље од одржавања
обичних ваљака. Њило је, разуме се, и су-
протних мишљења, али је превагнуло ми-
шљење др Форсблада — прихваћено и
као закључак.

„Основни циљ сваког инвеститора у
грађи путева је да се оствари коловозни
застор тако високог квалитета и тако
знатне дуговечности да се укупни издаци
и за изградњу али и за одржавање путе-
ва сведу на стриктни минимум.“

У документованом излагању, др Форс-
блад је саопштио да степен збијености
од 98% иначе није изузетак, али да се
вибрирањем асфалта постиже и највиши
могући квалитет асфалта.

О вибро-асфалту су претходних годи-
на одржане две конференције: Трећа ме-
ђународна конференција о асфалту у Сид-
неју (1976) и Годишња скупштина Аме-
ричког удружења за развој технологије
асфалтирања у Тексасу, 1977.

У оба случаја је закључак био да је
збијање асфалта вибрирањем једно од
највећих унапређења у технологији асфал-
тирања у протеклој деценији, упоредо
са увођењем контејнера за врели асфалт,
мешалице са бубњем и мерача збијено-
сти — денситометара који користи радио-
активне изотопе.

Припремио
Милутин Максимовић дипл. инж.

1. REVUE GENERALE DES ROUTES ET DES AERODROMES, br. 562, 1980.

1. 1. Taterode, M. et Moaligou, M.: Додавање праха од природног асфалта асфалтном бетону — Искуства града Париза

У овом чланку аутори приказују не само техничке већ и економске аспекте. Почињући од развоја асфалтних коловоза на париским улицама, они се посебно посвећују питању истакнутом у наслову чланка: улози праха од природног асфалта у коловозима на улицама, као и на саобраћајним тракама намењеним аутобусима у Паризу.

Они доста простора користе да би свестрано осветлили природни асфалт, његова налазишта и експлоатацију, припрему, дробљење и млевење у прах, као и састав тог праха, завршавајући тај став асфалт-бетонима са прахом природног асфалта и њиховим физичким и механичким карактеристикама.

У закључном ставу чланка објашњава се економичност справљања и уграђивања асфалта ове врсте, одакле цитирамо:

„До данас је у Паризу положено 170000 m² асфалтног коловоза са прахом од природног асфалта, и то на најразличитије подлоге, почев од коловоза са каменним коцкама и на експерименталним деоницама, па до бетонске подлоге, а овакав коловоз је положен и на неким најоптерећенијим париским улицама, а досадашње искуство показује да је понашање оваквог асфалта под саобраћајем сасвим задовољавајуће.“

1. 2. Feve, M.: Појачање и одржавање путева (Renforcements et entretien des routes)

Овај чланак Директора путева и саобраћаја Француске представља интегрални текст француског извештаја поднетог на IV. афричкој конференцији о путевима, одржаној у Најробију од 20 до 25. јануара ове године. Чланак је објављен уз поднаслов „Француска начела, примена и оријентација“.

Наводимо, оријентације ради, само наслове главних поглавља који чине овај интересантан извештај:

— Општи подаци о француској путној мрежи и управљању путном мрежом,

— Начела глобалне кохерентне путарске политике,

— Ојачавање и одржавање путева у Француској,

— Садашња перспектива даљег развоја ојачавања и одржавања путне мреже у Француској.

На крају чланка је додато, као анекс, француско „Техничко упутство за одржавање путева.“

1. 3. Jolin, L.: Концепција сервисних комплекса крај ауто-пута (La conception des aires de service sur autoroute)

Архитекти, који се баве пројектовањем сервисних комплекса крај путева — дакле не само бензинских станица, већ и још много чега — мотела, ресторана; радионица за оправке кола, одморишта у зеленилу и др. свакако ће бити заинтересовани за чланак овог истакнутог француског архитекта и урбаниста, у коме се анализира структура једног таквог комплекса, а у исти мах се такав став и илуструје једним (по нашем мишљењу) заиста успешним примером.

1. 4. Berthier, J.: Један ефикасан поступак испуне прелина и пукотина у асфалтним коловозима (Procédé moderne et industriel à haut rendement de colmatage de chaussées)

Чланак директора Техничке службе за путеве и ауто-путеве (СЕТРА) свакако је интересантан нашим стручњацима ангажованим на одржавању путева и ауто-путева, због тога наводимо неколико редова из увода.

„Овде изложени поступак представља врло осетан и значајан допринос решавању проблема одржавања, — с тиме да је овде посебна пажња посвећена одржавању путева са носећим слојем израђеним од бетона, а застором од асфалта.“

„Код ове (најчешће примењене) коловозне конструкције јавља се један посебан проблем: како залечити прелине, настале због скупљања бетона у носећим слојевима, које се после одређеног времена рефлектују на површину коловозног застора? Као што је опште познато, то је тек почетак разарања коловоза, а стање се касније доста брзо и погоршава деловањем воде која се зими претвара у лед, као и под деловањем самог саобраћаја.“

„Пошто се појава прелина и пукотина које потичу од скупљања подложног бетона, а настају на површинским слојевима коловоза, ни на који начин не може спречити, то се морало потражити решење: како да се оне затворе и тако залече.“

Овај чланак говори баш о томе.

2. Revue Générale des Routes et des Aerodromes, br. 565, 1980.

2. 1. Blanpain, Ch.: Примена уљних шкриљца при изградњи путева (L' utilisation routière des schistes houillers)

Чланак директора регионалних лабораторија у северној Француској и сарадника вероватно ће занимати наше грађитеље путева, имајући у виду да се уљни шкриљци доста често јављају и у нас, поготову као јаловина из рудника угља. Овде наводимо само неколико редова из чланка.

„Уљни шкриљци се користе већ двадесет и више година за изградњу насипа

у северним деловима Француске, али се последњих година њихова примена све више проширује на израду основних и носећих слојева коловозне конструкције, с тим да се они тада обрађују и додавањем хидрауличних везива.“

„С друге стране пак, захваљујући својим пуцоланским својствима, црвени уљни шкриљци се сагледавају и као главни састојци једног новог хидрауличног везива.“

Детаљније о овоме у обимном чланку (8 страна) поменутог часописа, пропраћеног обимном библиографијом (14 ставки).

2. 2. Čeng, P.: Кинеска техника изградње путева (Quelques aspects de la technique routière chinoise)

Априла 1979. године одржан је у Пекингу француско-кинески колоквијум и саветовање на коме су приказана искуства обе земље а сада су кинеска саопштења на том колоквијуму о кинеским материјалима, карактеристикама и методама грађења преведена и објављена у часопису.

Имајући у виду да би нека кинеска искуства можда могла бити од интереса и за наше услове, ми овим упозоравамо на овај чланак, наводећи притом само поглавља која су у њему садржана.

Први део, под насловом Примена парафинског битумена у изградњи путева садржи општи приказ, својства парафинског битумена (поступке испитивања и критеријума за оцену) и истраживања перформанси коловозних конструкција с обзиром на употребљене врсте битумена, адитивне, пластичност на ниским температурама и утицај парафина на физичка својства.

Други део садржи проблеме у вези са стабилизацијом тла кречом, својства и њеном применом у коловозним конструкцијама, обухваћене следећим поглављима:

а) Својства тла стабилизованог кречом

б) Измена карактеристика физичких и карактеристичних тла када се дода креч (структура после додавања креча, отпорност на смицање, стврдњавање, деловање креча и цемента)

с) Примена стабилизације тла кречом у зонама, изложеним мразу (својства земље са додатком креча против деловања мраза, промене отпорности кречом стабилизоване земље настале током времена под деловањем температурних промена, појава прелина у кречом третираној земљи).

д) Структура коловозног застора од кречом стабилизоване земље.

Као што се из самог садржаја овог чланка види Кинези су ову технику свестрано проучили, па чланак има своју стручну вредност.

(Инг. М. Ј. М.)



НЕДЖИБ ТУТИЋ, грађ. техничар

In memoriam

Тринаестог августа 1980. године, на кривицама Мокре Горе близу Титовог Ужица, враћајући се из Сарајева за Нови Пазар, погинуо је у саобраћајној несрећи, у најбољим годинама живота, Неџиб Тутић, грађевински техничар, директор градилишта Косово — Вучитрн. Његовом смрћу Радна организација „Хидротерма“ изгубила је вредног радника, способног и цењеног стручњака.

Друг Неџиб рођен је 25. јуна 1943. године у вишечланој радничкој породици на Пештерској висоравни, у селу Потреб код Новог Пазара где је живео до завршетка осмогодишње школе. Отишао је прашњавим путем из вољеног Потреб у Косовску Митровицу да заврши средњу техничку школу, да учи и научи како се граде путеви, јер као да је тада знао да ће за његов релативно кратак радни век уградити себе у многе путеве на подручју свог завичаја.

Тешки средњошколски дани због материјалне необезбеђености уче га како треба живети и радити, поштовати друге и себе, поштовати рад других и свој.

Дошао је у предузеће за путеве „Нови Пазар“ 1963. године, управо тада када је био најпотребнији, јер техничког кадра скоро да није било. Иако врло млад,

морао је радити самостално на свим важним пословима јер је тек основано предузеће почело са радом. Због тога је морао да ради на реконструкцији и модернизацији путева на читавој територији предузећа од Краљева, Рашке, Новог Пазара до Сјенице и Тутина.

Касније, у току рада углавном је ангажован на одржавању путева, а дуго година је био руководилац редовног одржавања, пошто је у том периоду била то и основна делатност предузећа. Да би пут био проходан и безбедан за саобраћај радио је са великим пожртвовањем и ентузијазмом, а његов допринос је био врло велики. Није никада знао за радно време јер је одржавао путеве, посебно у зимском периоду, под врло тешким условима, са мало механоопремењености и недовољно квалификованим радницима. Захваљујући његовим организационим способностима ретко се дешавало да су биле у прекиду саобраћајнице на Копаонику, Сјеници и Тутину, а и када би се то и десило онда су то били ванредно неповољни услови. Тако је било завејано у јануару 1973. године 200 ученика на Копаонику, када постојећа механизација није могла ништа да учини. Схватајући своје обавезе друг Неџиб је са својим радницима

непрекидно радио 40 часова и омогућио да се деца безбрижно врате својим домовима.

Његов велики допринос је на изградњи регионалног пута Тутин — Шпиљани, на санацији клизишта пута Нови Пазар — Рибарићи, која се са успехом изводи иако су примењена техничка решења врло деликатна.

Из породичних разлога, 1979. године напустио радну организацију Предузеће за путеве „Нови Пазар“ и запошљава се у радној организацији „Хидротерма“ из Сарајева, на радном месту директора градилишта Косово — Вучитрн.

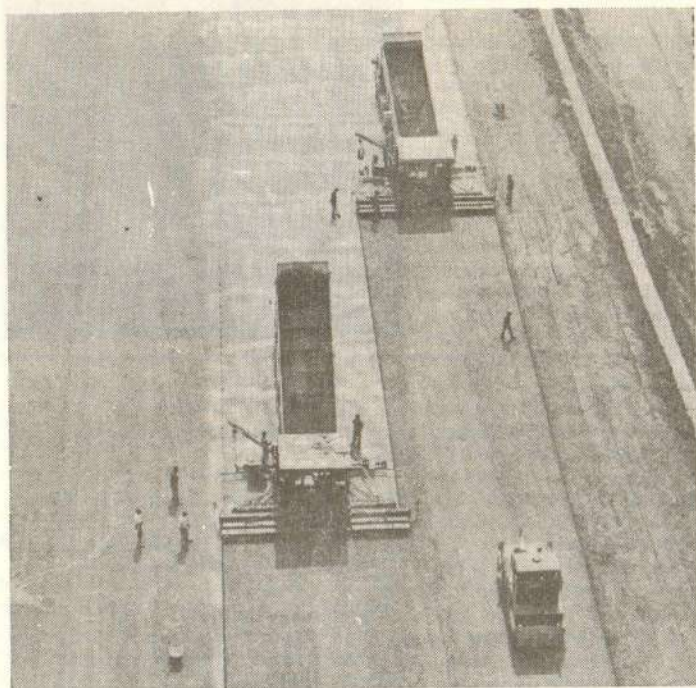
За врло кратко време у новој средини постиже велики успех на извођењу нових објеката и стиче велико поверење на остварењу замашних градитељских захвата у свом ООУР — „Џевовод“.

Као човек и друг, пријатељ и сарадник, Неџиб је радио и својим примером уливао елан и надахнуће млађим колегама.

Заједно са његовом породицом чији је бол неизмеран, а губитак ненадокнадив, прераном смрћу друга Неџиба ожалостили су и погођени његове колеге, пријатељи и другови, познаници и сарадници.

Изет Ђајић, дипл. инж.

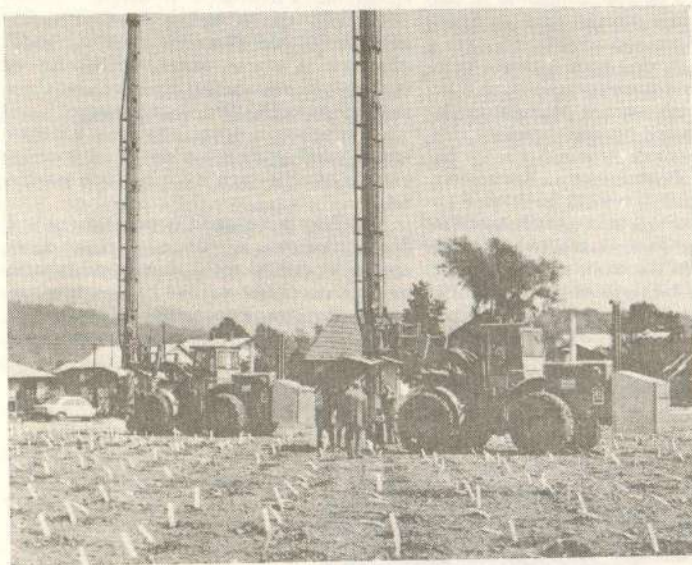




ЉУБЉАНА, Титова ц. 38

ДЕЛАТНОСТ РАДНЕ ОРГАНИЗАЦИЈЕ:

- Све врсте објеката нискоградње и високоградње
- аутопутеви, аеродроми, мостови и виадукти
- индустријски и стамбени објекти и комплекси
- комунални објекти и инфраструктура
- уређаји и опрема за каменоломе
- шљункаре и асфалтне базе
- снабдевање грађевинским материјалима и полупроизводима
- пројекти и инжењеринг за све наведене делатности



Сл. 1 — Два финишера са радиом ширином по девет метара на асфалтирању полетно-слетне стазе на аеродрому Брник код Љубљане

Сл. 2 — Специјалне машине приликом утискивања вертикалних дренажа до дубине 15 метара на мочварном терену ауто-пута Врхника — Љубљана, ради побољшања носивости тла (укупно уграђено 650.000 м дренажа)

Сл. 3 — Приобални пут — прикључак Копер, изграђен по систему детаљне и прилазних путева, дужине више од 6000 м. Због лоше носивости тла уграђено је преко 30.000 м вертикалних тракастих дренажа испод насипа. (Градитељ виадукта дужине 300 м — „ГРАДИС“)

